



¿Qué haremos cuando una IA gane *sola* el premio Nobel? Reflexiones sobre el Nobel de Química de 2024

Manuel Jesús López Baroni

Centro de Nanociencia y Tecnologías Sostenibles (CNATS).
Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España

(*) mjlopbar1@upo.es



Dr. Manuel J. López Baroni

Recibido: 28/03/2025

Revisado: 12/04/2025

Aceptado: 14/04/2025

Resumen

El Premio Nobel de Química de 2024 se ha concedido a John Jumper y a Demis Hassabis por crear el programa que permite predecir la estructura tridimensional de las proteínas a partir de la secuencia de los aminoácidos, y a David Baker por el diseño de proteínas *ex novo*. El galardón reconoce el valor de la interdisciplinariedad y el ingenio humano para afrontar problemas hasta ese momento prácticamente irresolubles, así como las potenciales aplicaciones prácticas si se lograra dominar completamente este campo del conocimiento. Examinado desde otra perspectiva, el premio nos interroga sobre la naturaleza, función y coexistencia de la Inteligencia Artificial con la actividad científica, así como sobre el creciente poder de las multinacionales a la hora de concentrar los datos y algoritmos que posibilitan la investigación.

Palabras claves: Premio Nobel; Química; Proteínas; Bioética; Inteligencia Artificial

Abstract

What will we do when an AI wins the Nobel Prize alone? Reflections on the 2024 Nobel Prize in Chemistry. The 2024 Nobel Prize in Chemistry has been awarded to John Jumper and Demis Hassabis for creating the program that allows the three-dimensional structure of proteins to be predicted from the sequence of amino acids, and to David Baker for the design of proteins *ex novo*. The award recognizes the value of interdisciplinarity and human ingenuity in tackling problems that were practically insoluble until now, as well as the potential practical applications if this field of knowledge were to be fully mastered. Examined from another perspective, the prize makes us question the nature, function, and coexistence of Artificial Intelligence with scientific activity, as well as the growing power of multinationals when it comes to concentrating the data and algorithms that make research possible.

Keywords: Nobel Prize; Chemistry; Proteins; Bioethics; Artificial Intelligence

Introducción

Quizá no sea exagerado sostener que el Premio Nobel de Química del año 2024 supone un punto de inflexión, no ya en la concesión de este tipo de galardones, sino en la forma en que entendemos la actividad científica.

En efecto, un reconocimiento tan prestigioso sirve normalmente para reexaminar cuál es el estado del conocimiento en una determinada disciplina. En el caso presente, y sin minusvalorar por ello los logros conseguidos, los interrogantes se han centrado también en la metodología o medios empleados para hacer avanzar la ciencia, en concreto, en el papel jugado por la Inteligencia Artificial. La cuestión merece al menos una reflexión *ad futurum*.

John Jumper y Demis Hassabis han obtenido el preciado galardón por crear el programa que permite predecir la estructura tridimensional de las proteínas a partir de la secuencia de los aminoácidos, esto es, AlphaFold, propiedad de DeepMind, y a David Baker por la creación de proteínas *ex novo*. Ambas actividades, como examinaremos, constituyen las dos caras de una misma temática, por lo que no solo son complementarias,

sino que se retroalimentan. Sus aportaciones nos dejan en los umbrales de una nueva forma de comprender la estructura y función de las moléculas que explican la vida tal y como la conocemos, de ahí su relevancia, no ya en las biociencias sino para el abordaje de cualquier problema que podamos imaginar que se pueda resolver previo diseño de las enzimas adecuadas.

El premio de este año también nos obliga a repensar el papel que juega no solo la IA sino también su propietaria, Google, en este caso. En efecto, asistimos a una creciente intervención en la economía y la política por parte de las multinacionales de la tecnología, concentradas en EE. UU. El galardón nos muestra cómo este poder inevitablemente afectará también a la ciencia, a los investigadores y a la forma en que avanza el conocimiento.

Por otra parte, una característica relevante del premio del año pasado es que no se le concedió a ninguna mujer, en un contexto histórico donde los galardones concedidos a las mujeres han sido prácticamente anecdóticos. Esta cuestión nos sirve también para reexaminar cómo se valoran los logros científicos, cómo se crean y lideran los equipos de investigación y, en general, cómo progresa la ciencia.

A las cuestiones sociopolíticas podemos añadir las estrictamente científicas en combinación con las existenciales. En efecto, el descubrimiento de la estructura última de la materia nos confiere un poder con graves riesgos asociados, dado que las proteínas tanto pueden servir para mejorar nuestra calidad de vida como para exterminar poblaciones. La interacción entre las disciplinas “bio” y la Inteligencia Artificial nos acerca a un mundo donde parece posible el rediseño de la materia viva, incluidos nosotros, empleando con la finura del escalpelo la capacidad predictiva de los algoritmos. Un mundo de posibilidades biomédicas se abre ante nosotros, pero también de posibles escenarios distópicos sin precedentes.

Por ello, cabe inferir que solo estamos en los primeros estadios de un imparable proceso de dominación de la Naturaleza, dada la posibilidad de fabricar enzimas capaces, por ejemplo, de revertir el daño medioambiental causado al planeta por nuestra desmesura. Sin embargo, no hemos de minusvalorar los peligros, dado que el conocimiento de la estructura última de las proteínas podría ser empleado para generar una hecatombe a escala planetaria. Los tres galardonados nos arrojan al abismo de un poder sin precedentes en la historia humana: podemos someter la Naturaleza, domesticarla, subordinarla, reducirla, etc., con las capacidades mentales de un homínido recién salido de la sabana africana y las estructuras políticas internacionales heredadas del convulso siglo XX. Hemos concedido, por tanto, un premio al vértigo que supone reflexionar sobre qué estamos realmente descubriendo.

Por último, el galardón se ha otorgado a la curiosidad humana, elemento constituyente de lo que somos, basamento a su vez de la actividad científica. Quizá la línea abierta por los tres galardonados nos permita averiguar algún día cómo se produce la transición entre la materia inerte y la vida, esto es, entre la química y la biología, mediada por la física y las matemáticas, y no solo explicarla sino también replicarla (algo que por ahora no hemos logrado...); cómo funciona realmente la consciencia humana, no solo para resolver las paralizantes dolencias que la aquejan, sino para comprenderla, en el sentido humano de la expresión; cómo afrontar la turbadora pregunta de Fermi (¿dónde están todos?), esto es, dado que los aminoácidos que nos vertebran son tan comunes en el Universo, ¿acaso la selección natural de las proteínas que nos conforman es realmente singular, difícilmente replicable en otros contextos cosmológicos, o se nos escapan más parámetros que explicarían el doliente silencio que nos rodea? Solo por ahondar indirectamente en estas cuestiones, aun sin resolverlas, ya merecen el premio.

Analizaremos en los siguientes apartados algunas de estas reflexiones que hasta ahora solo hemos dejado apuntadas.

¿Quiénes han ganado el premio Nobel?

Al margen de las especialidades implicadas y de otras consideraciones, el Premio Nobel de Química de 2024 es un reconocimiento a la creatividad, al ingenio, a la imaginación y a la

curiosidad intelectual, esto es, a características que nos definen como seres humanos, algo reseñable en un contexto cada vez más dominado por los algoritmos. Los galardonados han afrontado un reto monumental, ciertamente casi irresoluble, con los métodos de una disciplina en principio muy alejada de su formación inicial, como es la informática. Seguramente, y con independencia de la inevitable colaboración de la IA a partir de ahora, delinee el sendero por el que discurrirán no pocos descubrimientos en el futuro.

¿Qué más podríamos aportar nosotros acerca de la unidad objeto de investigación por parte de los premiados, esto es, de las proteínas? A diferencia del genoma, que incluso cuenta con tres Declaraciones de la UNESCO para protegerlo, las proteínas no cuentan con ninguna garantía jurídica, hasta el punto de que ni siquiera aparecen en la Convención sobre las Armas Biológicas¹, subestimando temerariamente su importancia para el mal, que es otra forma de minusvalorar su relevancia para el bien. Ni siquiera le ayuda la estética, dado que mientras todo el mundo es capaz de reconocer la magnífica simetría de la doble hélice, las proteínas se nos presentan como una maraña desestructurada y aparentemente sin sentido, la hija arbitraria de la Naturaleza que ora adopta la forma de un ovillo desmadejado, ora la de un juego de papiroflexia infantilmente construido. Como describía gráficamente un investigador, hasta hace poco las proteínas solo eran “manchas que hacen cosas y se pegan a otras manchas”².

Por ello, y aunque sea de forma indirecta, el premio reivindica la relevancia de estas singulares estructuras, las proteínas. Estas entidades no están vivas, pero sin ellas no podemos explicar a los seres vivos; no son propiamente autónomas, pero no por ello carecen de un complejo dinamismo, según Steinegger³; y no se relacionan con el mundo, pero sus interacciones con el entorno no son de menor complejidad que las que caracterizan a los seres vivos⁴. Necesitamos comprender su lenguaje, esto es, no solo el del genoma que las codifica, sino el que explica la estructura profunda tanto de su estructura tridimensional como de la forma en que interactúan con otras proteínas y moléculas (véase la bibliografía sobre las limitaciones actuales para la predicción de los efectos de las mutaciones⁵, y sobre el entrenamiento de los algoritmos con proteínas “naturales”⁶), con objeto de alcanzar el denominado “momento AlphaFold” que permita el diseño de proteínas a la carta⁷. Sin ese conocimiento no podremos enfrentarnos realmente a cuestiones cosmológicas como el origen de la vida o a enfermedades tan devastadoras como el cáncer o el Alzheimer. Al fin y al cabo, nosotros solo somos un subconjunto del total del universo posible de las proteínas. Pues bien, los premiados nos han acercado un poco más a este conocimiento.

¿Qué podemos aprender de sus respectivas trayectorias personales? David Baker comenzó su actividad tratando de predecir la estructura tridimensional de las proteínas, justamente el motivo de la concesión del galardón a los otros dos galardo-

nados. Sin embargo, en algún momento de su carrera decidió enfrentarse a la otra cara del mismo problema, esto es, a la creación *ex novo* de las proteínas⁸, lográndose por primera vez en 2003⁹. Esta línea de investigación facilita además identificar otras proteínas, antes desconocidas, con “patrones de plegamiento similares”¹⁰. Una peculiaridad conceptual es que mientras las “alucinaciones” son empleadas de forma peyorativa para referirse a la IA cuando esta inventa algo, esto es, proporciona información errónea, esa misma expresión se emplea en este contexto para atribuir a la IA la generación de una proteína completamente nueva (por ejemplo, en Callaway 2023⁶), con total independencia de que después deba comprobarse su viabilidad.

Esta imbricación entre predicción y creación *ex novo* explica que la concesión del galardón premie ambas actividades, dada su complementariedad. Como dice gráficamente Baker: “De la secuencia a la estructura y de la estructura a la secuencia”¹¹. De hecho, cuando ha sido entrevistado, Baker no ha considerado que compitiera contra sus homólogos de Google (su programa era RoseTTAFold, en cierto modo el rival de AlphaFold), sino que por el contrario sus habilidades se retroalimentaron con los avances de DeepMind. Su altura de miras a la hora de comprender cómo ha de avanzar la ciencia solo ha sido superada por su generosidad al comentar que esperaba haber compartido su premio con otros dos científicos que han colaborado con él en ese mismo campo del conocimiento, la creación de proteínas. Que se enterara de la concesión del galardón por los gritos de su mujer añade un cariz humano a su valiosísima aportación.

John Jumper, que dependiendo de a quién se lea puede ser considerado físico o químico teórico^{9,12}, y Demis Hassabis, informático⁹, han recibido el premio Nobel por su programa AlphaFold¹³. De la celeridad con que avanza la tecnociencia da cuenta el hecho de que mientras se le concedía el galardón por la segunda versión de dicho programa, de forma simultánea aparecía la tercera versión, AlphaFold3, que suple las limitaciones de la anterior al permitir predecir la interacción de las proteínas con otras moléculas¹⁴.

Resulta interesante examinar de forma retrospectiva la secuencia de los hechos. En 1997 Kasparov perdió al ajedrez frente a una “máquina”, de forma que la autoestima humana se volcó en el “Go”, un juego chino donde no basta con la fuerza bruta de la computación, sino que además hace falta ingenio, creatividad, etc., esto es, habilidades en principio monopolizadas por nuestra especie. Pues bien, Demis Hassabis fue el creador del programa informático que derrotó al campeón mundial chino en 2016. Lejos de centrarse en el mundo de los videojuegos o limitarse a ganar dinero, reformuló dicho programa, DeepMind, hacia la predicción de la estructura tridimensional de las proteínas. Se suele recordar cómo la IA de Google ha empleado las estructuras tridimensionales ya acumuladas durante décadas por los cristalógrafos para entrenarse. Sin embargo, se obvia que antes fue entrena-

da en juegos de mesa contra los propios seres humanos. Ganarnos al ajedrez y al “Go” ha sido, al parecer, el prerequisite para poder afrontar la fabulosa tarea de predecir la estructura tridimensional de las proteínas a partir de la secuencia de los aminoácidos. Ese es el mérito (aun cuando la victoria contra Kasparov se debió a la IBM, cabe intuir que DeepMind lo habría logrado sin tantos titubeos), de Hassabis.

En resumidas cuentas, los tres galardonados nos muestran la relevancia de la interdisciplinariedad en la investigación contemporánea, la ausencia de complejos para valerse de instrumentos como la Inteligencia Artificial, la constancia y, por último, la correlación existente entre la ciencia teórica y el bienestar humano. El premio Nobel de Química condensa todas esas facetas y por ello debe ser celebrado.

¿Quiénes *no han ganado el Premio Nobel*?

La relevancia de un premio viene condicionada no solo por las características de los galardonados, sino también por las de quienes han participado, pero no han obtenido un reconocimiento explícito, aunque sea por circunstancias muy diferentes entre sí.

En primer lugar, no ha ganado Google. Es cierto que las reglas de concesión impiden que una persona jurídica obtenga el galardón. Ahora bien, si fuese posible, probablemente el Premio Nobel se le habría concedido este año a la multinacional norteamericana. Quizá lo habría compartido con seres humanos, pero no necesariamente.

En efecto, la relevancia de Google en la concesión del Nobel de Química de 2024 nos revela el creciente poder que ostentan las multinacionales (Appel, Microsoft, etc.) en la investigación científica. Como era de prever, hastiados de ganar dinero, los CEOs de las grandes empresas han comenzado a intervenir en la política, fascinados por la idea de remodelar el mundo conforme a los fantasmas que habitan sus mentes. En este contexto hemos de reflexionar sobre qué supone el monopolio del “secreto de la vida” por parte de uno de los gigantes tecnológicos.

Durante años los investigadores han depositado generosa y solidariamente sus hallazgos proteínicos, es decir, las estructuras de las proteínas que afanosa y meticulosamente iban descubriendo, en una base de datos que recién ha cumplido el medio siglo de vida^{15,16}, hasta alcanzar las 170.000. Pues bien, en un movimiento parecido al que ahora ha efectuado ChatGPT con el contenido disponible en Internet, AlphaFold fue entrenada con estas bases de datos de naturaleza pública, esto es, a disposición de todo el mundo, investigador o empresario, con objeto de refinar su capacidad predictiva. Una vez creado el algoritmo, este ha sido enarbolado por la susodicha multinacional como de naturaleza estrictamente “privada”, en concreto, como objeto de propiedad intelectual. A partir de ahí, Google puede imponer las reglas que estime pertinentes. Si quiere abrir los nuevos hallazgos a los investigadores, restringir su uso cualitativamente (sin uso comercial) o cuantitativamente (número de consultas diarias o tipos de moléculas a

consultar¹⁷), está ejerciendo un derecho protegido internacionalmente. Con la tercera versión de AlphaFold está sucediendo justo eso¹⁸, en consonancia con el secretismo de las grandes empresas sobre el conocimiento que acumulan de la interacción entre las proteínas, según Wang³.

El artículo 1 de la Declaración de la UNESCO sobre el Genoma y los Derechos Humanos declara a los genes patrimonio de la humanidad. Cabe reprochar que no tuvieron suficiente imaginación para prever lo que no se nos venía encima, dado que el monopolio que puede ejercer una multinacional privada, no sobre el código, sino sobre las proteínas mismas, carece de precedentes. Podemos imaginar los múltiples usos a que puede destinarse esta información, desde la biomédica hasta la militar, pasando por la agricultura, la captura del CO₂ de la atmósfera, etc. Pues bien, la información necesaria para remodelar nuestro planeta hasta sus cimientos es monopolizada en estos momentos por una multinacional que, si quiere, comparte la información, y si no, nada ni nadie la puede obligar. El chantaje a que puede someter a los gobiernos, a las sociedades, a los individuos, etc., es inimaginable, dado que nuestra vida, en un sentido no necesariamente poético, puede depender de sus algoritmos. Si la ciencia depende de la IA, y esta de las grandes bases de datos¹⁹, que a su vez solo están disponibles en los innumerables servidores de las tecnológicas (Google entrenó además DeepMind con procesadores de su propiedad que no están a la venta²), el resultado previsible solo puede ser un cuello de botella, situación ya denunciada por algunos científicos según Berger²⁰. Por eso no puede ser más decepcionante (y confirmatoria) la respuesta de uno de los dos galardonados cuando a un entrevistador se le ocurrió preguntar si la participación de Google podía constituir un problema: “No creo (...) (hacen falta) muchos recursos”²¹.

El reverso de Internet es que, en vez de democratizar la información, puede forzar a los científicos a la práctica de variadas formas de vasallaje con las multinacionales, propietarias, en última instancia, de la materia prima con que se podrá investigar en el futuro, esto es, los datos. El mejor ejemplo de esa ambivalencia es AlphaFold, dado que, de un lado, permite por ejemplo a los usuarios africanos formarse y emplear su programa para hallar soluciones a problemas regionales endémicos, prescindiendo de “costosas instalaciones”^{22,23}, pero, de otro, puede restringir su uso a escala planetaria sin rendir cuentas de ningún tipo.

La paradoja, por tanto, de que no haya ganado formalmente Google reside en que la concesión del premio a tres humanos impide visibilizar en toda su magnitud el enorme poder epistemológico que están acumulando cuatro o cinco multinacionales norteamericanas. A nadie extrañaría que alguna adquiriera la Academia sueca un año de estos (es una Fundación) y cambie las reglas de juego, como por ejemplo está sucediendo en el mundo del periodismo.

En segundo lugar, no ha ganado ninguna mujer. En química, a lo largo de más de un siglo de historia, solo se ha concedido el

galardón a ocho mujeres. En el resto de las disciplinas los registros son similares²⁴. Cabe alguna reflexión al respecto.

¿De verdad que no hay ninguna científica merecedora del premio? Sin exigir cuotas, ni discriminación positiva, ni nada por el estilo, ¿tanta distancia hay entre los hombres y las mujeres para que los datos sean los que son? Es obvio que no. Ya en su época Platón, aunque entremezclado con algún que otro exabrupto, reflexionó sobre la igualdad innata entre hombres y mujeres para, entre otras cuestiones, la educación. Parece razonable pensar que el problema reside en factores no científicos.

Algunos comentaristas sostienen que la concesión del premio a tan sólo tres personas limita en demasía el reconocimiento, dado que los investigadores trabajan actualmente formando grandes equipos^{25,26}. Es verdad que, si se concede a todo un grupo (Ball cita un premio concedido a más de mil investigadores), alguna mujer caerá en la lotería, siquiera sea por azar, pero esa no es la solución para un problema tan complejo. Sin duda, necesitamos individualizar los premios, dado que permite poner una cara humana a un logro de relevancia mundial, por lo que la cuestión parece residir en cómo distinguir a las mujeres en equipos liderados por hombres, en publicaciones donde pueden estar difuminadas entre un grupo numeroso de científicos, en carreras académicas donde se premia la cantidad y no se tiene en cuenta los parones que puede suponer la maternidad o el cuidado de los mayores, etc. Las niñas en edad escolar necesitan referentes femeninos en la primera línea científica si queremos revertir la ominosa presencia de mujeres en las carreras STEM. No se trata solo de remodelar las reglas de concesión del Nobel, sino de reflexionar sobre las aportaciones de las mujeres en las investigaciones de vanguardia, en contextos tradicionalmente masculinizados y con reglas propias de los altos ejecutivos de las grandes empresas, no de la actividad científica.

En tercer lugar, no ha ganado el principio de precaución. En efecto, tradicionalmente, las cortapisas al desarrollo científico han provenido de las religiones (Epicuro, Hipatia, Copérnico, Galileo y tantos otros), de ahí que se considere un logro deslindar nítidamente el mundo de las creencias, legítimas, de la actividad investigadora.

La paradoja de este presupuesto de partida es que, en las sociedades europeas, altamente secularizadas, al menos externamente, estamos asistiendo a un movimiento inverso de restricción de la libre investigación científica, a pesar de que dicho derecho está consagrado en la Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea y en nuestras constituciones. La pregunta que podemos formularnos es si esta forma de intervencionismo está justificada.

En efecto, en Europa nos regimos, aun en un contexto de economía de mercado, por el principio de precaución, de forma que sometemos a las tecnologías de vanguardia a numerosos controles y restricciones. El preámbulo del pionero Reglamen-

to de la UE sobre Inteligencia Artificial (2024/1689) no puede ser más gráfico, dado que recoge expresamente dicha limitación a la actividad científica en aras de un bien mayor como es la seguridad colectiva. Obviamente, pagamos un precio por estas restricciones, dado que nuestras empresas se marchan a lugares con más libertad investigadora, producimos menos patentes y, en definitiva, competimos en clara desventaja con China y Estados Unidos. A cambio, disfrutamos de una mayor seguridad con nuestros datos en lo referente a la IA, con organismos modificados genéticamente, con la nanociencia, etc. No sabemos si simplemente estamos aplazando los peligros (la supremacía de las otras superpotencias puede suponer otra forma de riesgo en forma de colonialismo tecnológico tarde o temprano) o, por el contrario, es la decisión acertada en un contexto internacional cada vez más complejo. Valga esta digresión para reflexionar sobre qué supone desde el punto de vista de la precaución el desvelamiento de la estructura tridimensional de las proteínas.

En efecto, la creación de proteínas *ex novo* o la modificación de las ya existentes nos expone a unos riesgos inaceptables, dado que la IA, sin necesidad de especular sobre su inteligencia o aun con su consciencia, podría informar a usuarios inadecuados sobre cómo producir una verdadera hecatombe medioambiental o existencial²⁷. Este tipo de reflexiones no pertenecen ya a la ciencia ficción. Es obvio que se pueden diseñar proteínas con fines terroristas²⁸. La temática ha irrumpido de forma tan repentina que ni siquiera la legislación internacional prevé cómo afrontar el proteoma desde el punto de vista dual (civil o militar). Ahondemos en esta cuestión.

Por motivos evolutivos que nos resultan fascinantemente desconocidos, las proteínas, constituyentes de la vida, son levógiros. ¿Se pueden diseñar organismos vivos dextrógiros?; ¿cómo interactuarían estos con la biología terrestre, incluidos nosotros? Hace algunos años, George Church publicó un interesante libro donde se fantaseaba con la posibilidad de crear formas de vida “espejo”, esto es, una biología dextrógiro que coexistiese con nosotros, al parecer, en plena y ecuménica armonía²⁹.

Pues bien, en diciembre de 2024, poco después de que se hiciese público el premio de Química, dicho genetista firmó junto a un grupo de reconocidos especialistas (“no son gente dada a las alarmas ni al pesimismo biotecnológico”³⁰), un desasegante artículo donde alertaba a la humanidad de los riesgos inherentes a la creación de bacterias dextrógiros³¹. En su caso, ni siquiera se molestaron en pedir una moratoria científica al estilo de Asilomar: simplemente solicitaron expresamente que se prohibieran este tipo de investigaciones y se vigilaran periódicamente los hipotéticos avances.

La publicación, con sus extensísimos anexos, es de las que quitan el sueño. Los riesgos medioambientales sobrepasan lo imaginable y no resulta exagerado sostener que estamos ante una cuestión de riesgo existencial que puede afectar a la vida

en el planeta. Sin embargo, nadie se ha dado por aludido, en especial, los juristas o la clase política.

Podemos examinarlo desde otra perspectiva: casi dos meses después de que se concediese el Premio Nobel de Química por, entre otras cuestiones, la creación *ex novo* de proteínas, un grupo de investigadores de primera línea alertó al mundo del riesgo que corriamos si se creaban bacterias con proteínas dextrógiros. Dos años antes también se habían publicado artículos avisando de los riesgos inherentes a crear proteínas con objetivos terroristas, en un contexto, debemos insistir, de total anomia internacional. Precisamente los dos galardonados en física ese mismo año, vinculado también a la IA, también mostraron su preocupación de los riesgos de la Inteligencia Artificial en combinación con las disciplinas “bio”. Por último, se puede conectar esta temática con los riesgos asociados a la denominada “ganancia de función”³².

En resumidas cuentas, el hecho de que ni Google ni ninguna mujer haya obtenido el galardón de química de 2024, aunque sea por motivos bien diferentes, debe ser objeto de reflexión si queremos contextualizar adecuadamente el galardón. Por último, la inevitable y constitutiva curiosidad humana no puede ser refrenada ni tampoco sojuzgada por la tentación tecnofóbica, también presente en nuestras sociedades altamente industrializadas. Pero ello no debe hacernos olvidar la enorme responsabilidad que están contrayendo los científicos con las generaciones venideras, dado que sus descubrimientos nos dotan como especie de un poder incommensurable y sin precedentes. Resulta necesaria una llamada a la prudencia, al principio de responsabilidad de Jonas y a su versión jurídica, el principio de precaución, hoy día puesto en cuestión en Europa por los tecnócratas de las multinacionales.

¿Quién puede ganar algún día el premio Nobel?

¿Podría ser una IA? Para poder acercarnos siquiera a una respuesta tendríamos que comenzar por analizar qué aporta realmente una IA a la investigación científica. Ahora bien, esta cuestión se podría reformular a su vez de innumerables formas: ¿cuál es la naturaleza propiamente dicha de una IA?; lo que hace, sea lo que sea, ¿es realmente inteligencia o simplemente una forma sofisticada de computación, caricaturizada a veces, como sucede con la habitación china de Searle?; ¿cuál es su límite superior, esto es, hasta dónde podrá llegar?; ¿se trata de un crecimiento exponencial en sus capacidades o nos toparemos en breve con límites insolubles?; ¿podrá descubrir leyes de la Naturaleza inalcanzables para un cerebro de tan solo kilo y medio de peso como el nuestro, o solo es un medio, de gran ayuda, pero un simple instrumento para que los científicos no pierdan el tiempo en tareas pueriles, automáticas o repetitivas y se puedan centrar en la verdadera actividad científica?; si la combinamos con la computación cuántica, todavía incipiente, ¿qué sucederá?; si los juristas, traductores, periodistas, médicos, etc., se interrogan sobre si una IA podrá sustituirlos algún día (en realidad, ya está ocurriendo), ¿sue-

ñan también los químicos con ovejas eléctricas que les quitan el trabajo?

Hay una frase de uno de los galardonados, Jumper, probablemente formulada con otra intención, que resume el alcance de estos interrogantes: le dimos al botón y la dejamos sola...³³, ¿estamos ante una ocurrente metáfora o se trata solo del inicio de una nueva forma de hacer ciencia? Los directores de *Nature* parecen optar por esta segunda posibilidad: “*AI pioneers win 2024 Nobel prizes*”¹⁰.

En este contexto, resulta razonable preguntarse por qué han galardonado a estos tres científicos con el Premio Nobel de Química. ¿Es porque no le pueden conceder el Nobel de informática, dado que no existe? Si las proteínas son los constituyentes básicos de la vida, y sin ánimo alguno de ofender a los lectores, ¿por qué no le han dado mejor el de Biología (v. g., fisiología o medicina)? De hecho, otro editorial de *Nature* parece reclamar el Nobel de Química para la Biología estructural: “*30 years of structural and molecular biology and counting*”³⁴.

Al parecer a algunos físicos les ha irritado sobremanera que hayan concedido el Premio Nobel de Física a quienes han trabajado también con una IA³², algo así como si hubiesen hecho trampa, hasta el punto de que uno de los galardonados se ha visto obligado a justificar sus aportaciones: lo relevante no es el problema en sí mismo, sino “cómo se aborda la solución” según Hopfield¹⁷, o mejor aún, la “actitud” con que se aborda, según el mismo autor³⁵. Pues bien, ¿existe un sentimiento similar entre los químicos? ¿Hasta qué punto toca la autoestima de los científicos que los descubrimientos (desvelamientos, predicciones, etc.) sean provocados / generados / inducidos por una IA, aun cuando seamos nosotros quienes en última instancia enchufemos el ordenador a la red eléctrica? ¿Es porque intuyen que algo profundo, sustancial y quizás irreversible está afectando a la forma en que progresaremos en tiempos venideros en ciencias? Después de todo, Hinton, el otro galardonado en física, cree que la IA va a ser más inteligente que nosotros antes de lo esperado³⁶.

Los dos investigadores de Google han sido premiados por crear los algoritmos que permiten predecir la estructura tridimensional de las proteínas. Ahora bien, la predicción propiamente dicha la hace una IA, no ellos. Los seres humanos podremos comprobar, verificar o confirmar que la predicción es compatible con la Naturaleza, pero en realidad la predicción no ha sido efectuada por un ser humano, sino por algoritmos creados por los seres humanos. Si esos mismos algoritmos sirviesen para predecir la inflación, aunque sea por pura casualidad, ¿le darían por ello también el de economía? Es cierto que debemos comprobar después si la predicción algorítmica es viable, de ahí que al menos desde el punto de vista laboral no haya despertado tantas suspicacias en la biología estructural, pero en cierta forma, y sin desmerecerla, se trata de una labor a posteriori, quién sabe si innecesaria dentro de algunos años, cuando la IA refine sus resultados finales.

Pues bien, estas reflexiones nos llevan a plantearnos cuál es el nivel de autonomía real de una IA. Esto es, si su autonomía es nula (los algoritmos creados contienen todos los axiomas necesarios para realizar la predicción), entonces se puede sostener legítimamente que el elemento humano es omnipresente. Sin embargo, no es así. Algunas de las preguntas formuladas a los ganadores son inquietantes: entrevistador: ¿importa que conozcamos las reglas? Baker: “no importa cómo se logra llegar a ellas...” (nota: se refiere a la estructura de las proteínas). Pero sí importa. El problema de la Caja Negra, es decir, no qué logran sino cómo lo logran, en este caso, la predicción de la estructura de las proteínas, parece insoluble al decir de los especialistas. De hecho, cuando AlphaFold ganó al campeón mundial de “Go”, la reflexión del Grupo Europeo de Ética de las Ciencias (Consejo de Europa) giró en torno a la preocupación que despertaba el hecho de no poder comprender cómo la IA había logrado la victoria³⁷.

Esto nos reconduce al problema de la naturaleza de la IA, esto es, si estamos ante meros algoritmos estadísticos que correlacionan datos, con total indiferencia de que sean aminoácidos, versos o nanas (Jumper concede que la IA es capaz de captar patrones y estructuras en los datos, pero solo nosotros podemos formular las hipótesis, conjeturas o preguntas “correctas”²¹), o si nos hallamos ante una forma de inteligencia artificial que cobra cada vez más autonomía y por ende nos obliga legítimamente a plantearnos a quién atribuir en última instancia los méritos (la IA generativa dista de ser propiamente inteligente, pero a nadie se le escapa que este modelo solo parece ser una transición hacia otro mejorado, quizá imbricado con los ordenadores cuánticos, que arrojará innumerables preguntas sobre qué tipo de ente tenemos frente a nosotros).

Los juristas debaten en estos momentos si se puede imputar una invención o una creación artística o literaria a una IA. El problema coexiste con tabúes de naturaleza religiosa (la “invención” solo puede ser atribuible a un ser humano porque presupone algo así como una cierta “espiritualidad”, solo posible, salvo sorpresa mayúscula, en nosotros), pero el problema de fondo reside en concretar cuál es la relación entre el creador del algoritmo inicial, que es un humano, y el producto final, que puede ser inimaginable por un humano. Dado que el problema de la Caja Negra incide en la *explicabilidad* (no podemos saber cómo una IA ha producido el resultado final), y cuando se inscribe una patente a nombre de una persona esta debe estar en condiciones de explicar cómo ha logrado el invento, ¿a quién atribuir un invento inexplicable, en el sentido de no poder saber cómo se ha logrado el resultado final? Las oficinas de patentes y los juristas tienen verdaderos quebradores de cabeza para alcanzar un consenso ante una cuestión que nos obliga a adoptar una de estas tres soluciones: a) atribuir el invento al humano que creó los algoritmos iniciales, aunque no sea capaz de explicar cómo su IA ha logrado dicho invento; b) atribuir el invento a una IA, aunque no sea humana y en realidad nadie sepa qué significa; c) no atribuir el invento a nadie, en cuyo caso el invento carece de propietario intelectual.

tual, por mucho beneficio que pueda generar (las leyes de la propiedad industrial decaerían por falta de propietarios de las patentes). En esas están.

Traslademos este problema a los galardonados, y por ende, a la comunidad científica presente o futura: a) atribuimos el premio a quienes crearon los algoritmos, aun cuando no puedan explicar cómo funciona realmente su IA (solo saben verificar o comprobar a posteriori si la predicción efectuada por la IA es compatible con la Naturaleza); b) atribuimos el premio a la IA que realiza las predicciones sin intervención (salvo inicialmente) humana (en este caso, cabe augurar un mal futuro a los premios Nobel); c) dejamos huérfanos los premios porque, aun cuando las predicciones realmente se producen y son beneficiosas, propiamente no podemos atribuírsela a nadie (mismo augurio que en el “b”).

El Comité del Premio Nobel ha optado por la misma solución que (por ahora) están adoptando los tribunales de las oficinas de patentes: el descubrimiento (o invento) se atribuye a un humano, y no a una IA, aun cuando el humano no tenga ni idea de cómo la IA logra el descubrimiento (o la invención).

Australia ha roto este paradigma jurídico concediendo una patente a una IA (caso Dabus³⁸). El equivalente en ciencias sería que el premio Nobel del año que viene recayera, no en químicos humanos, sino en una IA. No sabemos cuán lejos (o cerca) estamos de algo así, pero no hay que desdeñar la capacidad imaginativa de los juristas para afrontar problemas.

Hagamos un simple experimento mental, aunque sea altamente imaginativo: si un jurista auxiliado por la IA generativa logra desentrañar qué sucede dentro de un agujero negro (v. gr., formula las preguntas que a nadie se le ocurrió antes), ¿qué sería más surrealista, concederle el premio de física (por lo que ha descubierto), el de derecho (que por cierto no existe), por la forma en que “interrogó”, fruto de su experiencia en los tribunales, a la IA, o concedérselo a la IA generativa porque en realidad el jurista no es capaz de comprender la respuesta de esta? De acuerdo en que los tres galardonados con el Nobel son reconocidos especialistas, pero en qué momento lo relevante no será saber qué se está haciendo sino crear los algoritmos adecuados para resolver problemas aun cuando se carezca de formación genuina para comprender la solución. A ese respecto, ya hay legos en la materia participando en concursos sobre IA y proteínas con ordenadores de juguete¹⁷. Si en 2030 tres juristas, por ejemplo, ganan el premio Nobel en alguna disciplina científica, es que algo falla en la comprensión del papel que juega la IA en la ciencia. Menos mal que es un simple experimento mental.

En resumidas cuentas, el Premio Nobel de Química de este año, más allá de la lógica y merecida satisfacción de los galardonados y de la interdisciplinariedad inherente al galardón, nos arrostra un sinnúmero de preguntas para las que carecemos de respuesta en estos momentos. Cuando se apaguen los fuegos artificiales, tendremos que abordarlas.

Conclusiones

¿Hacia dónde vamos? El premio Nobel de Química del año 2024 nos lega infinitud de promesas, pero también de incertidumbres.

En el lado del *haber*, en primer lugar, el galardón nos acerca al sueño de poder modelar la materia en función de nuestras necesidades. En efecto, si lográramos diseñar proteínas a la carta nuestro mundo cambiaría, no solo en biomedicina o biotecnología, sino también en cuestiones en principio alejadas de la salud como la creación de biomateriales para la optimización de la energía o la reutilización de los desechos industriales.

En segundo lugar, el premio nos muestra la creciente interacción entre disciplinas, dado que las fronteras entre estas se nos presentan cada vez más difusas (físicos que se dedican a la química, informáticos que se centran en la biología, etc.). Problemas cosmológicos como el origen de la vida, la conciencia humana o nuestro futuro han dejado de ser objeto de una única materia para necesitar ser afrontados desde la multidisciplinariedad. Por otra parte, la relevancia de las proteínas, si no en detrimento, sí en paridad con la imagen pública del genoma, ha coincidido también con la elevación del estatuto del ARN, pariente pobre del ADN, incluso en las cuestiones cosmológicas citadas (véase El catalizador, del bioquímico Thomas Cech)³⁹, lo que indirectamente pone de manifiesto la complejidad de la interacción de las moléculas vinculadas a la vida. La tercera versión de AlphaFold, dirigida por dos de los galardonados, trata también de afrontar esas cuestiones.

En tercer lugar, el Nobel concedido nos muestra la ya inevitable participación, o intromisión, según se mire, de la IA en las investigaciones científicas. La imagen del científico aislado de sus congéneres imaginando hipótesis dio lugar gradualmente a la del grupo multitudinario cuyos artículos son a veces más breves que el listado de participantes. Parece que nos dirigimos hacia una tercera modalidad de investigación donde los científicos formulan las preguntas “adecuadas” para que la IA trate de resolverlas, adjudicando los méritos, quién sabe por cuánto tiempo, únicamente a los humanos.

En el *debe* hemos de resaltar el creciente monopolio de los gigantes norteamericanos de la tecnología, ya no solo en cuestiones económicas o incluso políticas, sino también en la propia actividad científica. Si los algoritmos necesitan recolecciones a gran escala de datos y esto solo es posible para quien cuenta con servidores sin limitaciones, el resultado puede ser una dependencia involuntaria e indeseada de la comunidad científica. En cierta medida, se está cambiando la forma de hacer ciencia, reconvirtiendo a los investigadores en clientes y a la sociedad en meros consumidores de productos informáticos. La ausencia de normas jurídicas internacionales para minimizar el impacto de las multinacionales no hace sino agudizar este problema.

Por último, las aportaciones de los tres galardonados se han producido en un contexto donde estamos difuminando las fronteras entre las especies, entre los seres humanos y los animales, y entre estos y las cosas. La combinación entre la edición genómica, el diseño de proteínas y la capacidad predictiva de la IA nos acerca a un mundo con grandes esperanzas, pero también sometido a unos riesgos nunca imaginados. Debemos ser conscientes de ello.

Referencias

1. R Jacobsen. Proteínas artificiales. **Investigación y Ciencia**, **590**, 58-67 (2021).
2. V Marx. Method of the Year: protein structure prediction. **Nat. Methods**, **19**, 5–10 (2022).
3. S Reardon. Five protein-design questions that still challenge AI. **Nature**, **635(8037)**, 246-248 (2024).
4. A Ourmazd, K Moffat, EE Lattman. Structural biology is solved –now what?'' **Nat. Methods**, **19**, 24–26 (2022).
5. E Callaway. What's next for the AI protein-folding revolution. **Nature**, **604(7905)**, 234-238 (2022)
6. E Callaway. AI tools are designing entirely new proteins that could transform medicine. **Nature**, **619(7969)**, 236-238 (2023).
7. RA Chica, N Ferruz. What does it take for an 'AlphaFold Moment' in functional protein engineering and design? **Nat. Biotechnol.**, **42**, 173–174 (2024).
8. S Paiva. Protein prediction takes the prize. **Nat. Chem.**, **16(12)**, 1938 (2024).
9. F Graham. Daily briefing: AlphaFold developers share Nobel Prize in Chemistry. **Nature**, Oct 9, (2024). doi: 10.1038/d41586-024-03325-1
10. Editorial. AI pioneers win 2024 Nobel prizes. **Nature Machine Intelligence**, **6**, 1271 (2024)
11. D Baker. NobelPrize: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2024/baker/interview>. Última visita, marzo de 2025.
12. NobelPrize. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2024/jumper/interview/> Última visita, marzo de 2025.
13. J Jumper y D Hassabis. Protein structure predictions to atomic accuracy with AlphaFold. **Nat. Methods**, **19**, 11–12 (2022).
14. LA Abriata. The Nobel Prize in Chemistry: past, present, and future of AI in biology. **Commun. Biol.**, **7**, 1409 (2024).
15. Editorial. Happy anniversary, PDB!. **Nat. Struct. Mol. Biol.**, **28**, 399 (2021).
16. Editorial. Method of the Year 2021: Protein structure prediction. **Nat. Methods**, **19**, 1 (2022).
17. E Callaway. AI has dreamt up a blizzard of new proteins. Do any of them actually work? **Nature**, **634(8034)**, 532-533 (2024).
18. E Callaway. Major AlphaFold upgrade offers boost for drug Discovery. **Nature**, **629(8012)**, 509-510 (2024).
19. M Baek, D Baker. Deep learning and protein structure modeling. **Nat. Methods**, **19**, 13–14 (2002).
20. A Doerr. Protein design: the experts speak. **Nat. Biotechnol.**, **42**, 175–178 (2024).
21. J Jumper. PrizeNobel.org: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2024/jumper/interview/> Última visita: marzo de 2025.
22. E Nji, AFA Moumbock, KC Cramer, NV Rüffin, J Davis, OA Asojo *et al.* Supporting structural biologists in Africa requires resources and capacity building. **Nat. Struct. Mol. Biol.**, **31**, 1814–1815 (2024)
23. E Nji, KC Cramer, NV Rüffin, FG Fofana, W Heiba, S Sankhe. Leveraging AlphaFold for innovation and sustainable health research in Africa. **Nat. Commun.**, **16**, 1334 (2025).
24. E Callaway. Developers of AlphaFold win Chemistry Nobel. **Nature**, **634**, 525-526 (2024).
25. J Apfeld. Keeping in touch with the road not taken. **Nat. Struct. Mol. Biol.**, **31**, 1816–1817 (2024).
26. P Ball. If the Nobel Prizes were designed today, what would change? **Nature**, **634(8035)**, 763-764 (2024).
27. TJ O'Brien y N Cassidy. Assessing the Risks Posed by the Convergence of Artificial Intelligence and Biotechnology. **Health Security**, **18(3)**, 219-227 (2020).
28. F Urbina, F Lentzos, C Invernizzi, S Ekins. Dual use of artificial-intelligence-powered drug discovery. **Nat. Mach. Intell.**, **4(3)**, 189–191 (2022).
29. G. Church. Regenesys, How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves. Regis University, Denver, CO, USA (2011).
30. J Sampedro. La vida a través del espejo. Diario El País, España. 14 de diciembre (2024).
31. P Katarzyna, D Agashe, Y Belkaid, DM Bittencourt, Y Cai, MW Chang, *et al.* Confronting risks of mirror life. **Science**, **386**, 1351-1353 (2024).
32. M Kozlov. US funders to tighten oversight of controversial 'gain of function' research. **Nature**, **629 (8012)**, 510-511 (2024).
33. D Castelvechi, E Callaway, D Kwon. AI comes to the Nobels: double win sparks debate about scientific fields. **Nature**, Oct. 10 (2024). doi: 10.1038/d41586-024-03310-8
34. Editorial. 30 years of structural and molecular biology and counting. **Nat. Struct. Mol. Biol.**, **31**, 1811 (2024).
35. E Gibney. John Hopfield has had a varied career and delights in working in the cracks between disciplines. **Nature**, **635(8037)**, 16-17 (2024).
36. E Gibney y D Castelvechi. Physics Nobel scooped by machine-learning pioneers. **Nature**, **634(8034)**, 523-524 (2024).
37. European Group on Ethics in Science and New Technologies. Statement on artificial intelligence, robotics and 'autonomous' systems: Brussels, 9 March (2018).
38. S Gibson y J Newman. What Happens When AI invents: Is the Invention Patentable? **AI Magazine**, **41(4)**, 96-99 (2020).
39. T Cech. El Catalizador. Editorial Ariel (2025). ISBN: 978-84-344-3845-3