

# Salud y Educación Superior: Transiciones y Revoluciones

Julio Frenk Mora

## Combatir la infección utilizando nanotransportadores para medicamentos: nanopartículas de sílice, bacterias y células

María Vallet Regí

## La inteligencia artificial y la ética: navegando por los desafíos del futuro

Cecilia Kindelán Amorrich



Reial Acadèmia Europea de Doctors  
Real Academia Europea de Doctores  
Royal European Academy of Doctors

BARCELONA - 1914



**JULIO FRENK MORA,**  
**Doctor en Medicina y Doctor en Sociología**



**MARÍA VALLET REGÍ.**  
**Doctora en Ciencias Químicas**



**CECILIA KINDELÁN AMORRICH,**  
**Doctora en Comunicación**



© Julio Frenk Mora  
© María Vallet Regí  
© Cecilia Kindelán Amorrich

La Real Academia Europea de Doctores, respetando como criterio de autor las opiniones expuestas en sus publicaciones, no se hace ni responsable ni solidaria.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del “Copyright”, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

Producción Gráfica: Ediciones Gráficas Rey, S.L.

Impreso en papel offset blanco Superior por la Real Academia Europea de Doctores.

ISBN: 978-84-09-52491-4

Impreso en España –Printed in Spain- Barcelona

Fecha de publicación: junio 2023

# **Salud y Educación Superior: Transiciones y Revoluciones**

Excmo. Sr. Dr. Julio Frenk Mora

## **Combatir la infección utilizando nanotransportadores para medicamentos: nanopartículas de sílice, bacterias y células**

Excma. Sra. Dra. María Vallet Regí

## **La inteligencia artificial y la ética: navegando por los desafíos del futuro**

Excma. Sra. Dra. Cecilia Kindelán Amorrich

**COLECCIÓN REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES**



Reial Acadèmia Europea de Doctors  
Real Academia Europea de Doctores  
Royal European Academy of Doctors  
BARCELONA · 1914

[www.raed.academy](http://www.raed.academy)



## ÍNDICE

<b>DISCURSOS DE INGRESO</b> .....	11
Excmo. Sr. Dr. Julio Frenk Mora	
<b>DISCURSO DE CONTESTACIÓN</b> .....	29
Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo	
<b>DISCURSOS DE INGRESO</b> .....	41
Excma. Sra. Dra. María Vallet Regí	
<b>DISCURSO DE CONTESTACIÓN</b> .....	55
Excma. Sra. Dra. M. Àngels Calvo Torras	
<b>DISCURSOS DE INGRESO</b> .....	65
Excma. Sra. Dra. Cecilia Kindelán Amorrich	
<b>DISCURSO DE CONTESTACIÓN</b> .....	113
Excmo. Sr. Dr. Rafael Urrialde de Andrés	
<b>Publicaciones de la Real Academia Europea de Doctores</b> .....	125







# Salud y Educación Superior: Transiciones y Revoluciones

Discurso de ingreso en la Real Academia Europea de Doctores, como  
Académico de Honor, en el acto de su recepción  
el 28 de junio de 2023

por

**Excmo. Sr. Dr. Julio Frenk Mora**  
Doctor en Medicina y Doctor en Sociología

Y contestación de el Académico de Número

**Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo**  
Doctor en Medicina y Cirugía

**COLECCIÓN REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES**



Reial Acadèmia Europea de Doctors  
Real Academia Europea de Doctores  
Royal European Academy of Doctors  
BARCELONA · 1914



# ÍNDICE

DISCURSOS DE INGRESO .....	11
La salud en transición.....	13
Educación superior: La nueva revolución del siglo 21 .....	19
Conclusión .....	23
Referencias .....	25
DISCURSO DE CONTESTACIÓN.....	29
Publicaciones de la Real Academia Europea de Doctores .....	125





## ❧ DISCURSOS DE INGRESO

Sean mis primeras palabras como miembro de la Real Academia Europea de Doctores el vehículo para expresar el más gratificante de los sentimientos: la gratitud. Agradezco al excelentísimo señor Presidente de la Real Academia Europea de Doctores, doctor Alfredo Rocafort Nicolau y a su Junta de Gobierno por haber aceptado la propuesta de mi nombramiento, la cual fue formulada por mi apreciado amigo y colega, el doctor José Ramón Calvo. Hago extensiva mi gratitud a los miembros de la Academia que ratificaron mi nombramiento como Académico de Honor de esta eminente agrupación. Finalmente, agradezco al excelentísimo señor Rector Magnífico de la Universidad Complutense de Madrid, doctor Joaquín Goyache, por su gentil hospitalidad al ofrecer este espléndido Paraninfo como sede de la ceremonia solemne que hoy nos congrega.

El propósito de mi discurso de ingreso es sintetizar los temas que me han ocupado en las distintas fases de mi carrera hasta la fecha y, al mismo tiempo, apuntar hacia una posible agenda para el futuro.

Me centraré en los profundos cambios que están ocurriendo en dos ámbitos cruciales del desarrollo humano y social: la salud y la educación superior. El análisis tiene una dimensión temporal y otra espacial. En lo temporal, la idea es anticipar estos cambios para estar en posición de definir nuestro futuro. En lo espacial, se trata de adoptar una mirada global para entender mejor las fuerzas que dan forma al mundo.

Intentaré vincular las dos áreas. La salud y la educación superior han experimentado sendas revoluciones en diferentes momentos. La revolución de la salud arrancó a principios del siglo 20, se aceleró dramáticamente después de la Segunda Guerra Mundial y continúa hasta la fecha. En contraste, la educación es una de las pocas áreas del quehacer humano que no experimentó una revolución tecnológica durante el siglo 20. Esa revolución está ocurriendo ahora mismo y encierra un enorme potencial. Analizaré la forma en que estas dos revoluciones, inicialmente desfasadas, están ahora convergiendo y pueden llegar a reforzarse mutuamente.

En la primera parte de esta conferencia analizaré la revolución de la salud y sus implicaciones para una nueva generación de reformas a los sistemas de salud. En la segunda parte examinaré la revolución de la educación superior actualmente en curso y sus implicaciones para el papel de las universidades en este problemático siglo 21.

A lo largo del discurso intentaré hacer explícita la conexión entre las dos revoluciones. En su nivel más profundo, el enlace entre la salud y la educación superior se da por medio del conocimiento, el producto por excelencia de las universidades y el motor del progreso en salud. Mi mensaje central es que el conocimiento —ya sea generado por la investigación científica, el estudio humanístico o la creación artística— representa la fuerza más poderosa para comprender la realidad y transformarla en forma positiva. Avanzar en las revoluciones de la salud y la educación superior es una de las estrategias cruciales para lograr mejores niveles de bienestar en nuestro mundo interdependiente.

También me referiré a los efectos de la pandemia de COVID-19. De todos los sectores de la economía, las mayores transforma-

ciones estructurales que produjo esta contingencia se dieron justamente en la educación y la salud. En otros sectores de la economía los cambios fueron coyunturales. En la educación y la salud la situación no volverá a ser igual a la que existía antes de la pandemia. Este acontecimiento cambió de manera radical las formas de organización y entrega de los servicios educativos y de salud. Muchos de esos cambios ya estaban en marcha o se veían venir, pero la pandemia los aceleró.

### **La salud en transición**

Veo a la salud como un punto de encuentro donde convergen biología y sociedad, individuo y población, ciencia y humanidades, conocimiento y acción.<sup>1</sup> La salud ofrece, por lo tanto, un espacio privilegiado para entender las corrientes más profundas que han definido la experiencia humana en diferentes momentos de la historia.

La salud siempre es dinámica. El concepto de ‘transición’ intenta captar dicho dinamismo para volverlo objeto de análisis riguroso. Ésta fue una de mis áreas iniciales de investigación. La transición de la salud comprende dos dimensiones principales: por un lado, la transición epidemiológica, que se refiere al cambio de largo plazo en las condiciones de salud de una población; por el otro, la transición de los sistemas de salud, que representa la transformación de la respuesta social organizada a los problemas de salud.

A partir del siglo 20, y sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial, la salud en todo el mundo ha experimentado una serie de cambios que no pueden más que caracterizarse como revolucionarios. El primer aspecto de esta revolución es la transformación en las condiciones de salud, la cual comprende cambios demográficos y epidemiológicos de enorme

impacto social. Dadas las limitaciones de tiempo, no presentaré información cuantitativa al respecto,<sup>2</sup> sobre la cual existe una amplia literatura. En vez de ello, discutiré de manera resumida las principales tendencias de amplio alcance, las cuales apuntan hacia un panorama de cambio y complejidad sin precedentes.

Para empezar, es importante señalar que casi todos los países de ingresos altos y un número creciente de los de ingresos medios han completado su transición demográfica, al haber pasado de un estado de equilibrio caracterizado por alta mortalidad y fecundidad a otro caracterizado por baja mortalidad y fecundidad. En ese proceso han ocurrido dos fenómenos cruciales: el crecimiento y el envejecimiento de la población. Ambos han tenido consecuencias mayúsculas en todas las áreas de la vida social, pero algunas de las más trascendentes se expresan en las condiciones de salud, generando una transición epidemiológica con tres transformaciones fundamentales:

Primero, las causas dominantes de enfermedad y muerte han pasado del predominio de las enfermedades infecciosas al de los padecimientos no transmisibles, como la diabetes, el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y los problemas de salud mental.

Segundo, la composición por edades de la mortalidad ha cambiado dramáticamente, pues antes la mayoría de las muertes se concentraba entre los menores de 5 años, mientras que ahora lo hace entre los adultos mayores.

Finalmente, el significado social de la enfermedad ha pasado de ser una sucesión de episodios agudos a una condición crónica de vida, a menudo estigmatizada.



Al mismo tiempo que el mundo experimentaba esta primera revolución en las condiciones de salud, empezaba a gestarse una revolución paralela en los sistemas de salud. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, la función social de promover la salud y cuidar de los enfermos había sido asignada a instituciones no especializadas, como la familia o las organizaciones religiosas. Aunque algunos procesos de diferenciación arrancaron antes, es hasta el siglo 20 cuando emerge un conjunto de instituciones dedicadas exclusivamente a dicha función social. Estas instituciones conforman los sistemas de salud, los cuales han experimentado una expansión exponencial, con profundas implicaciones económicas, políticas, culturales y éticas.

Así, la atención de la salud se ha convertido en uno de los sectores más dinámicos de la economía y una de las principales fuentes de empleo. Al mismo tiempo, se ha constituido en un campo para la competencia política entre partidos, grupos de interés y movimientos sociales. Los sistemas de salud también han generado propuestas culturales para interpretar aspectos claves de la experiencia humana, como el nacimiento y la muerte, el dolor y el sufrimiento, la normalidad y la desviación.

Finalmente, estos mismos sistemas han devenido espacios en donde se formulan y en ocasiones se responden varias de las preguntas éticas clave de nuestro tiempo: ¿Cuándo empieza y cuándo termina la vida? ¿Qué tanto intervenir para prolongar las enfermedades terminales? ¿Qué es una muerte digna? ¿Cómo establecer prioridades entre distintos tipos de padecimientos o diferentes grupos de población? ¿Cómo lograr una distribución justa de los recursos asignados a la atención de la salud?

Contra el trasfondo de los profundos cambios que han experimentado los sistemas de salud a lo largo del siglo 20 y lo

que llevamos del 21, hoy se está dando en todo el mundo una búsqueda de mejores fórmulas para garantizar la cobertura universal de servicios de alta calidad con protección financiera. La pandemia puso de manifiesto las limitaciones de los actuales esquemas, lo cual hace urgente el desarrollo de un nuevo modelo de atención con los siguientes atributos:

- **anticipatorio y predictivo**, es decir, que promueva la salud y combata proactivamente los riesgos a la población;
- **centrado en las personas**, lo cual implica aplicar los avances científicos para desarrollar la llamada “medicina de precisión”, capaz de responder a las características específicas de cada paciente;
- **comprometido con la calidad**, lo que supone prestar servicios efectivos y seguros que garanticen un trato digno;
- **integral**, que implica la cobertura de todo el ciclo del proceso de salud-enfermedad;
- **continuo**, que exige la cobertura de todo el ciclo de vida de las personas, con énfasis en el manejo de la cronicidad que ahora domina el panorama epidemiológico;
- **diversificado**, que propone novedosos espacios para una atención hospitalaria, ambulatoria y domiciliaria capaz de responder a las diferentes necesidades de los enfermos y los sanos;
- **multidisciplinario**, es decir, basado en equipos con múltiples competencias profesionales;

- **interconectado** a través de redes locales, regionales, nacionales y globales;
- **sostenible**, lo que exige un manejo fiscalmente responsable que garantice un alto nivel de protección financiera;
- **sustentable**, que proteja al ambiente;
- **responsable**, es decir, capaz de rendir cuentas en un marco de transparencia e integridad;
- **innovador**, que invierta en investigación y desarrollo tecnológico de manera que pueda renovarse en consonancia con el dinamismo inherente a la salud.

Este nuevo modelo de atención está siendo impulsado por la convergencia entre cuatro áreas del progreso humano que hasta ahora se habían desarrollado de manera separada: los descubrimientos en la ciencias de la vida, especialmente la genómica; los avances en las tecnologías de la información, especialmente la capacidad de analizar cantidades masivas de datos, resumida en el concepto de “*big data*” o “macro-datos”; la gestión con enfoque sistémico, que permite manejar la complejidad para centrarse en la creación de valor social, y la movilización ciudadana, base de la transparencia y la rendición de cuentas para garantizar una adecuada rentabilidad de la inversión pública en salud.

Es importante reiterar que el motor de la revolución en salud iniciada a partir del siglo 20 ha sido el conocimiento. El mecanismo mejor conocido por el cual el conocimiento mejora la salud es su traducción en tecnologías, como vacunas y medicamentos. La pandemia de COVID-19 ha ofrecido un claro

ejemplo de la forma en que el conocimiento pudo traducirse, en un periodo de tiempo muy corto, en tecnologías efectivas. De hecho, la pandemia aceleró procesos de convergencia tecnológica que ya estaban en marcha que permitieron no sólo descifrar en cuestión de semanas la estructura genética del nuevo virus, sino diseñar y producir de forma masiva y en tiempo récord, pruebas diagnósticas, vacunas e incluso antivirales novedosos. También aceleró de manera impresionante el desarrollo de la telemedicina y la llamada salud digital. Estos cambios, como mencioné anteriormente, llegaron para quedarse y servirán, entre otras cosas, para ampliar la accesibilidad y calidad de los servicios de salud en regiones marginadas.

Pero el conocimiento científico no sólo se traduce en este tipo de tecnologías; también es internalizado por las personas para estructurar su vida diaria en dominios claves como la higiene personal, los hábitos alimenticios, la sexualidad y la crianza de los hijos. Las personas utilizan el conocimiento para tomar decisiones en su papel como coproductores de su propia salud y la de su familia. Esto también lo demostró de manera clara la pandemia. Así mismo, el conocimiento faculta a las personas para ser usuarios informados de los servicios y ciudadanos conscientes de sus derechos.

Un mecanismo más a través del cual el conocimiento mejora la salud es su traducción en evidencias científicas que sustentan el diseño, la implantación y la evaluación de las políticas públicas.

En el siglo 21, el conocimiento sigue siendo la fuerza principal que mantiene a la revolución de la salud en marcha. Ello establece una liga directa con las universidades, cuyo producto esencial es precisamente el conocimiento, a través de un ciclo integral que incluye varias fases:

Primero, la **producción** de conocimiento, mediante la investigación científica, el estudio humanístico y la creación artística;

segundo, la **reproducción** del conocimiento, principalmente mediante la educación;

tercero, la **traducción** del conocimiento ya sea en tecnologías o en evidencias para guiar la toma de decisiones;

finalmente, la **utilización** del conocimiento, que guía la acción y transforma la realidad, con lo cual se hace necesario producir nuevo conocimiento, reiniciándose así el ciclo.

Es este ciclo del conocimiento en perpetua renovación lo que vincula las dos revoluciones materia de mi discurso. Paso ahora a analizar la segunda de ellas.

### **Educación superior: La nueva revolución del siglo 21**

Sin menoscabo de la importancia central que tiene la producción de conocimiento a través de la investigación científica, esta parte final de mi conferencia se enfocará en la función educativa de las universidades.

Éste no es un campo nuevo para mí. Mis primeros proyectos de investigación giraron en torno a la educación médica y el mercado de trabajo médico.

Más recientemente, fui copresidente de una comisión internacional sobre la educación de los profesionales de la salud y primer autor del informe respectivo, publicado en 2010 en la prestigiada revista médica *The Lancet*.<sup>3</sup> Hace unos meses se publicó en esta misma revista una actualización de dicho informe.

Como decano de la Escuela de Salud Pública de la Universidad Harvard propuse y encabecé una profunda reforma educativa que sigue en marcha ahí. Ahora, la reforma de la educación superior es una de las más altas prioridades de mi agenda como rector de la Universidad de Miami.

Nos encontramos en un momento crucial para repensar la educación superior. El informe de la revista *Lancet*, al que acabó de hacer mención, documentó la persistencia de graves desequilibrios cuantitativos y cualitativos entre la oferta y la demanda de profesionales de la salud, desequilibrios que también se manifiestan en otros campos profesionales.

Al mismo tiempo, este momento ofrece una oportunidad única por la convergencia de cuatro factores que finalmente han hecho posible la revolución educativa del siglo 21:

Primero, los avances en las ciencias cognitivas, que permiten entender mejor cómo aprendemos los seres humanos;

segundo, la expansión de la demanda global por educación superior, alimentada por la reducción de la pobreza, sobre todo en China e India, y el surgimiento de una clase media global consciente del papel de la educación superior en la movilidad social;

tercero, el dinamismo sin precedente en los mercados de trabajo, generado por los avances en la automatización y la inteligencia artificial, lo cual obliga a las personas a retornar a las instituciones educativas a lo largo de toda su vida profesional;

cuarto, las innovaciones tecnológicas que han hecho posible el desarrollo de plataformas para la educación en línea de alta calidad —cuyo desarrollo impulsó de manera notable la pandemia

de COVID-19—, así como las experiencias de inmersión educativa mediante simuladores e instrumentos de realidad virtual.

En este dinámico contexto, resulta pertinente lanzar una nueva estrategia de educación superior con dos dimensiones: una pedagógica y otra institucional.

La dimensión pedagógica parte de una reorientación estratégica de la educación superior. Hasta ahora ha predominado una visión de la universidad que podríamos caracterizar como “tubular”, mediante la cual los estudiantes ingresan al espacio educativo, pasan un periodo fijo de su vida ahí y finalmente se gradúan para siempre. En cambio, lo que se requiere ahora es una arquitectura abierta, donde los estudiantes y egresados entren y salgan de la universidad en múltiples ocasiones a lo largo de su ciclo profesional conforme vayan cambiando las condiciones del mundo del trabajo y, por lo tanto, las necesidades educativas.

Sobre la base de esta reorientación estratégica, será necesario emprender un rediseño educativo. Por razones de tiempo me limito a enunciar sus componentes centrales, entre ellos, el aprendizaje basado en resultados, con una combinación de profundidad y extensión temáticas; la educación personalizada, paralela a la medicina personalizada de la que hablé antes, y el aprendizaje experiencial, que supone la inmersión del estudiante en la realidad como fuente de conocimiento susceptible de elaboración teórica. A final de cuentas, es necesario que todo estudiante viva una experiencia educativa integral, con tres niveles sucesivos de aprendizaje: informativo, formativo y transformativo.<sup>4</sup>

La dimensión institucional de la nueva estrategia educativa comprende, de manera central, el fortalecimiento de capacida-

des mediante la inversión en el desarrollo profesional del profesorado para que aprenda a enseñar bajo los nuevos enfoques pedagógicos.

Otra medida fundamental remite a las innovaciones en el diseño de salones de clase, materiales pedagógicos y plataformas tecnológicas, cuyo desarrollo, como ya mencioné, se aceleró con la pandemia.

En nuestro mundo interdependiente, es necesario asimismo contemplar la creación de nuevas formas de organización que aprovechen las tecnologías de la información y la comunicación para explotar complementariedades entre instituciones y promover la vinculación global, por ejemplo, mediante la creación de consorcios internacionales de instituciones educativas.

Además de sus aspectos prácticos, la vinculación global encierra un sentido más profundo. Los jóvenes ingresan a la universidad a la misma edad en que se convierten en ciudadanos. Si creamos oportunidades para que compartan experiencias educativas comunes, ayudaremos a reducir prejuicios y a desarrollar relaciones perdurables, contribuyendo a la construcción de una ciudadanía global que tanta falta hace. Tal es la intención que subyace al Programa Erasmo de la Unión Europea. Aunque ninguna otra región del mundo cuenta con el mismo grado de libertad de movimiento transfronterizo que la Unión Europea, vale la pena integrar consorcios que promuevan al máximo el intercambio de estudiantes y profesores, tanto por sus beneficios académicos como por su contribución a la armonía entre los países.

Avanzar en ese sentido permitirá cumplir una aspiración que la universidad ha abrigado desde sus orígenes: ser una institución ejemplar. Ello significa servir como ejemplo o modelo al adoptar valores y conductas que la propia universidad quisiera



ver reflejados en la sociedad más amplia de la que forma parte. Entre dichos valores y conductas se encuentran la integridad, el respeto a la libertad de expresión, la promoción de la diversidad y la inclusión.

Como comunidades centradas en el saber, las universidades son particularmente aptas para desempeñar el papel ejemplar de erigirse no en utopías, sino en *eutopías* o lugares ideales, a los que se aspira con un sentido práctico. Al guiar su vida interna por los valores y las conductas antes mencionados, las universidades pueden demostrar que existe un camino ilustrado hacia una mejor sociedad.

De hecho, así ha ocurrido en múltiples momentos a lo largo de la historia. Pero hoy la idea de la universidad ejemplar se vuelve particularmente urgente ante la oleada de desconfianza en los expertos y las instituciones que está afectando a muchas partes del mundo. En nuestros turbulentos tiempos, las universidades pueden servir como un modelo de abordaje creativo de los problemas más apremiantes del mundo, al cultivar intencionalmente la expresión libre de nuevas ideas, así sean controvertidas; abrazar una diversidad de perspectivas en la búsqueda compleja y a menudo contradictoria de la verdad; desarrollar mecanismos incluyentes y respetuosos para procesar las diferencias de opinión, y promover un auténtico sentido de pertenencia entre todos los miembros de la comunidad.

## **Conclusión**

Hay profundas conexiones entre las revoluciones de la salud y de la educación superior. Para empezar, la salud y la educación actúan como determinantes recíprocos: Un mejor desempeño educativo genera mejores condiciones de salud y viceversa. Además de estos efectos generales, la conexión más importan-

te, como señalé antes, se da a través del conocimiento, el cual representa el producto central de las universidades y la fuente principal del mejoramiento de la salud.

Un punto obvio de interacción entre ambos ámbitos se refiere a la educación de los profesionales de la salud, donde los sistemas de educación superior y de salud se traslapan. A la luz de los desequilibrios a los que aludí antes, existe un amplio espacio de oportunidad para lograr una vinculación más armónica entre los dos sistemas.

Todas estas conexiones se están fortaleciendo gracias a diversas innovaciones comunes, en particular la capacidad de analizar macro-datos, que permite la personalización tanto de la atención a la salud como de la educación, y el refinamiento de plataformas tecnológicas que están eliminando la fricción del espacio mediante la telemedicina y la teleducación.

Todo lo anterior apunta hacia una convergencia entre las dos revoluciones aquí analizadas, cuyo aspecto más trascendente nos remite al papel compartido entre la salud y la educación superior como elementos vitales de la igualdad de oportunidades y la movilidad social.

Quisiera concluir con una reflexión final del historiador mexicano Luis González y González. En su espléndida obra *La ronda de las generaciones*, él alude a la metáfora homérica de las generaciones como los follajes sucesivos de un mismo árbol.<sup>4</sup> Lo que une a las varias generaciones de miembros de la Real Academia Europea de Doctores, lo que conforma las raíces, el tronco y las ramas de nuestro frondoso árbol, son el amor por el conocimiento, la energía creadora y el compromiso con la sociedad. Hoy me siento honrado por la oportunidad de agregar mi propia hoja a este árbol en perpetua renovación.

## Referencias

- 1 Frenk J. *La salud de la población: hacia una nueva salud pública*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1994, p. 25.
- 2 Para una interpretación de los principales indicadores cuantitativos de las transiciones demográfica y epidemiológica, véase: Frenk J. La salud como derecho ciudadano. *Nexos* febrero 2012; 410: 44-48.
- 3 Frenk J, Chen L, Bhutta ZA, Cohen J, Crisp N, Evans T, Fineberg H, Garcia P, Ke Y, Kelley P, Kistnasamy B, Meleis A, Naylor D, Pablos-Mendez A, Reddy S, Scrimshaw S, Sepulveda J, Serwadda D, Zurayk H. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *Lancet* 2010; 376: 1923-58.
- 4 González y González L. *La ronda de las generaciones*. México, D.F.: Secretaría de Educación Pública, 1984.





# **Discurso de contestación**

**Excmo. Sr. Dr. José Ramón Calvo**



**Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia Europea de Doctores**

**Excmos. Sres. Académicos.**

**Mgfc. Sr. Rector de la Universidad de Las Palmas**

**Distinguidas Autoridades,**

**Señoras y Señores**

Permítanme iniciar mi intervención en este Solemne Acto Académico, manifestando mi agradecimiento a la Junta de Gobierno de la RAED y en especial al Presidente Excmo. Sr. Dr. D. Alfredo Rocafort Nicolau por el especial honor que representa para mi, el introducir ante ustedes en nombre y representación de esta centenaria corporación a la tan ilustre personalidad que hoy nos honra aceptando su nombramiento como Académico de Honor en la Real Academia Europea de Doctores, el Profesor Julio Frenk Mora.

Desglosar, en el breve tiempo del que disponemos para esta presentación laudatoria, un currículum como el del Dr. Frenk es tarea ardua por ser el suyo extenso y variado y que toca diversas áreas que incluyen la docente, la académica, la de gestión y la social.

Sr. Presidente, y distinguidos compañeros académicos presentes en la sala o que nos siguen a través de la transmisión en directo de este acto. Creo que es de Justicia en primer lugar, antes de iniciar esta Laudatio, agradecer de manera especial al Excmo y magnífico Rector de la Universidad Complutense de Madrid, Profesor Joaquin Goyache, que haya tenido la amabilidad de permitirnos utilizar este maravilloso espacio del Paraninfo para un acto tan distinguido como el que esta tarde de junio nos trae hasta aquí, agradecimiento que hacemos extensivo, con el permiso del Sr. Presidente, a los funcionarios que con tanto ca-

riño como diligencia nos han ayudado a que este acto pudiera materializarse con el esplendor que merece.

Iniciando ya mi intervención tengo el honor de introducir ante ustedes al Prof. Julio Frenk Mora, reconocido sin duda como uno de los más distinguidos científicos mexicanos e internacionales, a quien me une una vieja y calidad amistad, desde hace más de 20 años, cuando este humilde académico que les habla fue comisionado para asesorar a las autoridades de salud de mi querido México, en su lucha contra la lacra que significaba el tabaquismo en la población joven, misión esta que estaba auspiciada y encabezada por nuestro nuevo académico quien entonces era el ministro de Salud, en el gobierno de Vicente Fox y que sin duda marcó un hito profesional en mi vida, pero también dio inicio a una gran y fecunda amistad que ha continuado a lo largo de estos años y que hace que hoy me honre especialmente, en ser quien dé la bienvenida en esta casa a su nuevo miembro.

El Dr. Julio Frenk Mora nació en la Ciudad de México y es nieto de una señora que nació en la isla canaria de la Gomera y que desde joven emigró a México, lo cual representa un punto más de relación con quien les habla.

Se graduó como médico cirujano en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Posteriormente se traslada a los Estados Unidos donde obtuvo tres grados avanzados en la Universidad de Michigan: Maestría en Salud Pública, Maestría en Sociología y el Doctorado conjunto en Organización de la Atención Médica y en Sociología.

Es considerado uno de los principales expertos internacionales en el tema de la relación entre la globalización y la salud, sus investigaciones se han centrado mayormente en los sistemas de



salud. Ha estudiado las transiciones demográfica y epidemiológica, de las que ha analizado sus implicaciones en las políticas públicas respecto a los cambios en los patrones dominantes de salud y enfermedad. Fue fundador y director del que hoy es sin duda, uno de los más importantes centros de docencia, investigación y políticas públicas en Iberoamérica, el Instituto Nacional de Salud Pública, desde cuya sede en Cuernavaca, en el estado de Morelos, presta un espléndido servicio a la Salud pública de la Región.

Entre 1995 y 1998 fue vicepresidente ejecutivo de la Fundación Mexicana para la Salud, donde realizó un análisis crítico del sistema de salud. Entre 1988 y 2000 fue director ejecutivo de Información Científica para el desarrollo de las Políticas sanitarias de la Organización Mundial de la Salud en Ginebra, puesto desde el cual orientó el diseño de las políticas públicas y el fortalecimiento de las capacidades nacionales para mejorar el desempeño de los sistemas de salud a nivel global. Fue nombrado secretario de Salud de México por el presidente Fox durante su sexenio 2000-2006, periodo durante el cual se sentaron las bases de la cobertura universal en materia de protección social en salud con la creación del Seguro Popular, que amplió el acceso a servicios de calidad y salvaguardia financiera para más de 55 millones de personas, hasta entonces excluidas de la seguridad social. Al acabar este mandato fue nombrado *director* del Programa de Salud Global de la Fundación Bill y Melinda Gates, donde ofreció asesoría sobre estrategias y programas de esa institución Filantrópica. En el mismo periodo también fue presidente ejecutivo del Instituto CARSO de la Salud, otra organización filantrópica dedicada a estimular la innovación en los sistemas de salud de América Latina fundada por Carlos Slim. Posteriormente en 2009 a fue elegido decano de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de Harvard y Catedrático de Salud Pública y Desarrollo Internacional, un

nombramiento conjunto con la Escuela Kennedy de Gobierno de la propia Universidad de Harvard, puesto en el que estuvo siete años. En esta universidad y entre sus innumerables logros está, el haber sido la persona que en la historia de esta cuatricentaria institución, ha conseguido la mayor donación unipersonal que nunca se ha hecho a ninguno de sus centros.

Desde agosto de 2015, es el presidente de la Universidad de Miami, una de las más prestigiosas instituciones académicas del mundo y la indudable referencia en Iberoamérica por su carácter bilingüe, donde también se le ha conferido un nombramiento académico como catedrático de Ciencias de la Salud Pública en la Facultad de Medicina y en donde ha marcado una impronta de liderazgo excepcional que se puso de manifiesto en especial, durante la pandemia de la COVID 19, ya que su estrategia de contención del virus y la progresiva normalización de la vida académica que consiguió en un plazo mucho más breve que en otros lugares, marcaron la senda que fue luego seguida por muchas otras Universidades de Estados Unidos.

Nuestro nuevo académico, es autor de 28 libros, Además, es autor de 18 monografías como editor y autor y autor de capítulos en 95 libros de temas de Salud pública y políticas de salud, y cuatro novelas divulgativas para niños y jóvenes, las cuales explican el funcionamiento del cuerpo humano. Ha publicado casi 200 artículos en revistas de impacto y más de 170 artículos en revistas culturales y en periódicos. Sus publicaciones académicas han sido citadas más de 29 mil veces.

Es miembro de numerosas instituciones académicas nacionales e internacionales, entre las que se cuentan como más destacadas la Academia Nacional de Medicina de México, donde tuve el inmenso honor de ser presentado por nuestro nuevo académico en una conferencia que dicté allí, El Colegio de México,

la Academia Nacional de los Estados Unidos y la Academia de Artes y Ciencias de los Estados Unidos.

Ha sido asesor de numerosas organizaciones nacionales e internacionales, tales como la PAHO, OMS, Banco Mundial, OCDE, la Fundación de las Naciones Unidas, etc.

Ha recibido numerosos reconocimientos, entre ellos, el Premio Clinton al Ciudadano Global 2008 por cambiar “la manera en que los prestadores de servicios y los tomadores de decisiones de todo el mundo piensan sobre la salud”; el Premio Abraham Horwitz a la Excelencia en Liderazgo en la Salud Pública Interamericana 2013; la Medalla Edward A. Bouchet 2016 por Liderazgo Destacado y Diversidad en Educación Superior que otorga la Universidad de Yale; el Premio Global Health Distinguished Leadership otorgada por el Consortium of Universities for Global Health y el Premio Welch-Rose de la Asociación de Escuelas y Programas de Salud Pública y fue además el Presidente de Honor de la Fundación Campus de Excelencia, que el contribuyó de manera decisiva a establecer. Además, once universidades le han otorgado el doctorado *honoris causa* entre las que está, la Universidad de Harvard, la de Ginebra, la de York en Toronto, la de Michigan, la Guadalajara, etc.

Como verán, un resumen curricular que, por el tiempo que disponemos, muestra sólo una pequeña parte de los méritos que atesora nuestro nuevo académico de honor.

En cuanto a su espléndido discurso “**Salud y Educación Superior: Transiciones y Revoluciones**”, el Dr. Frenk, hace un certero análisis en dos áreas que domina de manera magistral, la salud y la educación superior y nos muestra como ambas han experimentado sendas revoluciones en diferentes momentos haciendo explícita la conexión entre ellas. Su mensaje fuerza,

que es además plenamente coincidente con la razón de ser de esta institución que hoy le acoge, es que el conocimiento —ya sea generado por la investigación científica, el estudio humanístico o la creación artística— representa la fuerza más poderosa para comprender la realidad y transformarla en forma positiva y no tiene fronteras, ni territorios y que el avance en ambos campos representa el avance en obtener los mejores niveles de bienestar para los ciudadanos.

Posteriormente se refirió a lo que ha representado para la Humanidad la Pandemia de la COVID 19, en términos de educación y salud y como esa situación marca un antes y un después en esos campos.

Luego se ha centrado en un concepto sobre el que ha investigado mucho, como es el de los fenómenos transicionales en el ámbito de la salud, en lo que respecta tanto a la respuesta social organizada como a las condiciones que determinan la salud de una población.

Su siguiente punto ha sido dedicar atención a unos aspectos claves en la actual coyuntura que vive el mundo, por un lado el tema de la transición demográfica, al haber pasado de un estado de equilibrio caracterizado por alta mortalidad y fecundidad a otro caracterizado por baja mortalidad y fecundidad que han llevado a que coexistan dos fenómenos cruciales: el crecimiento y el envejecimiento de la población y sus respectivas consecuencias sobre las condiciones de vida y salud de las poblaciones incluido el nuevo significado social de la enfermedad.

Dedica también el Dr. Frenk, un apartado de su discurso a la revolución de los sistemas de salud que ha sufrido una profunda transformación durante el siglo XX en cuanto a los proveedores de cuidados y promoción de la salud y que ahora es

además uno de los sectores más dinámicos de la economía, una de las principales fuentes de empleo en muchos países y también una fuente de cuestionamientos éticos, que son claves en nuestro tiempo.

Su siguiente apartado lo dedica a analizar, después de la pandemia, que enseñanzas hemos de sacar, y cuáles son los atributos del nuevo modelo de atención, que debería ser adoptado y discutido y la importancia principal del conocimiento como motor de desarrollo, evolución y solución de problemas de la humanidad.

El punto final de discurso se centra en el papel de las Universidades en esta faceta de educación global especialmente en el ámbito de la salud, en este siglo XXI y en donde sin duda es, una autoridad mundialmente reconocida. Así se refiere a la persistencia de graves desequilibrios cuantitativos y cualitativos entre la oferta y la demanda de profesionales de la salud y en otros campos profesionales, y concluye su discurso, aportando y analizando cuatro potenciales soluciones a esos desafíos para los que propone lanzar una nueva estrategia de educación superior en dos dimensiones: una pedagógica y otra institucional. Bien, con esta breve síntesis de la magistral disertación de nuestro nuevo académico, acabo mi discurso de bienvenida, señalando que esta Real y centenaria Corporación se honra en recibirle hoy solemnemente, Dr. Julio Frenk Mora, querido Julio, como académico de Honor, como reconocimiento expreso de todos sus miembros a tu labor docente, investigadora y divulgadora, esperando que esta relación sea fructífera para ambas partes durante muchos años.

He dicho





# **Combatir la infección utilizando nanotransportadores para medicamentos: nanopartículas de sílice, bacterias y células**

Discurso de ingreso en la Real Academia Europea de Doctores, como  
Académica de Honor, en el acto de su recepción  
el 28 de junio de 2023

por

**Excma. Sra. Dra. María Vallet Regí**  
Doctora en Ciencias Químicas

Y contestación de la Académica de Número

**Excma. Sra. Dra. M. Àngels Calvo Torras**  
Doctora en Farmacia y Veterinaria

**COLECCIÓN REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES**



Reial Acadèmia Europea de Doctors  
Real Academia Europea de Doctores  
Royal European Academy of Doctors

Barcelona - 1914





# ÍNDICE

DISCURSOS DE INGRESO .....	41
DISCURSO DE CONTESTACIÓN .....	55
Publicaciones de la Real Academia Europea de Doctores .....	125





## ❧ DISCURSOS DE INGRESO

**Excelentísimo Señor Presidente,  
Excelentísimos Señoras y Señores Académicos,  
Señoras y Señores; queridos amigos:**

Quisiera comenzar este discurso expresando en primer lugar, mi agradecimiento al Sr. presidente de la Real Academia Europea de Doctores, Excmo Sr. Dr. Alfredo Rocafort, a la Junta de Gobierno y a la Junta General de académicos por haber aceptado mi nombramiento como académica de honor de esta Real y centenaria Corporación. Igualmente quiero agradecer de manera particular, por un lado, al Prof. Dr. José Ramón Calvo que presentara mi candidatura para recibir esta distinción y a mis muy queridas amigas, Belen Yuste y Sonnia Rivas, quienes en su calidad de Embajadoras honorarias de esta Real Academia sugirieron mi nombre.

También mi agradecimiento a la Excelentísima Sra. Dra. Maria dels Angels Calvo Torras por haber elaborado el discurso de contestación a mi entrada.

Desde el terreno de la gratitud, quisiera hacer mención de las personas que más directamente me han ayudado y estimulado a lo largo de mi carrera científica, que, por suerte para mí, a lo largo de los años, han sido muchas las que han contribuido a que yo esté hoy aquí.

Por eso, he desistido de abrumarles con la larga lista de nombres que debería incluir, pero no quiero dejar de citar en este momento a mis hijos Ignacio, Álvaro y Natalia, que desde muy chiquitines entendieron como normal mi actividad investigadora y que ahora, a través de sus hijos, mis nietos, puedo hacer lo que con ellos me perdí por falta de tiempo.

Por supuesto, mi gratitud a mis profesores y maestros a lo largo de mi carrera docente e investigadora.

Y, por último, mi agradecimiento a mis colaboradores de todos estos años, sin olvidar a todos los licenciados, estudiantes de tercer ciclo y doctores que han trabajado conmigo y que han contribuido al trabajo científico que ha hecho posible que los miembros de esta Academia se hayan fijado en mí para ser propuesta como nuevo miembro.

Formar parte de esta Academia y poder contribuir al trabajo que en ella se realiza es para mí un gran honor.

Permítanme presentarles el tema de este discurso:

**“Combatir la infección utilizando nanotransportadores para medicamentos: nanopartículas de sílice, bacterias y células”**

Las infecciones están emergiendo cada vez más como una causa de morbilidad y mortalidad en todo el mundo, debido a la rápida aparición y diseminación de patógenos resistentes a los medicamentos que han adquirido nuevos mecanismos de resistencia. Las bacterias, virus, hongos y parásitos cambian con el tiempo cuando se exponen a medicamentos antimicrobianos, como antibióticos, antivirales, anti fúngicos y antihelmínticos, respectivamente. En consecuencia, los medicamentos se vuel-

ven ineficaces y las infecciones persisten en el cuerpo, aumentando el riesgo de propagación. El problema cada vez más acuciante del consumo excesivo de antibióticos hará que en pocos años hayan perdido su eficacia, por lo que se multiplicaran las muertes por infección. Por tanto, hay que buscar soluciones que deben ser eficaces ya que interesa que actúen solo donde son necesarios y a su vez conseguir que entren en el cuerpo humano dosis infinitamente pequeñas.

Según la OMS, la resistencia a los antibióticos es una preocupación importante que amenaza la salud mundial. Actualmente, las enfermedades resistentes a los medicamentos causan al menos 700000 muertes cada año, y esta cifra podría aumentar a 10 millones en el año 2050. De hecho, se prevé que, para esta fecha, habrá más muertes por infección que por cáncer. Estas afirmaciones son las oficiales pero las predicciones actuales apuntan que tal vez son precipitadas, exageradas y politizadas. En cualquier caso, hay que ir buscando soluciones de la mano de la CIENCIA.

Las infecciones relacionadas con los aparatos ortopédicos, con más de 1 millón y medio de reemplazos totales de cadera y rodilla que se realizan cada año, constituyen un grave problema. La superficie del implante es un ambiente ideal para la adhesión y colonización bacteriana. Y si añadimos que el desgaste inducido por micro-movimientos de estas prótesis ortopédicas causa la liberación de desechos que desencadenan la inflamación local, se genera un nicho ideal para la infección.

Cuando se diagnostica una infección en una prótesis, uno de los retos es su completa eliminación de la zona infectada incluyendo el implante y la zona necrótica circundante, pero el éxito depende de la completa eliminación del tejido infectado y de la

infección sobre la superficie del implante, que lamentablemente es muy difícil de conseguir ya que las bacterias latentes no se eliminan por completo.

La naturaleza recurrente y resistente de las infecciones óseas, así como la alta morbilidad asociada, han llevado a la comunidad científica a dedicar muchos esfuerzos para desarrollar nuevas terapias destinadas a mejorar los estándares de los que se dispone hoy en día

Como estrategias para evitar la infección ósea se han desarrollado, entre otras, superficies que impidan la adhesión bacteriana sobre los implantes y evitar la formación de *biofilms*.

Y como idea de futuro podemos pensar en diseñar nanopartículas de sílice como nanodispositivos multifuncionales de administración de fármacos. Así se podrían tratar enfermedades infecciosas y ser la solución a este grave problema, brindando la oportunidad de desarrollar terapias personalizadas a través de la liberación de fármacos de forma controlada que lleguen solo al lugar de infección. Esto permitirá utilizar dosis infinitamente más pequeñas lo que puede resolver gran parte de los problemas que se nos avecinan.

Pero para entender todo esto tenemos que remontarnos a la NANOMEDICINA y el tamaño de lo que manipulamos.

En un momento de la historia en que la sociedad parecía necesitar lo “grande” (coches más grandes, casas más grandes, televisores más grandes, etc.) Richard Feynman hizo retroceder la marea y se centró en lo “pequeño”. Una nueva perspectiva que nos permitió redescubrir materiales cotidianos con nuevas propiedades y aplicaciones. Un ejemplo representativo se puede encontrar en la evolución de los materiales de carbono. En el

pasado, solo se conocían diamantes, de gran dureza, y grafito, fácilmente laminable y elemento clave de los lápices. Durante los años 50, la fibra de carbono (formada por filamentos de unas pocas micras) surgió como un material ligero y extremadamente resistente que ganó importancia en la industria aeronáutica, la del transporte y los deportes de alta competición. Posteriormente, el descubrimiento de los nanotubos de carbono y del grafeno, cuyas propiedades térmicas y eléctricas aumentan considerablemente e incluso superan a las de los metales conductores, revolucionaron el campo de los materiales de carbono. El silicio, situado en el mismo grupo que el carbono en la tabla periódica y de gran abundancia en la corteza terrestre, ha permitido fabricar materiales cuya miniaturización ha propiciado la aparición de nuevas propiedades con aplicación en numerosos campos como la medicina, materiales estructurales, campo agrícola a la biorremediación ambiental, células solares, etc.

Dependiendo de las condiciones y técnicas utilizadas durante su síntesis, es posible obtener dos tipos diferentes de nanomateriales basados en silicio:

- 1 nanomateriales cuya composición es idéntica a la del silicio original (Si-Si),
- 2 y nanomateriales de sílice, óxido de silicio (sílice,  $\text{SiO}_2$ )

Sin duda, en la medicina el uso de nanomateriales a base de silicio se ha generalizado.

Dos de las principales razones son, que los nanomateriales de silicio y sílice tienen una gran resistencia mecánica y estabilidad térmica, y que son sustratos ideales para la funcionalización en función de cual haya sido el método de síntesis empleado para su fabricación.

Esto supone una gran ventaja ya que se trata precisamente de la posibilidad de anclar una gran variedad de elementos en la superficie de los nanomateriales, lo que permite modificar sus propiedades en función del tratamiento necesario.

Específicamente en el tratamiento de infecciones bacterianas, los nanomateriales basados en silicio han demostrado ser altamente efectivos en varios niveles, incluida la detección temprana, la orientación hacia bacterias o *biofilms* y la prevención en la formación de *biofilms*.

Su uso como sistema de administración de fármacos permite aumentar la efectividad del antibiótico y la reducción de la dosis, ayudando a resolver el problema de la resistencia a los antibióticos. Su utilización generalizada sería una gran alternativa a la síntesis de nuevos antibióticos cuyo proceso requiere una alta inversión de tiempo y dinero. Podríamos alargar muchísimo la vida de los que ya tenemos ya que al utilizar dosis mínimas el problema se diluye.

Tanto los nanomateriales de silicio como los de sílice se pueden sintetizar con numerosos poros por los que introducir los medicamentos. Los fármacos, incluidos los poco solubles en agua, pueden cargarse en los poros y protegerse del entorno biológico hasta que la partícula llegue a su destino.

El tamaño de las nanopartículas de sílice está en torno a los 100 nanómetros y el tamaño del diámetro de sus poros en torno a 2. Dado que las moléculas de antibióticos miden en torno a 1 nanómetro la capacidad de carga es enorme. Cada nanopartícula tiene unos 1400 poros de unos 100 nanómetros de longitud así que pueden transportar las dosis necesarias de antibióticos para curar la infección porque solo depositaran su carga en el lugar de la infección sin diseminarla por el resto del cuerpo.



Se ha demostrado que los nanomateriales basados en silicio no son tóxicos para los sistemas biológicos cuando se preparan con las características estructurales apropiadas y se aplican en las dosis correctas. Se han realizado numerosos estudios para investigar cómo el tamaño, la forma y otros factores estructurales afectan a sus actividades biológicas, tales como: endocitosis a través de las membranas celulares, interferencias dentro de la señalización celular, interacción con orgánulos celulares, etc.

En cuanto a su eliminación, la biodegradación de nanomateriales basados en silicio *in vivo* ocurre principalmente por disolución en fluidos biológicos. Su degradación tiene lugar en forma de ácido silícico, un compuesto naturalmente presente en los seres humanos en pequeñas concentraciones. Se ha comprobado que dicha degradación tiene lugar más rápido en las nanopartículas de silicio que en las de óxido de silicio, y en ambos casos, la porosidad acelera el proceso mientras que la funcionalización puede ralentizarlo en función de cual sea. La eliminación de materiales basados en silicio se produce por vía renal y hepática en forma de orina y heces que contienen nanopartículas sólidas o productos degradados, siendo la excreción renal la principal vía.

Aunque la estructura en sí no es tóxica, si no se eliminan adecuadamente, los tensioactivos residuales (que a menudo son catiónicos) y los disolventes orgánicos (utilizados durante el proceso de síntesis) pueden ser perjudiciales para las membranas celulares debido a su naturaleza lipofílica o la generación de radicales libres.

Otros transportadores de antibióticos pueden ser bacterias y células.

La mayoría de las bacterias viven aglomeradas en auténticas comunidades, se comunican entre sí e intercambian genes entre ellas con mucha facilidad.

Cuando hay una infección tanto de un implante como de cualquier tejido, las bacterias se organizan formando lo que se conoce como *biofilm* que es un conglomerado de bacterias, y otros microorganismos, atrapados en una matriz de polisacáridos y proteínas.

El *biofilm* es una auténtica barrera que impide que los antibióticos puedan penetrar a la zona infectada de la misma forma que un chubasquero impide que traspase el agua. En efecto, las bacterias forman microcolonias de millones de individuos en el interior de nuestro cuerpo por ejemplo en el intestino, en la piel o en la boca. La vida en comunidad les aporta un sistema de autodefensa y así las bacterias del *biofilm* son más resistentes a las agresiones externas, sobreviven mejor y se facilita su propagación.

Para hacernos una idea de la proporción de bacterias que constituyen nuestro cuerpo basta con hacer un cálculo y comprobar que en un adulto hay entre 2 o 3 kilos de bacterias. Sabemos que por cada célula humana tenemos en nuestro cuerpo al menos una bacteria y que hay más de 10.000 tipos distintos de especies bacterianas.

En nuestro organismo hay miles de millones de microorganismos (bacterias, virus, hongos, levaduras y otros) que viven en nuestro interior y en nuestra piel. Es lo que se denomina microbiota.

Y toda esta riqueza y variedad de bacterias nos permite diseñar nuevos transportadores de fármacos.

Veamos como las bacterias pueden transportar nanopartículas cargadas con fármacos hacia tejidos infectados. Junto a las nanopartículas de sílice constituyen parte de un auténtico parque móvil de medicamentos.

Determinadas cepas bacterianas son capaces de colonizar de forma muy eficaz tejidos infectados guiadas por su preferencia a habitar en zonas que poseen ciertas condiciones particulares, tales como entornos hipóxicos (con bajo nivel de oxígeno) o por la presencia de gradientes de determinadas biomoléculas.

Ante esta situación es posible desarrollar una metodología para anclar nanopartículas en la superficie de bacterias capaces de penetrar en tejidos infectados aumentando el efecto de las medicinas.

Se pueden anclar nanopartículas cargadas con fármacos en la superficie de bacterias con el fin de transportarlos a zonas de difícil acceso

Las nanopartículas, al ser relativamente grandes (unos 100 nanómetros) en comparación con las moléculas que transportan (en torno a 1 nanómetro) no son capaces de penetrar profundamente en los tejidos infectados ya que su velocidad de difusión es muy lenta. Además, la alta presión intersticial presente en esos tejidos hace todavía más difícil la penetración de las nanopartículas hacia regiones internas.

Este hecho acarrea que el efecto de estas medicinas quede limitado en muchas ocasiones únicamente a la periferia del tejido infectado, y, por tanto, la eficacia del tratamiento se vea reducida considerablemente.

Esto se puede resolver aprovechando la habilidad de las bacterias para mejorar significativamente la penetración de medicinas

nas en un tejido infectado utilizando a estos microorganismos como portadores activos.

Para ello se utiliza una estrategia química mediante la cual consiguen anclar nanopartículas a la pared celular de las bacterias, utilizando *E. coli* como cepa modelo puesto que al ser bacterias que poseen flagelos, tienen una alta capacidad de movilidad.

Este método consiste en alimentar a las bacterias con un medio enriquecido en un aminoácido sintético (Azida-D-alanina) que contiene un grupo azida en su cadena lateral. Las bacterias no distinguen este aminoácido sintético de la D-alanina no modificada y la incorporan a la construcción de su pared celular quedando así “marcada” con grupos azida.

Cuando estas bacterias se ponen en contacto con nanopartículas cargadas con fármacos y cuya superficie se decoró previamente con moléculas de un compuesto específico conocido como DBCO, se produce una reacción química de tipo “click” prácticamente inmediata entre la azida y el DBCO que liga fuertemente a los nanotransportadores a la superficie de la bacteria sin afectar a ninguna de sus funciones vitales.

De esta forma, consiguen que las bacterias sean capaces de transportar nanopartículas de sílice mesoporosa cargadas con un potente fármaco hasta zonas profundas del tejido infectado

La seguridad de esta estrategia se podría asegurar empleando bacterias modificadas genéticamente para no tener patogenicidad o bacterias beneficiosas para el organismo.

Y el parque móvil se completa con las *células*, que pueden transportar nanopartículas cargadas con fármacos hacia tejidos infectados

En los sistemas de nanopartículas mesoporosas de sílice se busca como dirigir las nanopartículas cargadas y proteger su carga hasta el final de su camino, su destino. Y qué mejor que buscarles un transporte. En efecto, es conocido que las células mesenquimales en los casos de cáncer de mama se dirigen hacia el tejido tumoral en un intento de aportar soluciones. Ante esta realidad se abre la posibilidad de utilizar células como transporte para nanopartículas cargadas. Se pueden diseñar plataformas constituidas por nanopartículas mesoporosas de sílice que son transportadas, por ejemplo, por células madre mesenquimales. Esta solución se ha comprobado que funciona en tumores sólidos de mama por lo que valdría la pena explorar esta idea en el caso de infecciones.

Ante una población cada vez más envejecida como consecuencia del aumento de la expectativa de vida se hace necesario implementar la investigación en aquellos campos que todavía no aportan soluciones para llevar al unísono la reparación integral del cuerpo humano.

Para terminar, me gustaría recordar algo que he utilizado mucho a lo largo de mi vida, la trilogía esencial de un profesor universitario, perfectamente explicitado en el pórtico de la Universidad de Hamburgo:

Investigar, enseñar y formar.

Me gustaría haber sido capaz de proporcionar a mi entorno las herramientas adecuadas para seguir esta pauta, y que este “acorde triple” esté tan presente en nuestro quehacer diario como destacaba el genial Mozart en su maravilloso mundo encantado de “La Flauta Mágica”, en la que mostraba tres mujeres mágicas - tres hadas - tres muchachos, tres instrumentos mágicos, ensal-

zaba tres cualidades notables de Tamino – virtud, discreción y caridad – y, por último, le hacía pasar tres pruebas.

Las trilogías tienen algo de mágico, de espiritual.

Siguiendo con las trilogías, déjenme volver a insistir que la de Investigar, enseñar y formar se quedaría huérfana si no se contempla desde la búsqueda de la calidad científica.

Yo me comprometo a seguir intentándolo en mi vida, y ahora, gracias a su magnificencia, desde esta docta Institución.  
Y déjenme terminar con una frase de MARIE CURIE

*“Aunque solos no podamos hacer mucho, cada uno, tal vez consiga atrapar un destello de saber, que, aunque modesto e insuficiente, desvele el sueño del hombre por alcanzar la verdad.*

*A través de esas pequeñas luces en nuestras tinieblas es por donde veremos, poco a poco, los tenues perfiles de ese gran proyecto que da forma al universo”*

HE DICHO



# **Discurso de contestación**

**Excma. Sra. Dra. M. Àngels Calvo Torras**





Con la venia,

Excmo. Sr. Presidente, de la Real Academia Europea de Doctores, Dr. Alfredo Rocafort Nicolau,  
Excmos. Sres. Académicos,  
Excmas. Autoridades,  
Familiares y amigos de la recipiendaria,  
Amigos todos.

Permítanme que inicie mi intervención en este solemne acto de ingreso de la Dra. Maria Vallet Regí, como Académica de Honor, manifestando mi agradecimiento a la Junta de Gobierno de la Real Academia Europea de Doctores y en especial a su presidente, Excmo. Sr. Dr. D. Alfredo Rocafort Nicolau por haberme concedido el privilegio de dar la bienvenida a la recipiendaria en nombre de la Corporación, mediante la lectura del discurso preceptivo que me permitirá compartir con Vdes., los méritos de la Dra. Vallet, así como realizar una breve glosa del contenido de su brillante discurso, de interés y actualidad indiscutible como ya hemos podido apreciar.

Hoy, la Real Academia se honra en acoger entre sus miembros a una nueva Académica de Honor que une a sus méritos investigadores y docentes su innegable implicación en el avance del conocimiento en ámbitos de notable repercusión en la salud, en su sentido más global.

La Dra. Maria Vallet Regí, nació en Las Palmas de Gran Canaria. es Catedrática Emérita ERC (*European Research Council*) de la Universidad Complutense de Madrid y directora del grupo de investigación en biomateriales inteligentes (GIBI), habiendo sido directora del Departamento de Química Inorgánica y

Bioinorgánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.

Es miembro de la Real Academia de Ingeniería desde 2004 y de la Real Academia Nacional de Farmacia desde 2011; pertenece a la Real Sociedad de Química de España (ocupando el cargo de Vicepresidenta en el periodo 1999-2007); miembro del Instituto de Magnetismo Aplicado “Salvador Velayos” desde 1989; del Comité Nacional de Evaluación de Actividades investigadoras entre 2006 y 2009; del Comité Rector del Programa *Science for peace* de la OTAN entre 1999 y 2005; Miembro Honorífico de la *Materials Research Society* de la India; Miembro de la Red Centro de Investigación Biomédica en red, Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina.

La Prof. Vallet Regí ha publicado más de 700 artículos y más de 20 libros., y unos 40 capítulos de libros. Es la científica española más citada, según *Isiweb of Knowledge*, en el campo de la Ciencia de los materiales a lo largo de las últimas décadas. Ha disertado a nivel mundial acerca de su investigación, participando en más de 300 congresos internacionales. Su índice H es de 114 y sus investigaciones han sido citadas hasta el momento en más de 59.000 ocasiones. Está situada en el top 50 de los científicos europeos en el área de Ciencia de Materiales y en el top 5 de los científicos europeos en Materiales Biomédicos.

Ha recibido numerosos galardones, entre los cuales cabe destacar: Premio franco-español del año 2000 por parte de la Societé française de Chimie; Premio de Química Inorgánica 2008 de la Real Sociedad de Química de España; Premio Nacional de Investigación “Leonardo Torres Quevedo”, en el campo de las Ingenierías, en el año 2008. Premio FEIQUE de Investigación 2011, Medalla de Oro de la RSEQ 2011, IUPAC 2013 *Distinguished Women in Chemistry/Chemical Engineering*, Premio de

Investigación Miguel Catalán 2013, *Lilly Distinguished Career Award in Chemistry* 2016 y Premio Julio Peláez a Pioneras de las Ciencias Físicas, Químicas y Matemáticas de la Fundación Tatiana Pérez de Guzmán “El Bueno” 2017, Jaime I de Investigación Básica 2018. En 2016 el Consejo Europeo de Investigación le otorgó una *ERC Advance Grant*, la subvención más prestigiosa que se concede en Europa a un investigador. En 2019, el Gobierno de España reconoció su labor con la Medalla al Mérito y la Comunidad de Madrid en 2021 con el Premio Margarita Salas. En 2022, la Real Academia Nacional de Farmacia le impuso la Medalla de Oro en Honor a Carracido, en 2023 ha recibido varios Premios reconociendo su labor investigadora en beneficio de la salud.

Doctora *Honoris causa* por las Universidades del País Vasco, Universidad Jaume I de Castellón, Universidad Rovira Virgili y Universidad de Murcia. Asimismo, pertenece a numerosos consejos editoriales internacionales

Es reconocida como pionera en el campo de los materiales cerámicos mesoporosos con aplicación en biomedicina. Su trabajo descubrió, por vez primera, las aplicaciones biomédicas potenciales de estos materiales, particularmente en el campo de la regeneración ósea y sistemas de liberación controlada de fármacos. Ha liderado más de 100 proyectos de investigación

Su actividad investigadora se centra en las biocerámicas para la sustitución y reparación de tejidos duros; vidrios bioactivos; compuestos de cerámica y polímero para liberación controlada de fármacos; híbridos bioactivos de materiales orgánico e inorgánico; materiales mesoporosos para liberación controlada de fármacos e ingeniería tisular; síntesis y aplicaciones biomédicas de nanopartículas; preparación de láminas delgadas por métodos químicos; no estequiometría en óxidos con estructura tipo

perovskita y sus derivados; materiales magnéticos con estructuras tipo espinela y hexaferrita; superconductores de alta temperatura; sensores de gases basados en óxidos semiconductores; perovskitas con magnetorresistencia colosal.

Desde 2001, la Prof. Vallet Regí ha sido pionera en el empleo de materiales mesoporosos ordenados basados en sílice como sistemas de liberación controlada de moléculas biológicamente activas.

El *curriculum vitae* de la Dra. Maria Vallet Regí, que en aras a la brevedad les acabo de exponer, resumido, es el de una profesional destacada, reconocida como una de nuestras mejores investigadoras, ejemplo de y especialmente modelo para todas las jóvenes investigadoras.

En su discurso de ingreso intitulado: “**Combatir la infección utilizando nanotransportadores para medicamentos: nanopartículas de sílice, bacterias y células**”, la beneficiaria nos ofrece una nueva estrategia con el fin poder tratar enfermedades de etiología infecciosa, y propone el desarrollo de terapias personalizadas basadas en el proceso de liberación de fármacos de forma controlada y en el lugar en el que la infección se está desencadenando.

Tal como nos ha comentado, las enfermedades infecciosas y fundamentalmente las zoonosis, se reconocen por parte de la OMS como una de las causas principales de morbilidad y mortalidad a nivel globalizado. Si recordamos el concepto *One Health*, debemos tener en cuenta que uno de los principales problemas es la detección y transmisión de resistencia a los antibióticos por parte de microorganismos implicados en estos procesos de infección. Cabe también considerar que los residuos de antibióticos en el medio ambiente constituyen un pro-

blema acuciante que favorece la persistencia y el incremento de bacterias resistentes.

En su discurso la Dra. Vallet. aporta una solución indiscutible para minimizar este problema, dado que el diseño de nanopartículas de sílice como nanodispositivos multifuncionales de administración de fármacos no sólo facilita un tratamiento dirigido y personalizado, como ya hemos destacado, sino que permite administrar dosis mucho menores del fármaco sin que ello, implique una pérdida de eficacia terapéutica.

Asimismo, nos ha presentado otros transportadores de antibióticos como son las bacterias y las células. Las bacterias son capaces de colonizar los tejidos y formar un *biofilm* que no permite que los antibióticos alcancen la zona infectada y por ello pierden su eficacia.

Si se logra que bacterias modificadas y no patógenas puedan ser transportadoras de nanopartículas con fármacos, se facilita el paso de los agentes terapéuticos a zonas internas del tejido infectado, dada la capacidad de penetración que poseen los microorganismos.

En el caso de las células se pueden diseñar de tal forma que se aproveche su capacidad de desplazamiento, como por ejemplo en el caso de las células parenquimales, para ser los vehículos de transporte de las nanopartículas mesoporosas de sílice cargadas con fármacos.

Enhorabuena, Dra. Vallet por su destacada actividad como científica y docente, así como por su discurso, sin duda claro ejemplo de su actividad en favor de la salud, la Real Academia Europea de Doctores se honra y enriquece con la incorporación de una nueva académica a la que recibimos con los brazos

abiertos y con el deseo de que entre todos y con su inestimable colaboración seamos capaces de dar fiel cumplimiento a la misión encomendada a los académicos y por ende a la Academia y que como bien sabemos, incluye: buscar la verdad, defender la vida, trabajar para y por la ciencia y proclamar la convivencia intercultural.

Felicidades, asimismo a su querida familia y muy especialmente a sus hijos y nietos, les agradecemos su generosidad por haber sido capaces de facilitar a la recipiendaria su entrega a la ciencia y compartir con todos sus éxitos personales y profesionales.

Maria, esta es tu casa.

Muchas gracias a todos por su amabilidad al escucharme.



# **La inteligencia artificial y la ética: navegando por los desafíos del futuro**

Discurso de ingreso en la Real Academia Europea de Doctores, como  
Académica de Número, en el acto de su recepción  
el 28 de junio de 2023

por

**Excma. Sra. Dra. Cecilia Kindelán Amorrich**  
Doctora en Comunicación

Y contestación del Académico de Número

**Excmo. Sr. Dr. Rafael Urrialde de Andrés**  
Doctor en Ciencias Biológicas

**COLECCIÓN REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES**



Reial Acadèmia Europea de Doctors  
Real Academia Europea de Doctores  
Royal European Academy of Doctors

Barcelona - 1914





# ÍNDICE

DISCURSOS DE INGRESO .....	65
I. COMPRENDIENDO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	69
II. LOS BENEFICIOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	79
III. LOS DESAFÍOS ÉTICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	81
IV. ABORDANDO LOS DESAFÍOS ÉTICOS.....	95
V. CONCLUSIONES.....	103
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	107
DISCURSO DE CONTESTACIÓN .....	113
Publicaciones de la Real Academia Europea de Doctores .....	125





*“Fue el mejor de los tiempos, fue el peor de los momentos  
era la era de la sabiduría, era la era de la necedad,  
era la época de la creencia, era la época de la incredulidad,  
era la estación de Luz, era la estación de las Tinieblas, era la  
primavera de la esperanza, fue el invierno de la desesperación”.*

**Charles Dickens, Historia de dos ciudades**

**Excmo. Sr. presidente de la Real Academia Europea de Doctores, Excelentísimos Srs. Académicos, queridos amigos, Señoras y Señores.**

En primer lugar, quiero agradecer de manera muy especial al presidente de esta docta casa, al Dr. Alfredo Rocafort, por haber considerado que reunía los méritos suficientes para poder acceder a la condición de académica numeraria y presentar por tanto mi candidatura a la Junta de Gobierno y a la Junta general, a cuyos miembros agradezco de corazón que hayan aceptado este nombramiento.

Debo reconocerles que hoy es para mí un día muy especial en mi biografía, por un lado, por poder compartir esta entrada como Académica Numeraria de esta Real Corporación con las otras ilustres personalidades que hoy reciben su nombramiento, en especial la de mi querido y admirado amigo el Profesor Julio Frenk, a quien conozco y admiro hace más de 15 años. Por otro lado, porque hoy se culmina con mi entrada como académica numeraria, una etapa que se inició hace 7 años con mis primeras colaboraciones con la Real Academia, que se fueron incrementando progresivamente y que me han dado la oportunidad de conocer a gente maravillosa que se han convertido en amigos muy queridos, de los que he aprendido y aprendo cada

día, varios de los cuales se encuentran hoy aquí presentes y por tanto va también mi recuerdo y agradecimiento para ellos.

Un agradecimiento muy especial es para el Doctor Rafael Urrialde de Andrés, quien aceptó el encargo de la Junta de Gobierno de responder en nombre de la corporación a este discurso y para los Doctores Daniel Berzosa y Maria Angels Calvo quienes igualmente aceptaron ser mis padrinos en esta ceremonia.

Y quiero finalizar este capítulo de agradecimiento mencionando a mis padres, que se encuentran hoy entre el público y que siempre han apoyado mi carrera profesional y me han acompañado en las diversas etapas que he ido completando y también a mi marido quien, desde el primer día que nos conocimos, ha sido mi principal estímulo en mi crecimiento personal e intelectual.

Y sin más dilación paso a leerles, como es preceptivo, este discurso de entrada, en el que exploraremos, uno de los temas más retantes y fascinantes de nuestro tiempo: la Inteligencia Artificial y en particular su relación con la Ética.

La rápida evolución de la IA plantea desafíos éticos y morales significativos que debemos abordar para garantizar un desarrollo responsable y beneficioso para la humanidad. En estos próximos minutos, navegaremos por estos desafíos y discutiremos posibles enfoques y soluciones porque, frente a la visión de aquellos que quieren con simpleza adaptar la humanidad a la tecnología, es el momento de actuar como sociedad, definiendo colectivamente los horizontes éticos y políticos de la IA y que esta sirva al fin último al que debemos tender, cual es el de construir un mundo mejor para los que aquí estamos y para los que vendrán.

He estructurado este discurso en cinco puntos principales. Empezaremos comprendiendo la IA, su contexto, definición, recorrido histórico y mitos, para pasar a reflexionar sobre sus beneficios, especialmente sobre su potencial transformador. A continuación, entraremos en el cuerpo del discurso hablando sobre los desafíos éticos de la IA y cómo podemos abordarlos para terminar, por último, con unas conclusiones.





# ⌘ I. COMPRENDIENDO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## 1. Contexto

Hace una década, la socióloga y profesora emérita de la Universidad de Harvard, Shoshana Zuboff acuñó el término “capitalismo de la vigilancia” para referirse a las sociedades capitalistas de alto rendimiento en donde grandes corporaciones económicas obtienen, información proporcionada por usuarios para comercializar con sus datos personales sin conocimiento de las personas afectadas.

¿Alguna vez ha visto como tras una búsqueda en Google sobre un producto, acto seguido ha aparecido una publicidad de ese mismo producto en sus redes sociales? O ¿ha comprado a través de Instagram o de Facebook? Este tipo de consumo por internet, adaptado tan perfectamente a sus gustos y necesidades, es posible gracias a todos los datos que las empresas tecnológicas recopilan de sus usuarios y hay una máxima irrefutable que explica lo anterior. “Lo que usted no paga con dinero, lo paga con sus datos”.

¿No es muy interesante para las compañías de seguros médicos saber qué enfermedades vamos a contraer?

¿No es muy útil para las aseguradoras de automóviles saber cómo conduciremos?

Conocer las respuestas a preguntas tales como si seremos capaces de pagar nuestro alquiler, o nuestra hipoteca o nuestras

tarjetas de crédito. Esas son ahora las fuentes de ingresos para estas compañías. Y nuestros datos son vendidos al sector financiero, al de salud, y así poco a poco, se han dispersado por toda la economía.

Un documento filtrado de Facebook, empresa que ahora se conoce como Meta, demostró que en 2018 su centro de inteligencia artificial estaba procesando billones de datos al día para producir alrededor de 6 millones de pronósticos de comportamiento. Esa es la magnitud de la que estamos hablando. Y es algo muy difícil de comprender para cualquiera de nosotros. Carole Cadwalladr<sup>1</sup>, una de las periodistas británicas que destapó el escándalo de *Cambridge Analytica*, puso de manifiesto la capacidad de las redes para identificar de forma precisa a un número importante de ciudadanos y empujarles a cambiar su voto u opinión política.

Pero ¿qué es la Inteligencia Artificial?

## 2. Definición de la Inteligencia Artificial

La IA es una disciplina dentro de las ciencias de la computación o la ingeniería que se inicia en la década de 1950<sup>2</sup> y aspira a construir sistemas computacionales inteligentes que emulen la inteligencia humana.

Los sistemas de IA suelen dividirse en tres niveles de competencia:

---

1 Díaz Benavides, Santiago. Carole Cadwalladr, la periodista británica que puso en jaque a Facebook con el escándalo de Cambridge Analytica [En línea] <https://www.infobae.com/leamos/2023/02/04/carole-cadwalladr-la-periodista-britanica-que-puso-en-jaque-a-facebook-con-el-escandalo-de-cambridge-analytica/>

2 Anyoha, Rockwell. Can Machines Think? [En línea] <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>



1. La IA específica o débil, que engloba sistemas de IA capaces de realizar tareas específicas o resolver problemas concretos, con un nivel de rendimiento hoy en día superior al de los humanos. Todos los sistemas de IA actuales son IA específica: los chatbots como chatGPT, los asistentes de voz como Siri y Alexa, los sistemas de reconocimiento de imágenes y los algoritmos de recomendación.
2. La IA general o fuerte, que muestra un nivel de inteligencia similar al de los seres humanos, incluida la capacidad de comprender, aprender y aplicar conocimientos en una amplia gama de tareas. Incorpora conceptos como la conciencia. La IA general es en gran medida hipotética y no se ha logrado hasta la fecha.
3. Súper IA, que se refiere a sistemas de IA con una inteligencia superior a la humana en todas las tareas. Por definición, somos incapaces de entender este tipo de inteligencia del mismo modo que una hormiga no es capaz de entender la nuestra. La súper IA es un concepto aún más especulativo que la IA general.

### **3. Recorrido histórico**

Si echamos la vista atrás y viajamos al siglo XV, concretamente al año 1450 cuando Gutenberg crea la imprenta, recordaremos que es un momento histórico en que este invento genera mucha inestabilidad política y social. Hoy con la IA está ocurriendo algo muy similar, provocando un panorama equivalente al convertirse en uno de los temas más atractivos para la innovación social, económica y política.

En la primera mitad del siglo XX, la ciencia ficción familiarizó al mundo con el concepto de robots con inteligencia artificial.

Comenzó con el hombre de hojalata “sin corazón” del Mago de Oz. En la década de 1950, existía una generación de científicos, matemáticos y filósofos con el concepto de inteligencia artificial (AI) culturalmente asimilado en sus mentes. Una de esas personas fue Alan Turing, un joven erudito británico que exploró la posibilidad matemática de la inteligencia artificial. Turing planteó que, si los humanos usan la información disponible y la razón para resolver problemas y tomar decisiones, entonces, ¿por qué las máquinas no pueden hacer lo mismo? Este fue el marco lógico de su artículo de 1950, *Computing Machinery and Intelligence* en el que discutió cómo construir máquinas inteligentes y cómo probar su inteligencia.

¿Qué impidió que Turing se pusiera a trabajar en ese mismo momento? Primero, las computadoras necesitaban cambiar fundamentalmente. Antes de 1949, las computadoras carecían de un requisito previo clave para la inteligencia: no podían almacenar comandos, solo ejecutarlos. En segundo lugar, la informática era extremadamente costosa. A principios de la década de 1950, el coste de alquilar una computadora ascendía a 200,000 \$ por mes. Solo las universidades prestigiosas y las grandes empresas tecnológicas podían permitirse este lujo. Se necesitaba una prueba de concepto, así como la defensa de personas de alto perfil para persuadir a las fuentes de financiación de que valía la pena buscar la inteligencia artificial.

Cinco años más tarde, la prueba de concepto se inició a través de *Logic Theorist* de Allen Newell, Cliff Shaw y Herbert Simon. The *Logic Theorist* fue un programa diseñado para imitar las habilidades de resolución de problemas de un ser humano. Muchos lo consideran el primer programa de inteligencia artificial y se presentó en el Proyecto de Investigación de Verano de Dartmouth sobre Inteligencia Artificial (DSRPAI) organizado por John McCarthy y Marvin Minsky en 1956. En esta confe-

rencia histórica, McCarthy, reunió a los mejores investigadores de varios campos para una discusión abierta sobre inteligencia artificial, el término que acuñó en el mismo evento. Lamentablemente, la conferencia no cumplió con las expectativas; A pesar de esto, todos se alinearon con el sentimiento de que la IA era factible. La importancia de este evento no puede ser socavada, ya que catalizó los próximos veinte años de investigación en IA.

De 1957 a 1974, la IA floreció. Las computadoras podían almacenar más información y se volvieron más rápidas, baratas y accesibles. Los algoritmos de aprendizaje automático también mejoraron y las personas perfeccionaron su conocimiento para saber qué algoritmo aplicar a su problema. Las primeras demostraciones se mostraron prometedoras para la resolución de problemas e interpretación del lenguaje hablado. Estos éxitos, convencieron a los gobiernos a financiar la investigación de IA estando particularmente interesados en una máquina que pudiera transcribir y traducir el lenguaje hablado, así como el procesamiento de datos de alto rendimiento.

El optimismo era alto y las expectativas aún mayores.

En 1970 Marvin Minsky declaró a la revista Life, “Entre tres y ocho años tendremos una máquina con la inteligencia general de un ser humano promedio”. Sin embargo, aunque la prueba básica del principio estaba allí, aún quedaba un largo camino por recorrer antes de que pudieran lograrse los objetivos finales del procesamiento del lenguaje natural, el pensamiento abstracto y el autorreconocimiento.

Las computadoras simplemente no podían almacenar suficiente información o procesarla lo suficientemente rápido. Para comunicarse, por ejemplo, uno necesita saber el significado

de muchas palabras y entenderlas en muchas combinaciones. Hans Moravec, un estudiante de doctorado de McCarthy en ese momento, afirmó que “las computadoras todavía eran millones de veces demasiado débiles para exhibir inteligencia”. A medida que disminuía la paciencia, también disminuía la financiación, y la investigación avanzó lentamente durante diez años.

En la década de 1980, la IA fue reactivada por dos fuentes: una expansión del conjunto de herramientas algorítmicas y un aumento de los fondos. La mayoría de los ambiciosos objetivos no se cumplieron. Sin embargo, inspiraron a una talentosa generación joven de ingenieros y científicos.

Irónicamente, en ausencia de fondos gubernamentales, la IA prosperó. Durante las décadas de 1990 y 2000, se lograron muchos de los objetivos históricos de la inteligencia artificial.

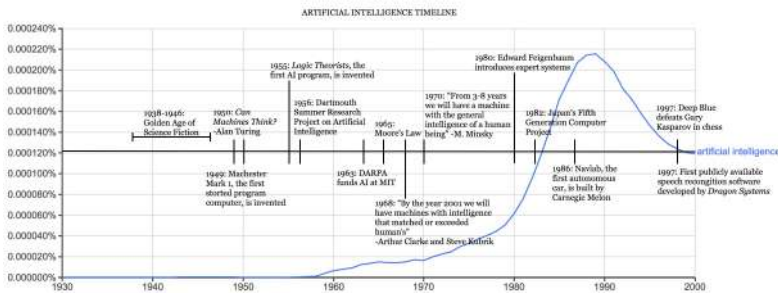
En 1997, el que era entonces campeón mundial de ajedrez y gran maestro Gary Kasparov fue derrotado por *Deep Blue de IBM*, un programa informático diseñado para jugar al ajedrez. En el mismo año, se implementó en Windows el software de reconocimiento de voz desarrollado por *Dragon Systems*. Este fue otro gran paso adelante, pero en la dirección del esfuerzo de interpretación del lenguaje hablado. Parecía que no había un problema que las máquinas no pudieran manejar.

El límite de almacenamiento de la computadora que nos frenaba hace 30 años ya no era un problema. La Ley de Moore, que estima que la memoria y la velocidad de las computadoras se duplica cada año, finalmente se puso al día y, en muchos casos, superó nuestras necesidades. Así es precisamente como Deep Blue pudo derrotar a Gary Kasparov en 1997, y cómo el surcoreano Lee Sedol, campeón 9º Dan, del juego conocido como

GO, anunció su retirada del juego profesional, afirmando que nunca podría ser el mejor jugador de GO debido al creciente dominio de la inteligencia artificial (IA). Lee se refirió a ella como «*una entidad que no puede ser derrotada*» ya que fue vencido por el programa Google, AlphaGo.

Ahora vivimos en la era de los “grandes datos”, una era en la que tenemos la capacidad de recopilar grandes cantidades de información demasiado engorrosa para que una persona la procese. La aplicación de la inteligencia artificial en este sentido ya ha sido bastante fructífera en varias industrias como la tecnología, la banca, el marketing y el entretenimiento. Puede haber evidencia de que la ley de Moore se está desacelerando un poco, pero el aumento de datos ciertamente no ha perdido impulso<sup>3</sup>.

**Figura 1.** Línea del tiempo de la IA diseñada por Rockwell Anyoha.



En nuestros días, la Inteligencia Artificial (IA) está impactando en todos los campos, áreas y disciplinas realizando cambios positivos en nuestra vida diaria, como mejorar la atención médica, mejorar la seguridad y aumentar la productividad. Con la orientación adecuada y el uso apropiado, la IA puede ser una de las herramientas más poderosas que puede transformar drásticamente

3 <https://sitn.hms.harvard.edu/special-edition-artificial-intelligence/>

el mundo y debido a su amplio y profundo impacto las cuestiones éticas que rodean a la IA son motivo de gran preocupación. A medida que avanza la IA, es importante asegurarse de que la IA se use y evolucione de manera ética (Siau y Wang, 2020).

La ética se puede describir como las formas morales de restringir el comportamiento o las acciones de una persona o un grupo y usar reglas y caminos de decisión para ayudar a tomar decisiones sobre lo que es bueno o correcto.

Como afirma Yuval Noah Harari, en la última década y media, el dataísmo ha surgido con “todas las características de una filosofía religiosa”, donde la creencia de que más datos equivalen a más verdad está reemplazando constantemente al liberalismo humano como una fuerza rectora de nuestra era. Como resultado, los filósofos modernos como Byung-Chul Han argumentan que estamos en medio de una segunda Ilustración, donde la (irónicamente) creencia divina en el poder de la medición y cuantificación estadística de todas las cosas se ha mejorado exponencialmente con nuevas tecnologías de poder y capacidades computacionales. La ironía es que las corporaciones de hoy, en su frenesí por capitalizar esta nueva fiebre del oro digital, están creando en muchos sentidos una mitología sobre el dataísmo y el poder de los datos, que, irónicamente, es la antítesis de la lógica de la Ilustración<sup>4</sup>.

En una de sus recientes publicaciones el profesor de la Universidad de Valencia, Agustín Domingo Moratalla describe visualmente el cambio que estamos viviendo, cuando dice: “Hemos pasado de aprender en el ágora en el mundo Homérico, con el libro en los tiempos de la Galaxia de Gutenberg, a aprender con las redes en el Universo de Steve Jobs”.

---

4 Barney Francis. [En línea] <https://www.tni.org/en/article/hacking-the-corporation>

**Figura 2.** Comparativa de los cambios que estamos viviendo.

	Mundo Homérico	Galaxia Gutenberg	Universo Steve Jobs
Lugares	Ágora	Libro	Redes
Procesos	Paideia en micro-comunidad	Lectura y alfabetización personal	Teclados y Alfabetización digital
Cuándo	Hasta maduración natural	Algunos años de Aprendizaje	Life-long learning
Metas	Comunicación de supervivencia	Comunicación de excelencia	Comunicación para navegación en superficie global
Referencias	Héroes relatados	Héroes imaginados	Héroes (pre-)fabricados
Cómo	Compañía, animal social y político	Soledad, voluntad, esfuerzo, distancia	Conexión, inmediatez, velocidad,
Por qué	Tradición, estirpes, linajes	Liberación (ciudad nueva)	Fabulación (hombre nuevo)
Quien	Polis de ciudadanos	Soberanía de lectores	Agrupación o enjambre virtual

Fuente: Prof. Agustín Domingo

## 4. Mitos de la Inteligencia artificial

Tal y como indica el citado profesor Domingo Moratalla<sup>5</sup>, en torno a la IA hay, al menos, cuatro mitos<sup>6</sup>. El primero está relacionado con la mecanización. La inteligencia humana se compara con las máquinas como si pudiera existir una máquina homologable al ser humano.

La neutralización de las decisiones es un segundo mito porque los algoritmos de la IA se ven afectados por subjetividades personales donde casi siempre hay un ‘sesgo algorítmico’.

Además de la mecanización y neutralización, la omnisciencia es el tercer mito. Los procesos y servicios de la IA se nos presentan idealizados como herramientas de conocimiento, saberes y

5 Domingo Moratalla, Agustín [En línea] <https://www.lasprovincias.es/comunitat/opinion/cuatro-mitos-inteligencia-20220528001013-ntvo.html>

6 Domingo Moratalla, Agustín. Blog personal. Marinero en tierra. [En línea] <http://marineroet.blogspot.com/>

certezas en sociedades inciertas, caóticas y desvinculadas. Y por último, se nos vende como fuente de rentabilidad financiera sin precisarnos dónde está el valor social o económico real.





## ❧ II. LOS BENEFICIOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El nacimiento del campo de la Inteligencia Artificial se debió principalmente a la curiosidad de investigadores e inventores por crear una réplica perfecta de la mente humana. La idea de poder simular el cerebro humano en una máquina capturó la imaginación de muchos, atrayendo y asimilando una amplia gama de investigaciones en el campo, lo que llevó a una serie constante de avances y nuevos descubrimientos.

Hoy es evidente el potencial transformador de la IA. En definitiva, la IA es una disciplina transversal que puede aplicarse a cualquier campo, desde la educación al transporte, la sanidad, el derecho o la industria. Por tanto, está cambiando profundamente todos los aspectos de la sociedad. Incluso en su forma de “IA específica”, tiene un importante potencial para generar un crecimiento económico sostenible y ayudarnos a afrontar los retos más acuciantes del siglo XXI, como el cambio climático, las pandemias y la desigualdad.

La Inteligencia Artificial y el uso de los macrodatos se han convertido en las principales palancas con que transformar el mercado laboral, sectores como la banca, finanzas, educación, sanidad... Su implementación siempre se apoya en la promesa de mejorar la calidad de vida, garantizar el acceso a los recursos de una mayor parte de población, entre otros.

Esta premisa, empero, no se puede aceptar sin introducir algunos cuestionamientos previos. Pues, si bien, el desarrollo tecnológico no es intrínsecamente bueno o malo, sí lo serán sus

aplicaciones. Por ello, en primer lugar, habrá que analizar la bondad de los usos. Serán, entonces, la creencia y comprensión de los derechos humanos fundamentales, la dignidad humana básica y el sentido común, las mejores ayudas para tomar decisiones acertadas.



### III. LOS DESAFÍOS ÉTICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Como acabamos de ver, cada vez son más las actividades de la vida cotidiana que dejan una huella digital detrás: el uso del teléfono móvil, las búsquedas de Internet, correos electrónicos, compras online o las redes sociales. Todo ello, que puede parecer perdido o sin relevancia, configura paquetes de información de enorme potencialidad. Se trata, dicho de forma más prosaica, de los *Big Data* o los macrodatos, caracterizados por el volumen, variedad, velocidad y valor de estos. Sin embargo, el gran reto de los datos masivos estriba, no tanto en la captación y almacenaje, sino en los modos en que se explotan e interpretan ya que de ello dependen procesos de tomas de decisión muy diversos.

A continuación, vamos a enumerar los principales desafíos de la IA.

#### 1. Riesgos reales frente a amenazas hipotéticas

En los últimos meses, la inteligencia artificial (IA) ha entrado en la conversación mundial a raíz de la adopción generalizada de herramientas de IA generativa —como los chatbots y los programas de generación automática de imágenes— y la consiguiente preocupación suscitada en relación con los hipotéticos riesgos existenciales que plantea. Miembros del Laboratorio Europeo para el Aprendizaje y los Sistemas Inteligentes (ELLIS), indican como este aumento de popularidad ha derivado a un sensacionalismo que cuestiona si la IA acabará con la civilización humana.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Inteligencia artificial: riesgos reales frente a amenazas hipotéticas

Es necesario poner estos riesgos en perspectiva y no dejar que nos nublen la vista ante los importantes retos que deberían ser nuestra prioridad, incluyendo:

- La manipulación del comportamiento humano por algoritmos de IA <sup>8</sup> con consecuencias sociales potencialmente devastadoras en la difusión de información falsa, la formación de opiniones públicas y los resultados de los procesos democráticos.
- Los sesgos y la discriminación de algorítmicos que no sólo perpetúan, sino que exacerban los estereotipos, los patrones de discriminación o incluso la opresión<sup>9</sup>.
- La falta de transparencia tanto en los modelos como en sus usos.
- La violación de la privacidad y el uso de cantidades masivas de datos de entrenamiento sin consentimiento ni compensación para sus creadores.
- La explotación de los trabajadores<sup>10</sup> que anotan, entrenan y corrigen los sistemas de IA, muchos de ellos ubicados en países en desarrollo con salarios miserables. Recientemente *The Times* publicó como OpenAI contrató a trabajadores kenianos por menos de 2 \$ la hora para trabajar en el ChatGPT.

---

8 Oliver, Nuria. [En línea]

<https://theconversation.com/ai-can-now-learn-to-manipulate-human-behaviour-155031>

9 Bias in Algorithms – Artificial Intelligence and Discrimination. European Union Agency for Fundamental Rights, 2022.

10 Exclusive: OpenAI Used Kenyan Workers on Less Than \$2 Per Hour to Make ChatGPT Less Toxic [En línea] <https://time.com/6247678/openai-chatgpt-kenya-workers/>

- La enorme huella de carbono <sup>11</sup> de los grandes centros de datos y redes neuronales que se necesitan para construir estos sistemas de IA.
- La falta de veracidad de los sistemas de IA generativa que inventan contenidos creíbles (imágenes, textos, audios, vídeos...) sin correspondencia con el mundo real.
- La fragilidad de estos grandes modelos que pueden cometer errores y ser engañados.
- La profunda transformación del mercado laboral con el consecuente desplazamiento de empleos y profesiones.
- La concentración de poder en manos de un oligopolio de quienes controlan hoy los sistemas de IA.

Al final, el riesgo ético de la IA no es nebuloso ni teórico. Es concreto. Y merece y requiere una atención equilibrada y ponderada que va mucho más allá de la repetición de titulares aterradoros y sensacionalistas.

## **2. Seguridad y Responsabilidad**

La idea de poder simular el cerebro humano en una máquina capturó la imaginación de muchos, atrayendo y asimilando una amplia gama de investigaciones en el campo, lo que llevó a una serie constante de avances y nuevos descubrimientos. A medida que la automatización se hace cargo de nuestra vida diaria, nos lleva a la principal preocupación de, ¿dónde se debe trazar la línea de la ética?

---

<sup>11</sup> Dhar, Payl. The carbon impact of artificial intelligence [En línea] <https://www.nature.com/articles/s42256-020-0219-9>

¿Hasta dónde podemos llegar con un sistema que no distingue el bien del mal?

¿Quién es responsable de las decisiones tomadas por la IA y cómo se puede garantizar la trazabilidad de la responsabilidad?

Siendo una tecnología que tendrá un enorme impacto en todo el ámbito humano, es indispensable establecer marcos claros de responsabilidad y rendición de cuentas para la IA, incluyendo la creación de estándares y regulaciones claras y la asignación de responsabilidades claras a los desarrolladores, usuarios y propietarios de la IA.

Ya en 1993, el *Journal of Business Ethics* publicó un artículo sobre las preocupaciones éticas de la toma de decisiones artificial (Khalil, 1993). Mucho ha cambiado todo este tema en las casi tres décadas transcurridas desde entonces. La gestión responsable ha recibido una atención cada vez mayor en todas las áreas de investigación empresarial y ha ampliado el alcance de la investigación en todo el mundo. La IA ha entrado en lo que los investigadores Haen Lein y Kaplan llaman, su “temporada de cosecha”, con muchas preguntas éticas pendientes y otras nuevas acumulándose.

Hasta la fecha, la investigación de IA sobre ética todavía parece estar emergiendo, dispersa en muchos dominios, por lo que carece de una perspectiva teórica demasiado coherente. Esto hace que la investigación en este dominio sea aún más importante.

Los sistemas de IA deben ser responsables de sus acciones y decisiones y para ello la filósofa Adela Cortina se cuestiona los siguientes aspectos con la finalidad de elaborar una ética aplicada:

- ¿Qué decisiones dejamos a merced de un algoritmo?
- ¿Qué sesgo humano pueda haber en ellos?
- ¿Cómo son las políticas de privacidad que convierten a los usuarios en meras mercancías?
- ¿Qué dominio y control efectivo tenemos sobre nuestra propia información?
- ¿Deben existir líneas rojas en la investigación?

Ante esta incertidumbre, comprender los valores de la IA ética es fundamental<sup>12</sup> y éstos se sintetizan en:

- Maximizar la conciencia ética de los desarrolladores
- Maximizar la equidad y la justicia
- Maximizar la supervisión del gobierno sobre la IA.

La IA es una herramienta muy buena creando narrativas y se puede dar la posibilidad de que malos actores generen un tsunami de desinformación como nunca habíamos visto. El 91% de las personas coinciden en que tenemos que ser cuidadosos al manipular la Inteligencia Artificial.<sup>13</sup>

### **3. Riesgo de sesgos algorítmicos y discriminación**

Ahora se está prestando atención al papel generalizado del sesgo en nuestra tecnología. Estamos viendo cada vez más ejem-

---

<sup>12</sup> Ran, Liu. Values of Ethical Artificial Intelligence. Missouri University of Science & Technology

<sup>13</sup> Governance.ai.

plos que salen a la luz de los problemas de sesgo en el proceso de capacitación requerido para los programas de aprendizaje automático: los humanos estamos tomando las decisiones sobre qué datos hay que usar para hacer que la máquina funcione de una manera determinada. Los seres humanos también están tomando decisiones sobre qué tipos de algoritmos producirán los mejores resultados en los datos disponibles para los programas, pero ¿se cuestionan en todo momento las implicaciones éticas de cualquiera de sus planteamientos puramente técnicos dirigidos a resolver una cuestión? ¿son solo “los mejores resultados” los que buscan los desarrolladores? ¿Qué pasa con los desafíos éticos que han de plantearse y que tienen especial interés cuando se extrapolan a los modelos de negocio de las organizaciones?

La IA puede perpetuar la discriminación si se entrena con datos sesgados o si no se tienen en cuenta las diferencias culturales y de género. Esto puede tener consecuencias terribles para los individuos y las comunidades marginadas, así que es necesario tomar medidas para garantizar que la IA se utilice de manera justa y equitativa.

#### **4. Privacidad y seguridad de los datos**

La Declaración Universal de los Derechos Humanos de Naciones Unidas en su artículo número 12 recoge el derecho de las personas a mantener la intimidad declarando así el derecho a la privacidad.

El uso sin restricciones de los datos de las personas por parte de las empresas que buscan monetizarlos y continúan ignorando las regulaciones, está siendo combatido a través de multas. Casi no hace falta decir en este punto que nuestro entorno de redes



sociales está plagado de prácticas poco éticas, desde *Cambridge Analytica* hasta la manipulación electoral que se ha visto en diferentes países.

Según Fabián García, profesor de Emprendimiento en la Universidad Politécnica de Madrid cada persona genera una media de 15 gigas de datos al año y esta cantidad va aumentando progresivamente alimentando a empresas que viven de nuestros datos. Según un reciente estudio publicado en HBR una familia media norteamericana de 4 miembros genera datos por valor de 30.000 \$ al año. Y eso es lo que ya se conoce como "economía de datos".

Pero, por otro lado, no podemos obviar aspectos positivos que se producen desde el punto de vista de la investigación cuando se comparten los datos. Concretamente en el campo de la medicina el hecho de recopilar mucha información privada ha facilitado soluciones a enfermedades, especialmente a las denominadas raras. Desde el punto de vista de la industria también, gracias a estos datos, se producen nuevos servicios. Es en este momento, cuando se nos presenta la tesitura de decantarnos entre la defensa a ultranza de la privacidad de nuestros datos o desarrollar innovación para solucionar problemas reales.

Cada vez es más frecuente observar las tecnologías PET que son aquellas que buscan un equilibrio entre la innovación y la protección de la privacidad. El abogado especializado en derecho digital Borja Adsua opina que el símbolo del "candado" que representa la privacidad en las webs estaría mal elegido porque los datos deben circular para poder seguir avanzando. Los datos no se protegen, se protege la intimidad (artículo 197 del Código Penal). La vida privada debe convivir con la pública. Sería más lógico sustituir la figura del "candado" por un icono

con un “cinturón de seguridad” y que represente precaución y protección. También se produce la paradoja de que mientras que en España se sanciona a las PYMES que no respeten estos derechos, en Europa no se prohíbe que empresas como TikTok exporten nuestros datos a China.

La privacidad debe ser compatible con la economía de datos. Necesitamos datos para entrenar a los algoritmos y para no quedarnos al margen en esta nueva revolución. Por ejemplo, el sistema de reconocimiento facial que China está desarrollando será siempre más preciso y avanzado que el europeo porque en Europa no estamos recogiendo tantos datos. Lo mismo ocurrirá con la medicina. Los países que acumulen más datos resolverán más enfermedades. Ante este escenario habría que recurrir al principio kantiano de ética formal que dice “No hagas con los datos de los demás lo que no te gustaría que hicieran con los tuyos”.

Otra cuestión delicada es la de la Identificabilidad que está relacionada con el pseudoanonimato de los datos. Por ejemplo, en una investigación científica que pretende resolver una enfermedad como el cáncer los datos son claves, pero esta información no está asociada con un nombre y apellido, sino que se relaciona con números. Hablamos del paciente 23456. Pero hay un tercer nivel que sí conoce a quien corresponden estos números para poder aplicar un tratamiento luego. Es en este nivel donde necesitamos un organismo neutro que proteja y de confianza. Otro ejemplo es el de empresas de coches compartidos donde el usuario cede su carné de conducir, pero ¿qué pasa si piratean el sistema y suplantan la identidad? Como vemos la ciberseguridad y los riesgos potenciales de las violaciones de datos abren un capítulo por sí solos por eso la necesidad de terceras instituciones que ejerzan la guardia y custodia de nuestros datos.

## 5. Transparencia y explicabilidad

A medida que la IA se vuelve más sofisticada y se utiliza en situaciones críticas, como la toma de decisiones médicas o financieras, se vuelve cada vez más importante comprender cómo se están tomando estas decisiones, pero se produce la paradoja de que cuanto más complejo es el proceso menos explicabilidad hay. El reto es grande. A pesar de la multitud de publicaciones de organismos supranacionales, internacionales, entidades públicas y compañías tecnológicas, hoy en día, no hay un acuerdo global sobre cuáles deberían ser los principios éticos fundamentales para aplicar a la IA. Si bien es verdad que la mayoría de ellos se tiende a encuadrarlos en cuatro grandes grupos: autonomía, justicia, crear beneficio y no maleficencia.

Es esta explicabilidad la que da transparencia a la “caja negra” y esto es imprescindible para construir la confianza pública, porque a no ser que seas un ingeniero experto en datos cuando intentamos acceder a los algoritmos es muy complejo entender su programación.

## 6. Impacto socioeconómico

En plena 4ª revolución industrial, como define Klaus Schwab<sup>14</sup> a este periodo, el capitalismo se ha transformado, algo que ocurre más o menos cada siglo.

Se denomina “revolución industrial a todo proceso en el que se desarrollan nuevas tecnologías y formas de percibir el mundo que desencadenan un cambio profundo en los sistemas económicos y las estructuras sociales. Pero ahora, en este siglo digital, lo que tenemos es una situación extraordinaria en la cual toda

---

<sup>14</sup> Klaus Schwab es fundador del Foro Económico Mundial,

la estructura del capitalismo está basada en la comercialización del comportamiento humano<sup>15</sup>.

**Figura 3.** Gráfico de las 4 revoluciones que se han producido en nuestra historia



Vivimos en un mundo en el que todo lo que hacemos está monitorizado. Nuestras acciones son transformadas en datos, propiedad de las grandes empresas del capitalismo de la vigilancia, conocidos como GAMA acrónimo de Google, Apple, Meta (Facebook) y Amazon y que, junto con Microsoft, copan las primeras posiciones en el ranking de empresas con mayor valoración en bolsa.

A partir de esos datos, estas empresas pronostican nuestro comportamiento. Luego venden esos pronósticos. Todos los interesados en esos datos terminarán ganando más dinero si logran reducir la incertidumbre en sus negocios sabiendo con mucha certeza cómo vamos a comportarnos.

Parece que, en esta nueva economía, el desarrollo tecnológico es la única llave que conduce hacia el futuro. Los nuevos modelos de negocio adoptados por los “GAMA” están provocando una disrupción en distintos sectores:

- Bitcoin consigue pasar por alto los bancos tradicionales y las cámaras de compensación gracias a la tecnología blockchain.

---

15 Efecto Naím. [En línea] <https://ethic.es/2023/02/vivimos-en-una-distopia-accidental/>

- Coursera y EdX, entre otros, amenazan a las escuelas de negocios con cursos en línea abiertos masivos (MOOCs).
- La compañía china Tencent compite en servicios de Internet a través de micro transacciones.
- Uber elude el sistema de licencias que protege las franquicias de taxis en ciudades de todo el mundo.

Puede que nos guste Spotify, Netflix, Google e incluso Facebook, pero estos procesos [de extracción de datos y de desarrollo de pronósticos] están diseñados para permanecer escondidos para los usuarios. Y es por eso por lo que hemos tardado tanto en darnos cuenta del problema. Es nuestra responsabilidad aprender sobre lo que está pasando y la de nuestros legisladores es la responsabilidad de idear e implementar políticas que puedan prohibir o regular estos procesos.

La IA también permite el análisis de la información del cliente en un nivel mucho más granular (Kosinski et al., 2013), lo que abre la posibilidad de prácticas de marketing poco éticas que las empresas deberían intentar desalentar activamente.

- La fijación dinámica de precios podría llevarse al extremo, utilizando información pasada para determinar las estimaciones de la disposición a pagar a nivel individual (Shartsis, 2019).
- La compra impulsiva podría desencadenarse al presentar artículos que el cliente tocó previamente o que solo miró intensamente pero no compró.
- Las empresas podrían dirigirse a los clientes que son particularmente propensos a los artículos adictivos para impul-

sar las ventas en dichas categorías (por ejemplo, tabaco, alcohol, alimentos con alto contenido calórico).

El teléfono móvil inteligente nos prometía cierta libertad, pero se ha convertido en una cadena que nos apresa allí donde estemos. Como el profesor de filosofía Byung-Chul Han afirma, el *smartphone* es hoy tanto un lugar de trabajo digital como un confesionario digital. Es el artículo de culto de la dominación digital. Como aparato de subyugación actúa como un rosario y sus cuentas; así es como mantenemos el móvil constantemente en la mano. El *me gusta*, es el amén digital. Seguimos confesándonos. Pero no pedimos perdón, sino que se nos preste atención<sup>16</sup>. Nos desnudamos por decisión propia. La pantalla es una pobre representación del mundo. Giramos en círculo alrededor de nosotros mismos. El *smartphone* contribuye decisivamente a esta pobre percepción de mundo y a que se incremente el capitalismo de vigilancia.

Lo mismo ocurre con el hogar inteligente (Smart home) formado por artefactos interconectados que almacenan nuestros datos o con la cama inteligente (*smart bed*) con sensores que prolonga la vigilancia también durante las horas de sueño. La escucha se va imponiendo de modo creciente en la vida cotidiana como si fuera lo conveniente. Las cosas informatizadas (aparentemente inteligentes) se revelan como informadores eficientes que nos controlan y dirigen constantemente. El *big data* dispone solo de una forma muy primitiva de conocimiento: la correlación. Si ocurre A, entonces ocurre B. No hay ninguna comprensión. La inteligencia artificial no piensa. Como dice Byung-Chul Han en su libro *Las no cosas*, “a la inteligencia artificial no se le pone la carne de gallina”.

---

<sup>16</sup> Han, Byung-Chul. No cosas. Quiebras del mundo de hoy. Editorial Taurus. Madrid 2021.

La novela *1984*, de George Orwell, se ha convertido desde hace poco en un éxito de ventas mundial. Las personas tienen la sensación de que algo no va bien con nuestra zona de confort digital. Pero nuestra sociedad se parece más a *Un mundo feliz* de Aldous Huxley.<sup>17</sup> En *1984* las personas son controladas mediante la amenaza de hacerles daño. En *Un mundo feliz* son controladas mediante la administración de placer. El Estado distribuye una droga llamada “soma” para que todo el mundo se sienta feliz. Ese es nuestro futuro.

La actividad digital nos lleva a fusionarnos, cada vez más, con la tecnología que utilizamos a diario. Reconocimiento facial, huellas dactilares...pero ¿Cuáles serán las consecuencias de transportar nuestra identidad hacia lo informatizado?

Las identidades digitales permiten que las personas se identifiquen de manera segura, fácil y rápida al realizar, por ejemplo, una compra. Sin embargo, hay otras identidades digitales menos reguladas compuesta por todas y cada una de las interacciones que llevamos a cabo a diario con el mundo online. Según afirma Esteve Almirall, profesor de Operaciones, Innovación y Data Science en Esade, es en este tipo de identidades más informales donde se da, a la vez, el mayor grado de innovación; lo que lleva a toparse con dos fenómenos que crecen con rapidez. Por un lado, el uso de factores biométricos, ya centrado en el reconocimiento facial; por otro, plataformas que facilitan la identificación a aplicaciones de terceros, convirtiéndose de esta forma en una autoridad digital de autenticación. Ambos se entrelazan aportando evidentes ventajas a los usuarios, pero también atentan, al menos en Europa, contra la necesaria protección de la privacidad de los individuos<sup>18</sup>.

---

17 Muñoz, Juan Jacinto. [En línea] [https://elpais.com/elpais/2013/11/07/opinion/1383853908\\_900723.html](https://elpais.com/elpais/2013/11/07/opinion/1383853908_900723.html)

18 Esteve Almirall es profesor de Operaciones, Innovación y Data Science en Esade.

A medida que se amplía nuestra huella digital, también lo hace nuestro 'yo' digital. Las redes sociales son un facilitador global de contactos entre individuos y, cuanto mayor interacción, mayor es la huella que dejamos, la información que se nos arrebatada y la posibilidad de perfilar nuestra identidad digital. La dinámica impulsada por las compañías tecnológicas, y ahora por los Gobiernos e incluso por la Unión Europea, hace que nuestras interacciones sociales, políticas y culturales se produzcan a través de las redes sociales, incrementando nuestro tiempo de conexión<sup>19</sup>



---

<sup>19</sup> Ulises Cortés es catedrático de Inteligencia Artificial en la Universitat Politècnica de Catalunya.



## ❖ IV. ABORDANDO LOS DESAFÍOS ÉTICOS

La responsabilidad es una actividad eminentemente humana. El problema que se plantea con la responsabilidad en la IA es que estamos tocando un ámbito que no es extrapolable a lo que estamos acostumbrados. Nos encontramos ante una dilución de la responsabilidad, debido a que el sentimiento de impotencia nos obliga a desentendernos corriendo un gran riesgo<sup>20</sup>.

Nos preguntamos:

- > ¿Quién es responsable? La persona
- > ¿De qué? De una obra y de sus consecuencias
- > ¿Frente a quién? Frente a todos los colectivos
- > ¿En base a qué? A la regulación, a la autorregulación o a la ética.

Es conocida la distinción que hizo Max Weber entre ética de la convicción y ética de la responsabilidad. La primera orientaría la acción desde el único criterio del cumplimiento de férreos principios morales, mientras que la segunda obligaría a tener en cuenta las consecuencias, el contexto y las propias repercusiones sobre el que actúa.

---

20 Fernández Fernández, José Luis. Barreras de la Responsabilidad. Conferencia Odiseia School.2022.

Ahora nos encontramos en una situación en la que corremos el riesgo de olvidarnos de las convicciones y dejar de ser responsables y entonces el mundo irá en modo automático. Y no conviene olvidar que la tecnología también posibilita hacer “muy bien el mal”, por lo que es necesario tomar cartas en el asunto y no desentendernos de lo que está pasando en los centros de investigación.

## 1. Marco regulatorio

Europa, que fue pionera con el Reglamento General de Protección de Datos, ha vuelto a ser un modelo a seguir, publicando el primer reglamento de IA en 2021, después de un trabajo de más de tres años que se inició en el 2018 y que se ha ido mejorando gracias a la participación de la sociedad civil, empresas, gobiernos y además un grupo de expertos (*HLEG*), en IA y ética, de todos los países europeos. El progreso de esta regulación, aunque continuado, no está siendo sencillo y además desde finales del año pasado la irrupción de *ChatGPT* ha generado nuevas incógnitas, principalmente acerca de la inclusión de este tipo de IA llamada generativa en dicha regulación. Sin duda estos nuevos modelos van a requerir de reflexiones adicionales y probablemente esto retrase la puesta en marcha de la regulación, pero el Parlamento Europeo llegó, el pasado 27 de marzo de 2023, a un acuerdo final sobre el Reglamento de inteligencia artificial. Es un paso importante porque el uso de la inteligencia artificial no está exenta de riesgos<sup>21</sup>. Según la propuesta de regulación se pueden establecer diferentes usos de IA dependiendo de los riesgos que conlleva: usos prohibidos, usos de alto riesgo y aquellos que no entran en ninguna de las dos categorías anteriores. La meta final es que consigamos lle-

---

21 Valls Prieto, Javier. Prof. en Derecho Penal especializado en regulación ética y jurídica de la inteligencia artificial y la robótica, Universidad de Granada

gar a una IA fiable y por esto velará la futura Junta Europea de Inteligencia Artificial.

Aunque ha llevado algún tiempo preparar la legislación, es indiscutible que se trata de un texto que va a dar garantías a la ciudadanía al priorizar el respecto y protección de los derechos fundamentales, teniendo como eje central de su diseño a los humanos.

## **2. Diseño ético y responsabilidad social de los desarrolladores de IA**

La toma de decisiones éticas por parte de la IA es un gran desafío para los desarrolladores, ingenieros, ejecutivos de negocios, legisladores y la sociedad en general (Siau y Wang, 2018).

Las empresas pueden usar IA para identificar prejuicios raciales implícitos, algo de lo que, por ejemplo, ha sido acusada una conocida plataforma de alojamientos, donde los afroamericanos con nombres distintivos tienen menos probabilidades de obtener una reserva exitosa que los huéspedes con nombres más convencionales.

Con las complejidades del aprendizaje automático, la ética y sus puntos de intersección, no hay soluciones rápidas. Para implementar, escalar y mantener estrategias eficaces de mitigación de riesgos éticos de IA, las empresas deben comenzar con un conocimiento profundo de los problemas que intentan resolver. Sin embargo, un desafío es que las conversaciones sobre la ética de la IA pueden parecer nebulosas. El primer paso, entonces, debe consistir en aprender a hablar de ello de manera concreta y práctica, y sobre todo incorporar desde muy temprano en los sistemas educativos estos conceptos, de manera que, desde muy jóvenes, las personas puedan

estar alerta sobre estos temas y no se adocen como sucede con algunos jóvenes de las actuales generaciones que han normalizado estas situaciones porque nadie les preparó para enfrentarse a ellas, aprovechando lo que tienen de positivas y prevenirles de sus usos perversos.

Si desarrollamos la IA sin ética no sería una buena IA porque probablemente no estaría al servicio de la humanidad.

Parece una obviedad, pero se convierte en un tema fundamental que los desarrolladores y técnicos deban estar capacitados en razonamiento ético para que puedan tomar decisiones éticas a la hora de elaborar diseño e implementación, para que el sistema de IA se programe éticamente.

### **3. Colaboración entre la industria, academia y organizaciones gubernamentales**

En este entorno, el liderazgo ético se convierte en un imperativo que debe servir como llamado a la acción en el sistema educativo. Como acabamos de señalar, enseñar comportamiento ético en universidades y escuelas es más crucial que nunca (Kaplan, 2021). El potencialmente alto nivel de desempleo será un desafío para las sociedades en todo el mundo y probablemente genere tensiones entre los diferentes grupos socioeconómicos dentro y entre países (Kaplan & Haenlein, 2020). Se pide a las universidades que incluyan cursos que combinen Inteligencia Artificial y Humanidades, independientemente del área académica. Dichos cursos pueden convertirse en parte del plan de estudios básico como matemáticas o historia (Kaplan, 2021)<sup>22</sup>.

---

22 Business Ethics in the Era of Artificial Intelligence . Michael Haenlein· Ming-Hui Huang· Andreas Kaplan

Si bien la tecnología de IA tiene el potencial de automatizar muchas tareas y roles, hay ciertos trabajos que actualmente dependen en gran medida de habilidades humanas únicas y es menos probable que sean reemplazados por IA en un futuro cercano. Estos trabajos a menudo involucran interacciones sociales complejas, pensamiento creativo y altos niveles de adaptabilidad<sup>23</sup> que se deberían de potenciar en la educación. Si bien la IA puede aumentar o ayudar en algunos aspectos de estos trabajos, las habilidades humanas únicas, la creatividad, la inteligencia emocional y la adaptabilidad requeridas en estas profesiones hacen que sea menos probable que la IA las reemplace por completo en un futuro previsible. Aquí hay unos ejemplos:

- Campos creativos y artísticos que requieren originalidad y creatividad.
- Profesiones que se basan en la inteligencia social y emocional, como terapeutas y trabajadores sociales.
- Roles complejos de toma de decisiones y estrategia, como ejecutivos de alto nivel y formuladores de políticas.
- Posiciones de investigación científica, innovación y descubrimiento.
- Funciones asistenciales y de cuidado personal que requieran atención personalizada y apoyo emocional.
- Puestos docentes y educativos, brindando orientación personalizada y fomentando el pensamiento crítico.

---

23 Rafik Samy Founder - CEO Egyptian International for Educational Services & Marketing

- Profesiones jurídicas que impliquen un análisis jurídico complejo y defensa en los tribunales.
- Funciones de liderazgo y gestión que requieran toma de decisiones estratégicas y gestión de equipos.
- Empleos en ventas y negociación, donde las habilidades interpersonales y las relaciones con los clientes son cruciales.
- Oficios calificados y puestos de artesanía que involucren trabajo manual y resolución de problemas.
- Hospitalidad y servicios personales, brindando experiencias personalizadas.
- Profesiones de exploración científica en ambientes extremos o territorios desconocidos.
- Periodismo y reportaje de investigación, descubriendo narrativas complejas.
- Trabajos de respuesta a emergencias y gestión de crisis, que requieren capacidad de pensamiento rápido y adaptabilidad.
- Entrenamiento y entrenamiento deportivo, proporcionando retroalimentación y apoyo individualizado.
- Profesiones de las artes escénicas, que impliquen expresión emocional y participación del público.
- Funciones de investigación y desarrollo que requieren innovación y pensamiento crítico.

- Posiciones de conservación ambiental y manejo ecológico, con comprensión y toma de decisiones ecológicas complejas.
- Trabajos de conservación y patrimonio cultural, que involucren la protección y promoción de los artefactos y tradiciones culturales.
- Mentores y asesores profesionales, que ofrecen orientación personalizada y experiencia en varios dominios.







## ❖ V. CONCLUSIONES

En conclusión, la Inteligencia Artificial es una herramienta poderosa que puede transformar nuestra sociedad. Sin embargo, debemos abordar los desafíos éticos asociados para garantizar que la IA se utilice de manera responsable y en beneficio de la humanidad. Al adoptar un enfoque centrado en la ética, podemos navegar por estos desafíos y construir un futuro en el que la IA mejore nuestras vidas. Esto incluye la toma de decisiones, la transparencia y la responsabilidad en el desarrollo y uso de la tecnología.

Diseñar soluciones concretas y coordinadas que permitan actuar para afrontar los retos actuales reales de la IA, incluyendo la regulación, es fundamental. Abordar estos retos requiere la colaboración y participación de los sectores más afectados de la sociedad, junto con los necesarios conocimientos técnicos y de gobernanza. Es hora de actuar con ambición, sabiduría y en cooperación.

Deberíamos temer, no a las máquinas sino a la intención que los humanos le ponemos a estas máquinas y la ética debería ser el puente de comunicación entre ambos. Una ética como nuevo lenguaje de programación para que la IA defienda los valores y la dignidad humana, para que trabaje por una equidad de género, por la diversidad, por la inclusión social y por la privacidad.

Los humanos hemos creado todo tipo de máquinas, desde armas capaces de exterminar a una población, hasta naves espaciales que nos han llevado a la luna. La diferencia entre las má-

quinas son las intenciones con las cuáles fueron creadas, y estas mismas intenciones son las que deberían constituir el centro del debate en la era tecnológica.

Con el avance técnico viene una gran responsabilidad ética. Nos encontramos ante una oportunidad única, por ello debemos comenzar a trazar un marco de convivencia humanos-máquinas, en el que las personas sean más digitales, y las máquinas más humanas. Es justo con el lenguaje ancestral de la “ética” con quien podemos esbozar este camino, ya que, de lo contrario, la nueva obsolescencia, será la humana.

Como Shoshana Zuboff afirmó «Vivimos en una distopía accidental» donde la información de las personas se ha convertido en la base para un nuevo orden económico mundial que amenaza la democracia. Evitar un futuro distópico creado por la IA e incorporar principios éticos en la toma de decisiones de la IA son las dos áreas más importantes para conseguir los siguientes desafíos:

1.-Proteger nuestros derechos: El capitalismo de la vigilancia se basa en la usurpación de derechos que siempre hemos considerado esenciales para vivir una vida libre, individual y moderna. Hemos llegado al punto en que necesitamos codificar estos derechos epistémicos. Es decir, convertirlos en derechos jurídicos que puedan ser defendidos en nuestros tribunales y sistemas legales. De lo contrario, un pequeño grupo de compañías seguirá teniendo todos los derechos sobre el conocimiento.

Los datos serán el petróleo del siglo XXI. Como expresó su presidente, China quiere ser el líder mundial en IA para 2030. Dado el hecho de que China ahora está recopilando grandes cantidades de datos, podría ser el equivalente a Arabia Saudita en el siglo XX. La forma en que el gobierno y la economía

en China están organizados actualmente (es decir, funcionan como una empresa) crea un ecosistema peligroso.

2.- Continúen existiendo estos servicios: La meta no es que dejen de existir estos servicios maravillosos, sino que todos los datos y el conocimiento profundo que generan nos pertenezcan, le pertenezcan a los líderes electos y a las instituciones que debemos crear para regular el ámbito digital. Hay mucho trabajo por hacer.

3.- Recuperar la esfera pública y los espacios de información que nos permitan comunicarnos libremente como una sociedad abierta. El Dr. Robert Califf, quien dirige la Administración de Drogas y Alimentos de los EE.UU., afirmó que la desinformación se había vuelto la principal causa de muerte en el país.<sup>24</sup>

4.- Regulación: actuar contra la autorregulación en internet ya que ésta es precisamente lo que nos llevó a este gran caos. Facebook y otras grandes corporaciones alimentan potentes lobbies para defender la autorregulación.

5. Detener la extracción masiva y silenciosa de datos personales, y decretarla ilícita: desde cualquier punto de vista –moral, político o económico–, esa extracción es fundamentalmente injusta y malintencionada. En cualquier otro contexto, se le llamaría robo. Así que se cataloga como un robo y se detiene. Los miles de millones de compañías que quieren entrar en el mundo digital y operar de formas que promueven los valores democráticos, por fin podrán competir en un entorno justo.

---

<sup>24</sup> La información falsa sobre el covid-19 sobrepasó la información legítima en las redes sociales y llevó a un mayor número de muertes durante la pandemia.

7. Recuperar el siglo digital: eliminar el poder que sobre los datos privados descaradamente asumieron ciertas empresas sin preguntar a los dueños de la información. Este poder es el que les permite convertir nuestras vidas en productos para aumentar sus ganancias y su influencia.

8. Cuestionar los sistemas de relación entre humanos y máquinas: nuestra identidad digital, usada como combustible para la inteligencia artificial, ocupa un lugar preponderante en el control, en el sometimiento y en la normalización de las subjetividades.

En definitiva, la IA está en todas partes y afecta a todos, desde nuestras redes sociales hasta los beneficios sociales que recibimos. Gracias a la tecnología recibimos la información que más nos interesa. Las decisiones administrativas se pueden tomar de manera más eficiente. Las vacunas pueden desarrollarse más rápido que antes. Pero a medida que las decisiones se vuelven cada vez más automatizadas, es vital que la tecnología trabaje para nosotros y no contra nosotros, o contra algunos de nosotros.

Los riesgos son enormes. Esto solo subraya que la tecnología necesita ser regulada para que podamos aprovechar su asombroso potencial.

Tenemos que mirar debajo del capó y entender cómo funcionan realmente los algoritmos, para que todos seamos más conscientes de los riesgos cuando nos involucramos con él.

Quizá estemos lejos todavía de la verdadera inteligencia artificial. En cualquier caso, la clave de todo está en que seamos nosotros quienes controlemos a la tecnología y no la tecnología quien nos controle a nosotros.

## ❧ VI. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, C. W. Wallach, and I. Smit., “Why Machine Ethics?” *Intelligent Systems, IEEE*, 21(4): 12–17, 2006.
- Cortina, Adela. *Ética de la inteligencia artificial*. Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas, ISSN 0210-4121, Nº 96, 2019, págs. 24-24
- Crawford, K., & Calo, R. (2016). There is a blind spot in AI research. *Nature*, 538, 311–313.
- Edelman, B., Luca, M., & Svirsky, D. (2017). Racial discrimination in the sharing economy: Evidence from a field experiment. *American Economic Journal: Applied Economics*, 9(2), 1–22.
- Friedman, B., “Moral Responsibility and Computer Technology.” Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Boston, Massachusetts, 1990.
- Giroux M., Kim J., Lee J., and Park J. (2022). Artificial intelligence and declined guilt: Retailing morality comparison between human and AI. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of AI: On the past, present and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2020). Artificial intelligence and robotics: Shaking up the business world and society at large. *Journal of Business Research*, 124, 405–407.
- Hirschman, A. (1970). *Exit, voice and loyalty: Responses to decline in firms, organizations and states*. Harvard University Press.

- Huang, M.-H., & Rust, R. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155–172.
- Huang, M.-H., Rust, R., & Maksimovic, V. (2019). The feeling economy: Managing in the next generation of AI. *California Management Review*, 61(4), 43–65.
- Hunkenschroer A. L., & Luetge C. H. (2022). Ethics of AI-enabled recruiting and selection: A review and research agenda. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- John-Mathews J.-M., Cardon D., & Balagué C. H. (2022). From reality to world—A critical perspective on AI fairness. *Journal of Business Ethics*. Forthcoming.
- Kaplan A. (2021). Higher education at the crossroads of disruption: The University of the 21st Century, Great Debates in Higher Education, Emerald Publishing.
- Kaplan, A. (2022). *Artificial intelligence, business, & civilization: Our fate made in machines*. Routledge.
- Kaplan A., & Haenlein M. (2019). Siri, Siri in my hand, who is the fairest in the land? On the interpretations, illustrations and implications of artificial intelligence, business horizons, 62(1), 15–25.
- Kaplan A. & Haenlein M. (2020). Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence, business horizons, 63(1), 37–50.
- Kelley S. (2022). Employee perceptions of the effective adoption of AI principles. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- Khalil, O. (1993). Artificial decision-making and artificial ethics: A management concern. *Journal of Business Ethics*, 12(4), 313–321.
- Klein, J., Smith, C., & John, A. (2004). Why we boycott: Consumer motivations for boycott participation. *Journal of Marketing*, 68(3), 92–109.

- Kosinski, M., Stillwell, D., & Graepel, T. (2013). Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 110(15), 5802–5805.
- Ma J., Tojib D., & Tsarenko Y. (2022). Sex robots: Are we ready for them? an exploration of the psychological mechanisms underlying people's receptiveness of sex robots. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- Oliver, Nuria. [En línea].<https://theconversation.com/ai-can-now-learn-to-manipulate-human-behaviour-155031>
- Rodgers W., & Nguyen T. (2022). Advertising benefits from ethical artificial intelligence algorithmic purchase decision pathways. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- Rossi, F. (2019). Building trust in artificial intelligence. *Journal of International Affairs*, 72(1), 127–133.
- Rust R., & Huang M.-H. (2021). The feeling economy: How artificial intelligence is creating the era of empathy. NY: Palgrave Macmillan (Springer International Publishing).
- Scherer, M. (2016). Regulating artificial intelligence systems: Risks. *Challenges, Competencies, and Strategies, Harvard Journal of Law & Technology*, 29(2), 354–400.
- Seele P., & Schultz M. (2022). From greenwashing to machine-washing: A model and future directions derived from reasoning by analogy. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- Sharif M., & Ghodoosi FJSD (2022) The ethics of blockchain in organizations. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- Shartsis A. (2019). Dynamic pricing: The secret weapon used by the world's most successful companies, *Forbes*, January 8th.
- Sullivan Y., & Wamba F. S. (2022). Moral judgments in the age of artificial intelligence. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.

- Taddeo, M., & Floridi, L. (2018). How AI can be a force for good. *Science*, 361, 751–752.
- Telkamp J., & Anderson M. (2022) The Implications of diverse human moral foundations for assessing the ethicality of artificial intelligence. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.
- Tsui, A. (2016). Reflections on the so-called value-free ideal: A call for responsible science in the business schools. *Cross-Cultural & Strategic Management Science*, 23(1), 4–28.
- Toth Z., Caruana R., Gruber T., & Loebbecke C. (2022) The dawn of the ai robots - towards a new framework of ai robot accountability. *Journal of Business Ethics*, Forthcoming.





# **Discurso de contestación**

**Excmo. Sr. Dr. Rafael Urrialde de Andrés**



Excelentísimo Sr. Presidente de la Real Academia Europea de Doctores, Excelentísimos Sres. Académicos, señoras y señores, estimados amigos.

En primer lugar, me gustaría iniciar mi intervención en respuesta al discurso de *laudatio* de la Dra. Cecilia Kindelán con motivo de su ingreso como Académica Numeraria, expresando mi total agradecimiento a la Junta de Gobierno de esta Real Academia Europea de Doctores, y en especial a su Presidente el Excelentísimo Sr. D. Alfredo Rocafort por el honor, la satisfacción y el orgullo que supone compartir esta sesión de la Real Academia Europea de Doctores en Madrid y más en este marco tan incomparable como es el Paraninfo de la Universidad Complutense de Madrid, donde además ejerzo mi actividad académica como Profesor en la Facultad de Ciencias Biológicas, en la Unidad de Fisiología Vegetal del Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología.

La Dra. Cecilia Kindelán con un amplio y basto *curriculum vitae*, licenciada en Ciencias de la Información y en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad a Distancia y Magister en diferentes Másteres, es Doctora en Comunicación por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y experta en formación en temas de comunicación, networking, ética empresarial y liderazgo. Además, cuenta con una amplia experiencia de gestión en empresas y organizaciones no gubernamentales con carácter no lucrativo. Es una excelente emprendedora con gran capacidad de comunicación y empatía, incluyendo también unas muy buenas aptitudes organizativas y alta capacidad de trabajo. En la actualidad ahora es Directora Nacional del Executive MBA program y del Programa de desa-

rrollo de directivos en la ESIC Business and Marketing School en ESIC Business and Marketing School.

En su *laudatio*, bajo el título de la inteligencia artificial y la ética: navegando por los desafíos del futuro, se ha referido, como tema de máxima actualidad, llevando a cabo un exhaustivo abordaje de la Inteligencia Artificial desde el prisma de la ética, pues aunque es un tema que incluso las autoridades de la Unión Europea se están planteando abordar con regulación, para dar seguridad jurídica y ordenar y establecer las condiciones en las que la misma puede dar servicio a profesionales y consumidores, el avance se está produciendo en todas las áreas de conocimiento e incluso traspasando situaciones, sobre todo con datos de particulares, que podrían vulnerar la intimidad y derechos de las personas.

Como ha indicado la Dra. Cecilia Kindelán en su discurso, la inteligencia artificial y la ética son dos temas interrelacionados y de gran importancia en la actualidad. La inteligencia artificial, término que repetiremos sucesivamente en esta contestación, como bien se ha manifestado, se refiere a la capacidad de las máquinas y los sistemas informáticos para realizar tareas que requieren inteligencia humana, como el reconocimiento de voz, la toma de decisiones y el aprendizaje automático. La ética, por otro lado, se refiere a los principios morales y a la conducta correcta en relación con lo que es considerado bueno o malo, correcto o incorrecto. En el contexto de la Inteligencia Artificial, la ética aborda las cuestiones de cómo se deben desarrollar, utilizar y regular los sistemas de la Inteligencia Artificial de manera responsable y ética.

La ética debe buscar que se asegure que la tecnología se desarrolle y se utilice de manera responsable, equitativa y en beneficio de la sociedad en su conjunto. La comunidad de la inteligencia

artificial está trabajando en el desarrollo de estándares y marcos éticos para guiar la implementación y el uso adecuado de la inteligencia artificial. En general, la gestión ética de la inteligencia artificial debería implicar la toma de decisiones conscientes y responsables en cada etapa del ciclo de vida de los sistemas de la misma, desde el diseño hasta su despliegue y uso en la sociedad. Esto garantiza que la inteligencia artificial se utilice de manera responsable y respetuosa con los valores y derechos humanos fundamentales. La relación entre esta y la ética es un tema amplio y en constante desarrollo y evolución. Los investigadores, expertos y organizaciones deben trabajar en la definición de marcos éticos y estándares para guiar la implementación. La participación de múltiples partes interesadas y la consideración de diversas perspectivas son fundamentales para asegurar que la misma se utilice de manera ética y en beneficio de la sociedad en su conjunto.

La gestión de la inteligencia artificial desde el prisma de la ética implica considerar los principios morales y valores humanos en el desarrollo, implementación y uso de los sistemas de esta. Por tanto, debe existir un marco ético compuesto por determinados principios que ayuden a guiar la aplicación de la inteligencia artificial en la sociedad de manera responsable. Se debe realizar un análisis de las directrices éticas existentes en el campo de la inteligencia artificial a nivel mundial, proporcionando una visión general de los enfoques éticos adoptados en diferentes regiones y sectores. Pero como en otros casos, el debate se producirá en torno a los algoritmos, explorando temas como los indicados anteriormente: la transparencia, la responsabilidad y la equidad en el diseño y uso de algoritmos en el desarrollo de la inteligencia artificial. Pero debe existir una regulación del marco de la inteligencia artificial para poder evitar una carrera armamentista cibernética y promover un enfoque ético y seguro de la tecnología, para ello se debería tener una visión

que pueda proporcionar una introducción a las políticas de la inteligencia artificial, analizando los desafíos y oportunidades asociados con la formulación de políticas éticas y efectivas en el campo. Además, junto con las directrices éticas existentes para la inteligencia artificial a nivel mundial, se deben realizar los análisis que destaquen las diferencias y las similitudes entre dichas directrices, con un enfoque prioritario en la responsabilidad, la transparencia y evitar situaciones de discriminación, incluyendo avances en valores de justicia, por ello es imprescindible incrementar la estandarización del diseño ético de la inteligencia artificial y de los sistemas autónomos, discutiendo la importancia de incorporar principios éticos en el diseño desde el principio, destacando las fortalezas y debilidades de los enfoques éticos propuestos.

**Transparencia y explicabilidad:** la opacidad de los algoritmos de Inteligencia Artificial puede plantear preocupaciones éticas, los sistemas de inteligencia artificial a menudo operan como cajas negras, lo que dificulta comprender cómo toman decisiones. La ética en la inteligencia artificial aboga por la transparencia y la explicabilidad de los sistemas, lo que significa que los usuarios deben poder comprender cómo se llega a las decisiones y qué datos se utilizan para ello. Esto puede ayudar a evitar la discriminación y permite una supervisión adecuada de los sistemas de inteligencia artificial, que a menudo funcionan como cajas negras, lo que significa que no es fácil entender cómo toman decisiones. Por tanto, es fundamental comprender cómo los sistemas de inteligencia artificial adoptan y asumen decisiones y qué datos utilizan para hacerlo, deben ser transparentes y explicables, ser comprensibles para que los usuarios y las partes interesadas puedan entender cómo se llega a esas decisiones y evaluar su validez y ética y además deben ser transparentes y explicables para evitar sesgos y discriminación, todo ello para que las personas puedan comprender y confiar en ellos.

**Sesgo, discriminación, equidad y justicia:** los sistemas de inteligencia artificial pueden verse afectados por sesgos inherentes en los datos de entrenamiento, lo que puede llevar a resultados discriminatorios. Por ejemplo, los sistemas de reconocimiento facial pueden tener dificultades para determinar con precisión a personas de ciertos grupos étnicos. Los sesgos inherentes en los datos de entrenamiento y los algoritmos deben ser abordados para evitar resultados injustos o discriminatorios (pues pueden estar basados en características como la raza, el género o la orientación sexual) y promover garantizar la equidad y garantizar la imparcialidad. Los sesgos pueden llevar a discriminaciones injustas en áreas como la contratación, los sistemas judiciales y la asignación de recursos.

**Impacto económico y social:** la Inteligencia Artificial tiene un potencial de tener un impacto significativo en la sociedad en términos de empleo, economía, evitar desigualdades y garantizar la distribución de recursos, política y derechos humanos, por tanto, esto incluye considerar cuestiones como la automatización del empleo, la distribución de la riqueza y los desafíos éticos en la interacción entre humanos y sistemas de inteligencia artificial. Es importante considerar el impacto social de los sistemas de inteligencia artificial y tomar medidas para mitigar los efectos negativos. La ética en la inteligencia artificial debe preocuparse por comprender y abordar los efectos sociales de la implementación de la tecnología, además, también, debe considerar el impacto social de la inteligencia artificial en la sociedad en su conjunto y de forma global, con el objetivo de minimizar los efectos negativos y promover el bienestar general.

**Privacidad y seguridad de los datos:** la gestión ética de la inteligencia artificial debe incluir medidas para proteger la privacidad de los datos utilizados por los sistemas de la misma y garantizar la seguridad de esos datos, lo que implica cumplir

con las leyes y regulaciones de privacidad, así como proteger los datos de accesos no autorizados. Todos sabemos que la inteligencia artificial se basa en grandes cantidades de datos para su entrenamiento y funcionamiento, ya que puede recopilar y analizar grandes cantidades de datos personales y que no exista un mal uso o la violación de la privacidad. La ética en la inteligencia artificial para proteger la privacidad de los datos y garantizar su seguridad debe asegurarse de obtener el consentimiento adecuado de los usuarios para recopilar y utilizar sus datos, así como implementar medidas de seguridad sólidas para proteger la información personal. Siempre se debería asegurar el consentimiento informado y el uso responsable de la información personal y existan medidas adecuadas para estén seguros y estén protegidos contra ataques maliciosos, evitando daños o consecuencias no deseadas.

**Responsabilidad y rendición de cuentas:** las organizaciones y los creadores y desarrolladores de inteligencia artificial deben asumir la responsabilidad de las decisiones y acciones de los sistemas de Inteligencia Artificial que implementen o lleven a cabo. Es preciso que se establezcan mecanismos de rendición de cuentas y estar preparados para abordar los problemas y errores que puedan surgir. La corrección de errores es un proceso de mejora utilizado en otros procesos que puede ser de gran utilidad en la implementación y gestión de la inteligencia artificial.

**Evaluación continua:** la gestión ética de la inteligencia artificial requiere una evaluación continua de sus impactos y consecuencias. Esto implica realizar, en base a parámetros de implementación de valores de la ética, auditorías periódicas, monitorear los resultados y ajustar los sistemas de inteligencia artificial según sea necesario para abordar los problemas éticos identificados.



**Diseño y toma de decisiones éticas:** es importante que los sistemas de inteligencia artificial se diseñen desde el principio de manera ética. Esto implica tener en cuenta los valores humanos, evitar sesgos injustos y promover la equidad y la transparencia en el funcionamiento de los sistemas. Los sistemas de inteligencia artificial pueden tomar decisiones autónomas que tienen un impacto significativo en las personas. La ética implica asegurarse de que las decisiones tomadas por los algoritmos sean éticas y estén alineadas con los valores humanos. Por ejemplo, en la conducción autónoma, es fundamental que los vehículos autónomos tomen decisiones que prioricen la seguridad y minimicen los daños a las personas.

**Diseño y desarrollo de la Inteligencia Artificial:** la ética debe estar presente desde las etapas iniciales del diseño y desarrollo de sistemas. Los equipos de desarrollo deben considerar las implicaciones éticas de las decisiones que toman, como los mencionados posibles sesgos en los datos de entrenamiento, la transparencia de los algoritmos y los impactos sociales de las aplicaciones.

**Participación y diversidad:** es importante incluir a una amplia gama de perspectivas y opiniones en la gestión de la inteligencia artificial. Esto implica fomentar la diversidad en los equipos de desarrollo y consultas con expertos en ética, filosofía, derechos humanos y otras disciplinas relevantes.

**Autonomía y toma de decisiones:** a medida que se avanza en el desarrollo e implementación de la inteligencia artificial, se plantean preguntas éticas sobre la autonomía de las máquinas y su capacidad para tomar decisiones que afectan a los seres humanos. Es necesario establecer límites y salvaguardias para garantizar que las decisiones tomadas por la inteligencia artificial sean compatibles con los valores y la voluntad de las personas.

**Regulación:** la Unión Europea (UE) ha manifestado un compromiso significativo con la ética en la inteligencia artificial. Ha desarrollado un marco ético y normativo para guiar el desarrollo y la implementación de la inteligencia artificial en la región que abarca la misma.

**Estrategia:** en 2018, la Comisión Europea presentó una visión en la que destaca la importancia de la relación de la inteligencia artificial con la ética. El objetivo es promover una inteligencia artificial en la que se implemente una ética que permita confiar en ella para el beneficio de los ciudadanos y la economía europea.

**Directrices éticas:** la Comisión Europea ha publicado directrices éticas para el desarrollo y uso de la de la inteligencia artificial totalmente confiable. Estas directrices se centran en la transparencia, la explicabilidad, la justicia, la privacidad y la responsabilidad como principios clave.

**Reglamento:** para una base jurídica y establecer unos criterios claros de actuación e implementación la Unión Europea está en proceso de adoptar un Reglamento que contemple la inteligencia artificial que establecerá normas claras y transparentes para el desarrollo y uso de la de la misma junto con la ética. Este reglamento busca abordar riesgos específicos, como la discriminación y la falta de explicabilidad en los sistemas de la inteligencia artificial.

**Ética en la financiación de proyectos:** como eje prioritario a nivel apoyo económico la Unión Europea también ha destacado la importancia de la ética en la financiación de proyectos de la inteligencia artificial. Los proyectos de investigación e innovación financiados por la Unión Europea deben cumplir con los principios éticos establecidos, incluyendo la protección de

los derechos fundamentales y la promoción de la sostenibilidad y la responsabilidad social.

**Centros de excelencia:** para este ámbito la Unión Europea también ha establecido Centros de Excelencia en inteligencia artificial para promover la investigación y el desarrollo de esta con la ética. Estos centros se centran en la generación de conocimiento, la promoción de buenas prácticas y la colaboración en el campo de la inteligencia artificial y la ética.

**Enfoque en la privacidad y la protección de datos:** en este caso la Unión Europea ha implementado el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR, por sus siglas en inglés), que establece altos estándares de privacidad y protección de datos para garantizar que la Inteligencia Artificial se utilice de manera ética y respetuosa con la privacidad de los individuos.

Estas iniciativas y acciones destacan el compromiso de la Unión Europea y su reconocimiento de la importancia de abordar los aspectos éticos y sociales de esta tecnología. También busca establecer un marco sólido que promueva la inteligencia artificial confiable, justa y responsable en beneficio de sus ciudadanos y la sociedad en general.

Y termino trasladando mi profundo agradecimiento a la Dra. Cecilia Kindelán por su contribución a todo lo referido con los valores y estándares éticos que se pueden y deben implementar en la Inteligencia Artificial y a la Real Academia Europea de Doctores como institución que se honra en recibirla ahora como Académica Numeraria en reconocimiento a toda su trayectoria profesional, con la certeza que la colaboración ser fructífera para ambos durante muchos años. Muchas gracias. He dicho, Rafael Urrialde.

## **Bibliografía:**

- Bostrom, N., Yudkowsky, E. (2014). The ethics of artificial intelligence. Cambridge Handbook of Artificial Intelligence;316-334. Disponible en: <http://www.nickbostrom.com/ethics/artificial-intelligence.pdf>
- Bryson, J. J., & Winfield, A. F. (2017). Standardizing ethical design for artificial intelligence and autonomous systems. Computer;50(5):116-119. Doi: 10.1109/MC.2017.154
- Calo, R. (2017). Artificial intelligence policy: A primer and roadmap. SSRN Electronic Journal. Disponible en: [https://lawreview.law.ucdavis.edu/issues/51/2/symposium/51-2\\_Calo.pdf](https://lawreview.law.ucdavis.edu/issues/51/2/symposium/51-2_Calo.pdf)
- European Commission. (2019). Ethics guidelines for trustworthy AI. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- European Commission. (2021). Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence>
- Floridi, L., Cowls, J. (2019). A unified framework of five principles for AI in society. Harvard Data Science Review;1(1). Doi: <https://doi.org/10.1002/9781119815075.ch45>
- Jobin, A., Lenca, M., Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. Nature Machine Intelligence;1(9):389-399. <https://www.nature.com/articles/s42256-019-0088-2>
- Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. Big Data & Society;3(2):2053951716679679. Doi: <https://doi.org/10.1177/2053951716679679>

Taddeo, M. (2020). The ethics of AI ethics: An evaluation of guidelines. *Minds and Machines*; 30(1):99-120. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09517-8>

Taddeo, M., Floridi, L. (2018). Regulate artificial intelligence to avert cyber arms race. *Nature*;556(7701):296-298. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/d41586-018-04602-6>





PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA  
EUROPEA DE DOCTORES

*Publicaciones*



*Revista RAED Tribuna Plural*









**JOSÉ RAMÓN CALVO,**  
**Doctor en Medicina y Cirugía**



**M. ÀNGELS CALVO TORRAS,**  
**Doctora en Farmacia y Veterinaria**



**RAFAEL URRIALDE DE ANDRÉS,**  
**Doctor en Ciencias Biológicas**



*«La salud y la educación superior son elementos vitales del uso de la razón, la empatía y la solidaridad para la construcción de un mejor futuro en todo el mundo.»*

Julio Frenk Mora

*«Investigar, enseñar y formar se quedan huérfanas si no se contemplan desde la búsqueda de la calidad científica.»*

María Vallet Regí

*«Seguramente estemos lejos todavía de la verdadera inteligencia artificial. La clave está, en que seamos nosotros quienes controlemos a la tecnología y no la tecnología quien nos controle a nosotros.»*

Cecilia Kindelán Amorrich

1914 - 2023

**Colección Real Academia Europea de Doctores**



**Generalitat  
de Catalunya**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN, CULTURA  
Y DEPORTE