

REVISTA DE INVESTIGACIÓN  
E INNOVACIÓN EDUCATIVA

tarbiya

Nº 49 • 2021

UAM

Universidad Autónoma  
de Madrid



Ser humano  
y tecnología

# t a r b i y a

---

Revista de Investigación e Innovación Educativa  
del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación.  
Universidad Autónoma de Madrid

**Tarbiya**, Revista de Investigación e Innovación Educativa, es una publicación del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación, que pone al alcance de la comunidad educativa nuevas perspectivas de la investigación e innovación en el campo de la teoría de la educación y de las didácticas específicas.

La revista está catalogada en la base de datos IRESIE del Centro de Estudios sobre la Universidad (UCE) de la Universidad Autónoma de México. También en la base de datos de Bibliografía Española de Revistas Científicas de Ciencias Sociales y Humanidades del Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Desde el número 25 los contenidos de la revista están disponibles en formato PDF en la siguiente dirección electrónica:

<https://revistas.uam.es/tarbiya>

#### **Directora**

MARÍA RODRÍGUEZ MONEO  
maria.rodriguez@uam.es

#### **Editor**

Fernando Arroyo Ilera  
fernando.arroyo@uam.es

#### **Consejo de Redacción**

JESÚS ALONSO TAPIA, MANUEL ÁLVARO DUEÑAS, MIKEL ASENSIO BROUARD, SANTIAGO ATRIO CEREZO, AMPARO CABALLERO GONZÁLEZ, OLGA FERNÁNDEZ LÓPEZ, PEDRO HILARIO SILVA, M<sup>a</sup> LUISA ORTEGA GÁLVEZ, JOAQUÍN PAREDES LABRA Y NICOLÁS RUBIO SÁEZ

#### **Consejo Asesor**

JUAN JOSÉ APARICIO (U. Complutense de Madrid); ISABEL BRINCONES Calvo (U. de Alcála de Henares); HORACIO CAPEL (U. de Barcelona); MARIO CARRETERO (U. Autónoma de Madrid); ANTONIO CORRAL (U. Nacional de Educación a Distancia); JUAN DELVAL (U. Nacional de Educación a Distancia); EUGENIO HERNÁNDEZ (U. Autónoma de Madrid); FRANCISCO JAQUE (U. Autónoma de Madrid); ELENA MARTÍN (U. Autónoma de Madrid); JAVIER ORDÓÑEZ (U. Autónoma de Madrid) y JOSÉ OTERO (U. de Alcalá de Henares)

#### **Portada**

LUIS MIGUEL ARIAS PÉREZ

#### **Fotografía de portada**

LUIS MIGUEL ARIAS PÉREZ

#### **Redacción**

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
Ciudad Universitaria de Cantoblanco  
28049 Madrid  
Tels.: 91 497 40 49  
tarbiya@uam.es

*Tarbiya no se identifica necesariamente con el contenido de los trabajos ni con la opinión de los autores que publica.*

ISSN: 1132-6239

DOI: <https://doi.org/10.15366/tarbiya2021.49>

# Sumario nº 49

- 5 **NOTA EDITORIAL**
- 7 **INTRODUCCIÓN**
- 9 Ser humano y tecnología: consideraciones preliminares  
FÉLIX GARCÍA MORIYÓN (COORDINADOR)
- 19 **ARTÍCULOS**
- 21 La tecnología ante la crisis ecosocial  
LUIS GONZÁLEZ REYES
- 33 El impacto de las tecnologías en el mundo de la enseñanza  
ESTHER GARCÍA TEJEDOR
- 45 La digitalización en el mundo del trabajo  
BRUNO ESTRADA
- 55 La modificación del código genético  
LLUÍS MONTOLIU
- 73 El transhumano: retos para la moral y la educación  
RAFAEL ROBLES LORO
- 87 La mejora tecnológica del ser humano  
LYDIA FEITO
- 97 El impacto de las redes sociales en las personas y en la sociedad: redes sociales, redil social, ¿o telaraña?  
HILARIO BLASCO FONTECILLA



## Nota editorial

---

El equipo de investigación Niaiá, vinculado al Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), organizó durante el curso 2019-2020 un Seminario Permanente que tuvo por título “El impacto de la tecnología en la condición humana”. Este monográfico de *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, coordinado por *Félix García Moriyón*, es el resultado de las sesiones celebradas en el marco de dicho seminario:

- El mito de la ciencia y la tecnología, celebrada el 9 de octubre de 2019.
- El impacto de las nuevas tecnologías en la educación, celebrada el 6 de noviembre de 2019.
- La digitalización en el mundo del trabajo, celebrada el 11 de diciembre de 2019.
- ¿Cuáles son los límites de la investigación genética?, celebrada el 15 de enero de 2020.
- Tecnología y transhumanismo, celebrada el 5 de febrero de 2020.
- La mejora tecnológica del ser humano, celebrada el 3 de marzo de 2020.
- El impacto de las redes sociales en las personas y en la sociedad, celebrada el 24 de junio de 2020.

Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa



# Introducción





# Ser humano y tecnología: consideraciones preliminares

---

## Human beings and technology: preliminary considerations

---

Félix García Moriyón

El equipo de investigación Niaiá nació con una idea central muy clara: la humanidad está afrontando problemas de gran calado, problemas muy complejos que, como dicen algunos expertos, plantean riesgos existenciales y globales. Existenciales, porque algunos de ellos suponen una auténtica amenaza para la supervivencia de la propia especie humana y de una parte significativa de los seres vivos que la pueblan; y globales precisamente porque esos problemas afectan a todo el planeta Tierra y a todos los seres que en él viven. Por eso mismo se ha impuesto en amplios sectores el término “Antropoceno”, un sugerente ejemplo de antropocentrismo o especismo, puesto que se adjudica al ser humano el protagonismo de una época geológica y se le hace potencial responsable de provocar lo que podría suponer la Sexta Extinción Masiva. Algo parecido pasa con el desarrollo tecnológico que puede terminar con la humanidad, con lo que hoy entendemos por ser humano, dando paso a una especie transhumana, lo que algunos ven como un salto cualitativo en el progreso positivo de la humanidad y otros como un posible suicidio colectivo.

Son muchas las personas y los grupos, las instituciones públicas y privadas, que también se ocupan de esos problemas (Torres, 2017). Aunque un cierto optimismo tecnológico y un concepto algo simple del progreso han provocado que se negaran las predicciones pesimistas durante décadas, en estos momentos hay una conciencia generalizada de que los riesgos son muy elevados y que hay que actuar. Crece el número de personas que tienen claro que estamos ya en esa crisis ecoambiental anunciada hace tiempo, como lo indican, por ejemplo, los fenómenos meteorológicos extremos que estamos padeciendo. Sigue habiendo divergencias sobre la gravedad de lo que puede suceder, con posiciones muy alarmistas, apocalípticas, y otras que lo son menos (Shellenberger, 2021).

El enfoque específico de “Niaiá, Formación e Investigación en la Resolución de Problemas Morales” se centra en tres aspectos. El primero es destacar que esos problemas son en el fondo y de manera especial problemas éticos, pues lo que está en juego es precisamente el núcleo de la tarea ética: tener claro la clase de persona que queremos ser y la clase de mundo en el que queremos vivir. Es decir, tener claros los fines que orientan nuestra actividad, entre los que sobresale avanzar hacia una sociedad más justa y humana en la que todas las personas tengan más posibilidades de alcanzar una vida plena personal en una comunidad justa y solidaria. Y también tener claros los medios que se van a arbitrar para alcanzar esos fines, conscientes de que no todos los medios son aceptables. Por eso mismo identificamos en la denominación de nuestro equipo de investigación que abordamos problemas “morales”.

El segundo es tomar conciencia de que afrontar y resolver estos problemas va a necesitar todo un derroche de pensamiento crítico para entender bien cuáles son esos problemas y cuáles son los factores más importantes que los definen y que interactúan en su aparición y evolución. Ya lo hemos visto en tres de ellos, posiblemente los más importantes: el calentamiento global, el deterioro ecológico y el crecimiento de la tecnología; pero hay otros como la aparición de pandemias muy perturbadoras o las variaciones demográficas. Y van a necesitar también un derroche de pensamiento creativo, puesto que no es sencillo encontrar respuestas para resolverlos. Por último, necesitan igualmente un derroche de pensamiento cuidadoso, un pensamiento consciente de que son diversas las respuestas posibles y en todas ellas intervienen intereses específicos de grupos concretos de diverso tipo, lo que requiere extremar las llamadas virtudes intelectuales que hacen posible que las controversias sean constructivas, centradas en resolver problemas, y no destructivas, centradas en que sea “nuestra” propuesta la que sea aceptada por todo el mundo (Johnson, 2016). Por eso mismo, nos definimos como un “equipo de investigación”.

Y eso me lleva al tercer aspecto del equipo de investigación Niaíá. Nuestro trabajo tiene una pretensión educativa, en sintonía con algo que es reconocido por todas las instituciones comprometidas con la educación, desde la UNESCO hasta los ministerios de educación de todos los países, pasando por pluralidad de instituciones, como la OCDE, para terminar en aquellas que son específicamente instituciones dedicadas a la educación formal, como es el caso de la UAM, o a la educación no formal o informal, como es la pretensión de Niaíá, que aborda al mismo tiempo la investigación y la formación. A nadie se le escapa en estos momentos la urgencia de incrementar el nivel de educación moral de la población. Es prioritario en la educación formal desde el primer año de la educación básica y obligatoria, pero también en los niveles medios y superiores no obligatorios. Y en la educación no formal, con cursos específicos dirigidos a ámbitos diferentes para mejorar la capacidad de detectar y resolver esos problemas morales, como algunos de los que estamos ofreciendo desde Niaíá. También hay que prestar atención a la educación informal, aquella que se da en ámbitos abiertos a un público general que desea entender mejor lo que está pasando en la sociedad y encontrar algunas orientaciones para poder afrontar esa situación.

Una tarea que hemos realizado desde siempre en el seno de Niaíá tiene que ver con esa exigencia educativa y ahí se sitúa el seminario permanente con una doble tarea de investigación y de formación: abordar los problemas para alcanzar un conocimiento más completo de los mismos y formarnos para poder resolverlos con mayor solvencia. El seminario permanente ha pasado por diversas fases en sus diez años de existencia hasta su configuración actual: un programa anual con sesiones mensuales, entre ocho y diez, dedicado a explorar un gran tema con la colaboración de personas expertas en los respectivos campos. Hemos ido dando cumplida cuenta de nuestro trabajo en la página web, Niaia.es, y siempre hemos pensado que merecía la pena convertir esas sesiones en una publicación en la que estuvieran desarrolladas las aportaciones de los expertos que participan en las sesiones.

Nuestro seminario permanente debe entenderse más bien como una actividad en el ámbito de la educación informal o no formal (Eshach, 2007), pues está dirigido al gran público, con el objetivo de poner a su disposición elementos e ideas que les ayuden a entender mejor qué es lo que está pasando y qué es lo que está en juego. No obstante, se articula con la educación formal pues un número significativo de participantes que están en proceso de doctorado solicitan el certificado de asistencia para justificar así las actividades complementarias exigidas en su titulación.

El seminario celebrado en el curso 2019-2020 se centró en *El impacto de la tecnología en la condición humana* y, como en otras ocasiones, contamos con personas muy cualificadas en cada uno de los temas abordados. Todos ellos tienen una gran importancia para los ciudadanos, en general, y para los profesores, en particular. Específicamente, para la tarea del profesorado que se dedica a la educación formal, en los niveles obligatorios y post-obligatorios, y esa es la razón por la que hemos considerado que merecía la pena publicarlo como un número monográfico de la revista *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, una revista de educación dirigida a quienes se dedican a la enseñanza en sus diversas facetas. No abordamos directamente cuestiones didácticas en el sentido de prestar atención a

procedimientos educativos, lo que es muy frecuente en este tipo de revistas, pero sí nos centramos en abordar una serie de temas que deben ser tenidos en cuenta en la educación formal actual en todos sus niveles, en concreto los temas relacionados con esos problemas que están poniendo en riesgo a la humanidad. Si el profesorado tiene que incorporar esos temas en sus programaciones, parece oportuno ofrecer una primera reflexión bien documentada por personas expertas en la materia.

Una importante orden del Ministerio de Educación de enero de 2015 en «la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato» llamaba la atención sobre el equilibrio entre competencias y contenidos, añadiendo algo fundamental en la tarea educativa, los criterios de evaluación. Es cierto que siguen contando con una presencia posiblemente excesiva en las aulas los enfoques didácticos que ponen el énfasis en el aprendizaje repetitivo. Una buena prueba de ello es el predominio de pruebas de evaluación centradas en exposiciones, en las que se verifica si el alumnado ha aprendido y reproduce bien los contenidos que aparecen en libros de textos y que han sido explicados por el profesorado, desatendiendo frecuentemente el saber procedimental del alumno. Como deja claro esa orden, y como lo defienden prácticamente todos los expertos y las orientaciones de las administraciones educativas, hay que mantener un equilibrio entre competencias y contenidos. La separación entre ambos en la educación será siempre forzada y tendrá un impacto negativo en el proceso de crecimiento personal del alumnado.

El punto de partida en este monográfico es que el profesorado esté informado y reflexione sobre los contenidos que imparte. Eso se puede dar por sentado cuando imparte una materia o asignatura cuyos contenidos le son familiares y además están acreditados por una titulación o una oposición, pero no está tan claro cuando estamos hablando de temas, ideas o problemas que, por su propia definición, son interdisciplinares y suelen desbordar el ámbito específico de las disciplinas académicas. Los programas, casi por definición, incluyen aquellos temas que son considerados importantes para la formación de una persona en nuestra sociedad actual, pero obviamente lo hacen con un cierto carácter intemporal, con lo que algún historiador llamaría temporalidad de duración larga o media. Las cuestiones que, sin embargo, más urgen en estos momentos se sitúan en una temporalidad más breve y, sobre todo, conectadas con el presente, con el tiempo de ahora. Son también cuestiones de carácter interdisciplinar, que no pueden ser tratadas seriamente desde una sola disciplina académica o desde una sola asignatura. Además, se presentan como cuestiones complejas y problemáticas: se sabe mucho sobre ellas, pero no lo suficiente y, algo fundamental, son problemas más que temas, problemas que demandan soluciones y que interpelan a la sociedad en general y a cada persona concreta.

Hemos tomado en este seminario la tecnología como el hilo conductor, pues su presencia está siendo cada vez más intensa. El primer trabajo de este monográfico explora lo que supone este desarrollo tecnológico, desde dos perspectivas complementarias: las consecuencias que estas nuevas tecnologías están teniendo en las sociedades y en las personas, y la capacidad de la tecnociencia para resolver los problemas que nos acucian. Al profesorado de la educación formal —que no deja de ser, como ya indicaba Foucault, un dispositivo social, es decir, una tecnología social muy sofisticada y muy bien estructurada— le puede ayudar la reflexión de Luis González Reyes, una persona con una larga tradición en la formación en ecología sostenible y la elaboración de materiales didácticos (FUHEM, 2018). En primer lugar, porque aborda el problema de la discutible neutralidad de la tecnología, un problema central puesto que, de hecho, en la práctica concreta, la tecnología no es neutral. Es más, esa neutralidad casi desaparece cuando va unida a la ciencia formando un paquete sólido, que podemos denominar tecnociencia: «es la principal herramienta que concebimos los seres humanos para moldear el futuro. En estos sentidos, tiene características de mito» (p. 32). Un mito que va unido a una confianza, últimamente algo cuestionada, en la omnipotencia, puesto que se confía en que podrá resolver todos nuestros problemas, incrementando sobre todo la innovación y la eficiencia. Las escuelas actuales deben incorporar una seria reflexión sobre cuál es el valor de la tecnociencia.

Las nuevas tecnologías han entrado en el mundo de la educación, como han entrado en todas partes. Es un proceso

estable, ya con años en su haber y acelerado en el período del confinamiento, que obligó a mantener una educación formal activa a través de variados dispositivos tecnológicos. Pero no olvidemos que la escuela formal obligatoria, como institución, puede ser entendida como un dispositivo de tecnología social (García, 2021). El segundo artículo de este monográfico, elaborado por Esther García Tejedor, una profesora que está dando clase en secundaria, se centra directamente en la presencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los centros educativos, algo que se viene haciendo desde hace mucho tiempo, pero que ha recibido un fuerte impulso con motivo del confinamiento. El interés de este artículo viene dado por el enfoque, siendo muy consciente la autora de las dificultades y sesgos que puede tener la irrupción de las nuevas tecnologías en la educación. Por descontado que se trata de familiarizarse con ellas, de recurrir a las TIC para facilitar el trabajo educativo, incluido los aspectos puramente administrativos, y de estar al tanto de las innovaciones que van poniendo para mejorar la enseñanza. Lo importante, sin embargo, está sobre todo en lo que llaman la alfabetización digital, en el sentido de una alfabetización funcional, que permita al alumnado un uso crítico y reflexivo de las nuevas tecnologías. Lo resume acertadamente en una frase: «Debemos replantear el puesto del ser humano frente a la tecnología si esperamos que la educación sirva para poner a los jóvenes frente al espejo de su humanidad y no para hacer de ellos aquello a lo que, de momento, parece que están siendo encaminados: meros trabajadores y consumidores al servicio de entidades, en última instancia, ya no humanas» (p. 39).

El siguiente artículo, firmado por Bruno Estrada, aborda el problema de la digitalización del mundo del trabajo, el impacto que está teniendo en el empleo en general y en las condiciones de trabajo más en concreto. Para la mayor parte del profesorado, la experiencia vivida durante el confinamiento, con un incremento notable de las clases en línea, ha exigido un esfuerzo notable que han afrontado con sentido de la responsabilidad, pero conscientes de los problemas. Como dice en las conclusiones, la digitalización del trabajo, incluido claro está el trabajo docente, debe: «1) garantizar infraestructuras públicas en las telecomunicaciones, que en gran parte es un monopolio; 2) incrementar el grado de regulación del Estado para facilitar la competencia en la oferta de servicios digitales; 3) impulsar la formación de los trabajadores, y pagarles adecuadamente, desde el dialogo social y el fortalecimiento de la negociación colectiva; y 4) reconocer adecuadamente la aportación emocional humana al trabajo, lo que los robots no pueden hacer, en la remuneración salarial».

Hay claros indicios de que el profesorado no ha vivido esta “invasión tecnológica” como algo regido por esos cuatro principios. La percepción es más bien que esa irrupción intensiva de la digitalización ha incrementado la desigualdad educativa, como afirma un estudio de Unicef (Negueruela y Torres, s.f.) y otro publicado por el gobierno (Alto Comisionado, 2020). No basta con inundar los centros educativos con la última tecnología puntera, puesto que lo importante es garantizar que le llega a todo el mundo, especialmente al alumnado de contextos sociocultural y económicamente desfavorables, y además le llega en unas condiciones en las que pueda manejarse con criterio y espíritu crítico. Además, es importante que no degrade las condiciones laborales del profesorado, y del personal no docente, sometidos a una presión excesiva tanto en la enseñanza privada y concertada como en la pública y en todos sus niveles, incluida la educación postsecundaria.

Sigue el capítulo de uno de los expertos españoles en genética, Lluís Montoliu. Su trabajo nos ofrece una divulgación de alta calidad sobre un tema altamente complejo, el de la genética. Además, presta especial atención a dos temas centrales. El primero, que en cierto sentido es el único, es el logro de dos investigadoras, una microbióloga francesa Emmanuelle Charpentier y una bioquímica norteamericana Jennifer Doudna, que propusieron un método sencillo de modificar el genoma de cualquier organismo, el sistema CRISPR-Ca, lo que provocó un cambio irreversible en la biología y las disciplinas relacionadas. De ahí se deriva el segundo, el que tiene que ver con las implicaciones éticas que puede provocar dicha técnica. Los científicos son muy conscientes de esos problemas, y también lo son las autoridades políticas y la ciudadanía en general. Ya hay un médico chino que ha ido a la cárcel y dos instituciones importantes, la

Academia Nacional de Ciencias de EE.UU., junto con la Academia Nacional de Medicina de EE.UU. y la *Royal Society* británica, que han publicado dos informes en 2017 en los que ponen duras condiciones éticas a la experimentación y al uso de esta técnica tanto con fines terapéuticos como con fines de mejora que, entre otros problemas, pueden incrementar de manera significativa las desigualdades entre los seres humanos.

La relevancia de esta aportación está en la claridad con la que explica un tema de gran repercusión en estos momentos, que debe ser incluido en las programaciones de diversas asignaturas, o en proyectos más bien interdisciplinares, siendo conscientes de que disponer de buena información es un requisito necesario para que se den esos aprendizajes en el aula. Pero hay otro aspecto al que el autor de ese capítulo alude, aunque no lo aborda con amplitud, que es el de la mejora del ser humano. No me refiero ahora a todos los temores y esperanzas que están vinculados a la mejora global del ser humano, incluidos todos ellos bajo el título de post-humanismo (Diéguez, 2021) y también a la mejora menos radical, problema que analiza con rigor Lydia Feito.

Pasando de la tecnología genética a la tecnología digital, sobre todo al campo de la inteligencia artificial, el siguiente artículo de Rafael Robles Loro aborda otro de los temas de enorme actualidad: el posthumanismo y el transhumanismo. Este, el transhumanismo, se refiere a un ser humano mejorado tanto en lo biológico como en lo tecnológico, lo que implica un aumento desmesurado de su longevidad, de su salud y de su inteligencia, pero también de cualquier tipo de habilidad imaginable. Por otro lado, lo *posthumano* hace alusión a un nuevo salto evolutivo que va a dar lugar a un ente nuevo, ni mejor ni peor en principio, lo provoca que se prevean escenarios distópicos o mundos con seres más felices y más plenos. Provoca tanto grandes esperanzas como temores también muy perturbadores.

Este campo del desarrollo tecnológico tiene consecuencias muy importantes para la educación. La primera de ellas es la propuesta fuerte realizada por Persson y Savulescu (2008) de recurrir a los avances tecnológicos, incluidos los farmacológicos, para lograr una mejora moral de los seres humanos. Es bien sabido que, desde el nacimiento de la educación formal obligatoria, la educación moral de niños y adolescentes era uno de los objetivos centrales del sistema educativo. Lo que ahora se pone en nuestras manos es un conjunto de herramientas que prometen avances notables. El viejo sueño de una humanidad bien educada y, por lo tanto, mejor moralmente, parece que ahora puede estar más cerca, pero que, como bien señala Rafael Robles, esa intervención tecnológica puede derivar hacia una concepción instrumentalista de la educación, algo que está en el polo opuesto de lo que debe ser la educación, en especial la educación moral.

No olvidemos que el profesorado que debe ayudar al crecimiento del pensamiento crítico del alumnado, a la capacidad de pensar por sí mismos, distanciándose de quienes auguran un mundo idílico en el que la tecnología habrá alcanzado logros impensables en estos momentos y de quienes temen que vamos a llegar a una situación apocalíptica. El asunto adquiere especial relevancia en la educación en algunos aspectos que tienen que ver con una pieza fundamental de la Inteligencia Artificial, los algoritmos y las grandes tecnológicas. Existen dudas fundadas sobre la bondad de la introducción de las grandes compañías como Google y Microsoft (dos de las cuatro grandes GAFA) en el mundo educativo, y más todavía en el de la enseñanza pública. (Miao et al., 2020; Rey, 2021). La masiva irrupción de las grandes tecnológicas, cuyos objetivos no solo están orientados a mejorar la vida de las personas, sino también a la obtención de beneficios económicos, y el crecimiento de su capacidad de controlar un ámbito tan prometedor como la educación formal. La reflexión filosófica de Rafael Robles nos ayuda a ser más cautos, a no seguir embobados los augurios tan espléndidos como fantasiosos y poco fundamentados. El fuerte desarrollo tecnológico actual, en concreto en el campo de la inteligencia artificial, está cargado de posibilidades, pero también de riesgos indudables. Es necesario abordarlos con cautela y con reflexión, para distinguir la realidad de la pura ficción fantasiosa y la prestación de útiles servicios con la posibilidad de estar abriendo la puerta a un caballo troyano.

Todo lo que exponen tanto Lluís Montoliú como Rafael Robles es completado por Lydia Feito, una experta en ética,

quien en su artículo lleva el tema de los dos autores anteriores a la cuestión crucial de la mejora moral del ser humano, algo de menor alcance que el desafío tranhumanista del que habla Robles, pero de un alcance real y muy importante que debemos tener en cuenta. Robles aporta una reflexión filosófica, en concreto de antropología filosófica, en la que está en cuestión la identidad de lo humano, en esos posibles cambios proporcionados por la tecnología genética. Lydia, por su parte, aborda algo más próximo, y es la utilización de esos avances en la genética para mejorar a los seres humanos, no solo para curarles o para dar paso a una nueva especie humana superior a la actual. Más concretamente, se trata del uso de sustancias, que pueden mejorar el nivel moral de las personas, lo que es un objetivo fundamental de la educación formal obligatoria. No solo va siendo ya posible hacerlo, sino que tenemos la obligación moral, dice Savulescu, de hacerlo (Savulescu, 2010). Es más, en el caso de la mejora cognitiva ya se está haciendo un amplio uso de estas, incluido en los estudios superiores, en parte provocados por la mayor exigencia académica en el proceso meritocrático de acceder a titulaciones superiores (Batule, 2018).

Lydia Feito explora con mucho más detalle todo lo que aportan esas mejoras, sobre todo las de tipo farmacológico, pero lo hace desde un campo más específico de la filosofía, la ética, en concreto la bioética. De eso trata la educación, que incluye desde sus orígenes históricos como institución dedicada a la educación formal obligatoria: por un lado, enseñar las competencias básicas cognitivas exigidas por sociedades más complejas, pero también educar moralmente a niños y niñas para que lleguen a ser buenos ciudadanos. Pues, bien: las más modernas tecnologías farmacéuticas han puesto a disposición de los seres humanos posibilidades nuevas de mejora de las competencias, también las morales. En la medida en la que el profesorado tiene encomendada esa tarea, que debe ejercer “junto a” y “más allá de” su específica área de conocimiento, bueno es que se haga la pregunta que aborda Lydia: qué entendemos por mejora del ser humano y cuáles son los problemas morales que nos plantea este tipo de intervención institucionalizada educativa, que puede además apoyarse a nuevos instrumentos y productos elaborados por las tecnologías más avanzadas. No hace poco, un artículo señalaba que parte del abandono escolar se debía a un uso incorrecto e insuficiente de lo que se sabe sobre algunos trastornos infantiles que tienen tratamiento.

El último artículo de Hilario Blasco puede verse como una continuidad del anterior, pero también como un cierre de lo que Robles y Feito plantean desde su perspectiva filosófica y ética. Hilario Blasco es psiquiatra y analiza el mundo de las redes sociales, un ámbito de la tecnología que tiene especial importancia en el mundo escolar. Un primer problema, que afecta más directamente a las familias, es el de la edad a la que niños y niñas pueden tener un móvil personal, algo que empiezan a pedir bien pronto. Cada vez está más generalizado que los niños empiecen a tener acceso a internet con siete años. Una reciente discusión acerca del lanzamiento de un Instagram para niños ha vuelto a poner sobre el tapete que el uso de esta red social en personas menores de 13 años puede venir acompañado de problemas de salud mental y de privacidad (Becares, 2021) Recordemos que ya existe tipificado un síndrome relacionado con los juegos en línea y que son muchas las voces que avisan de los riesgos especiales del ciberacoso infantil y adolescente. Prácticamente ya es un instrumento en poder de la mayoría de los adolescentes, y lo más normal es que su uso esté prohibido o restringido en el espacio escolar, aunque las posiciones son diversas y no son pocos los educadores que aconsejan incluirlo en el proceso educativo (Inspiratics, 2015). Es más, la cita anterior procede de una iniciativa educativa apoyada por dos fundaciones, con numerosas aportaciones para hacer un uso pedagógicamente enriquecedor de todas las tecnologías, incluidas las redes sociales.

Al tratar todo el tema de las redes sociales, Hilario Blasco señala con fuerza el lado oscuro de un producto que ha cautivado a la humanidad, atrapada en un uso constante de dichas redes. No se trata de augurar ningún futuro del tipo que sea; podemos ver lo que está pasando como una etapa transitoria o de aprendizaje: nos han proporcionado un potente canal de comunicación y no paramos de utilizarlo. Con el tiempo, iremos dosificando su uso y es posible incluso que ocurra lo que dice el neurólogo Facundo Manes en una entrevista que le hace Jessica Mouzo en *El País* (Mouzo, 2021): «En cinco años, ‘wasapear’ todo el día estará tan mal visto como fumar en un avión». Pero los riesgos que hemos

mencionado en el párrafo anterior no son una veleidad que podamos tomarnos a broma. La responsabilidad de los centros educativos y del profesorado es bien grande, no solo en la delimitación de las reglas de uso de los móviles, sino también en el aprendizaje del uso de los mismos.

En el párrafo anterior me he centrado en los retos, destacando las posibilidades que todas estas nuevas tecnologías, incluidas las redes sociales, pueden tener en la educación. Sin embargo, me parece fundamental la lectura del capítulo de Blasco. En principio nos viene bien a todo el mundo para desconfiar de nuestra ingenua seguridad ante las redes, basada en la ilusa creencia de que ese problema siempre lo tienen otras personas, no nosotros mismos que no nos dejamos manipular ni influir. Pero viene bien sobre todo al profesorado, responsable de la educación de niños y adolescentes, que está metido, como ya he dicho anteriormente, en un proceso de irrupción invasiva de las TIC en las aulas, hasta el punto de que tenemos la sensación de que, si no estamos a la última, algo realmente difícil, no somos buenos profesores. Claro que conviene estar al día, pero siempre teniendo presente que esa formación y la posterior aplicación de lo aprendido deben ir acompañadas de cautela y sagacidad. Hilario cierra su tripartita reflexión con una admonición que tiene algo de apocalíptico, pero también algo que la hace muy actual y creíble. Esta frase casi al final adquiere especial importancia en la etapa de la aplicación de las nuevas tecnologías en la educación; donde pone «las redes sociales» podemos poner «las TIC» y su validez se mantiene intacta: «Los dos aspectos de las redes sociales que me generan mayor inquietud son los que están ayudando a: 1) acelerar el proceso de deshumanización de nuestra especie en todos sus ámbitos; y 2) aumentar el porcentaje de cretinos hasta niveles difícilmente soportables. Estos dos hechos creo que aumentan la probabilidad de autodestrucción de nuestra especie» (p. 105).

En conjunto, consideramos desde Niaiá, que ha asido un seminario muy instructivo, de una manera especial para las personas que se dedican a la enseñanza.

**Félix García Moriyón**

Profesor honorario. Universidad Autónoma de Madrid

felix.garcia@uam.es



## Bibliografía

---

- ALTO COMISIONADO CONTRA LA POBREZA INFANTIL. (2020). *DB014 - Brecha digital y pobreza infantil*. Accesible en: <https://www.comisionadopobrezainfantil.gob.es/es/db014-brecha-digital-y-pobreza-infantil>
- BATULE DOMÍNGUEZ, M. (2018). Potenciadores cognitivos: ¿Realidad o ficción? *Medicentro Electrónica*, 22(2), 108–115. Accesible en: [https://www.researchgate.net/publication/325579542\\_Potenciadores\\_cognitivos\\_Realidad\\_o\\_ficcion](https://www.researchgate.net/publication/325579542_Potenciadores_cognitivos_Realidad_o_ficcion)
- BECARES, B. (2021). Facebook frena el desarrollo de 'Instagram Kids'. *Genbeta*. Accesible en: <https://www.genbeta.com/actualidad/facebook-frena-desarrollo-instagram-kids-gran-cambio-plan-despues-conocerse-sus-estudios-toxicidad-jovenes>
- DABBAGH, N. Y KITSANTAS, A. (2012). Personal Learning Environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning, *The Internet and Higher Education*, 15(1), 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.06.002>
- DIÉGUEZ, A. (2021). *Cuerpos inadecuados. El desafío transhumanista a la filosofía*. Herder.
- ESHACH, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 171-189. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1>
- FUHEM (2018). *Educación para la transformación ecosocial*. Fundación para el Hogar del Empleado.
- GARCÍA MORIYÓN, F. (2021) La Revolución Digital y Científico-Tecnológica en la Educación. *Revista Foro*, 5(4), 63–75. <https://www.revistaforo.com/2021/0504-06>
- INSPIRATICS (2015). *¿El móvil en el aula? ideas, ventajas, retos y posibilidades*. Accesible en: <https://inspiratics.org/es/recursos-educativos/recursos/el-movil-en-el-aula-ideas-ventajas-retos-y-posibilidades/>
- JOHNSON, D.W. (2016). *La controversia constructiva. Argumentación escucha y toma de decisiones razonadas*. SM.
- MIAO, F., MISHRA, S., ORR, D. Y JANSSEN, B. (2020). *Directrices para la elaboración de políticas de recursos educativos abiertos*. UNESCO. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373558>
- MOUZO, J. (29 de septiembre de 2021). “En cinco años, ‘wasapear’ todo el día estará tan mal visto como fumar en un avión”. El País. <https://elpais.com/ideas/2021-09-29/en-cinco-anos-wasapear-todo-el-dia-estara-tan-mal-visto-como-fumar-en-un-avion.html>
- NEGUERUELA, A. Y TORRES, B. (s.f.). *La brecha digital impacta en la educación*. Unicef. Accesible en: <https://www.unicef.es/educa/blog/covid-19-brecha-educativa>
- PERSSON, I. Y SAVULESCU, J. (2008). The perils of Cognitive Enhancement and the Urgent Imperative to Enhance the Moral Character of Humanity. *Journal of Applied Philosophy*, 25(3), 162–177. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5930.2008.00410.x>
- REY, A. (2021). ¿Por qué debes desconfiar de los GAFA?. *Amalio Rey - Escribo para comprender*. <https://www.amaliorey.com/2021/01/28/por-que-debes-desconfiar-de-los-gafa/>

- SALTMAN, K.J. (2017) *Scripted Bodies. Corporate Power, Smart Technologies, and the Undoing of Public Education*. Routledge.
- SAVULESCU, J. (2010). Human liberation: Removing biological and psychological barriers to freedom. *Monash Bioethics Review*, 29(1), 1–18.  
<https://doi.org/10.1007/BF03351320>
- SHELLENBERGER, M. (2021). *No hay apocalipsis Por qué el alarmismo medioambiental nos perjudica a todos*. Planeta.
- TORRES, PH. (2017). *Morality, Foresight, and Human Flourishing: An Introduction to Existential Risks*. Pitchstone Publishing.



# Artículos



# La tecnología ante la crisis ecosocial

---

## Technology and the ecosocial crisis

---

Luis González Reyes

### El mito de la neutralidad de la tecnología

La neutralidad de la tecnología es uno de los imaginarios sociales más extendidos. Su ejemplo predilecto es el del cuchillo, que puede usarse para partir alimento o para dañar a otra persona. ¿Es realmente neutral la tecnología?, ¿se puede aplicar este adjetivo a todo tipo de tecnologías?

Para esbozar alguna respuesta a estas preguntas, una premisa previa es comprender que la tecnología, materializada en herramientas, no es solo una expresión cultural, sino que condiciona la forma de pensar y de sentir de las personas (Almazán, 2021; Illich, 2012; Mundford, 2006). Por ejemplo, si una cultura genera objetos para el uso colectivo no solo expresa su articulación comunitaria, sino que la refuerza, ya que implica que sus integrantes tienen que actuar de forma coordinada. Un ejemplo más contemporáneo es cómo internet, los teléfonos móviles y la hibridación entre ambos ha modificado nuestra manera de relacionarnos. La sociabilidad se ha hecho más superficial y líquida en parte por las tecnologías que utilizamos. Y esto no solo es a nivel personal, sino también institucional y económico. De este modo, si la tecnología conforma las sociedades no puede ser neutral, impulsa a la organización social hacia un determinado sentido.

Un segundo tipo de análisis parte de que se pueden distinguir distintos niveles tecnológicos. El primero son las herramientas. En ellas, la energía la ponen los seres humanos. Son en general tecnologías sencillas. El segundo lo componen las máquinas. En este caso, hay una fuente energética exosomática (un derivado de un combustible fósil o la electricidad, por poner los dos ejemplos más importantes en nuestra sociedad), que es la que permite que la máquina funcione, pero el control es humano. El grado de complejidad medio de las máquinas es notablemente mayor que el de las herramientas, pero dentro de las máquinas hay distintos niveles de sofisticación. Tenemos desde molinos de viento como los que inmortalizó Cervantes, que son relativamente sencillos, hasta los aerogeneradores de alta tecnología de 7 MW. Finalmente, estarían los autómatas, que vamos a definir como máquinas que controlan otras máquinas, además de estar impulsadas por energía exosomática. Aquí la complejidad se incrementa más aún.

El grueso de la historia de la humanidad ha estado exento del uso de máquinas complejas y de autómatas. El cambio de sociedades que usaban herramientas y máquinas sencillas, al de sociedades con una utilización creciente de máquinas complejas no fue irrelevante. El primer nivel tecnológico, entendiendo como hemos dicho que la tecnología es una expresión social que a la vez la condiciona, alumbró sociedades igualitarias o dominadoras (Fernández Durán y González Reyes, 2018). Es decir, que en este nivel sí podríamos hablar de una cierta neutralidad de la tecnología.

Neutralidad no en el sentido de irrelevancia social, sino en el de distintos usos. Aquí podría valer el ejemplo del cuchillo.

Pero la tecnología compleja, la basada en máquinas sofisticadas y autómatas es solo propia de las dominadoras y contribuye a perpetuarlas. Hay varios argumentos para sostener esto. En primer lugar, las tecnologías complejas son intrínsecamente insostenibles. Se basan en materiales no renovables, tienen considerables impactos ambientales en su ciclo de vida (en muchos casos muy considerables) y, en términos globales, todas ellas son muy ineficientes en el consumo energético (tienen mucha energía embebida en su proceso de fabricación, como poco). De este modo, tienen impactos insoslayables sobre la vida de todos los seres vivos presentes y futuros, y no son universalizables<sup>1</sup>. Es más, en la medida que se ha ido imponiendo el uso de la alta tecnología, esto ha implicado que actos cotidianos (trabajar remuneradamente, desplazarse o hasta comer) tengan un impacto considerable, significando un ejercicio de poder implícito de los estratos sociales más privilegiados sobre el resto de seres vivos.

Un segundo argumento es que las máquinas complejas implican que el acceso a cómo funcionan, a su control, solo está al alcance de pocas personas. Son aquellas que pueden dedicar mucho tiempo al estudio de su ingeniería. Como la tecnología es un elemento central del funcionamiento social, este acceso restringido es una desigualdad de poder latente. Cuando se nos estropea el ordenador, que a su vez se ha convertido en una pieza clave en muchos trabajos y en la socialización, solo hay un puñado de personas articuladas en grandes multinacionales que pueden garantizar que sigamos usando esa herramienta. Y esto es un mecanismo de poder que atraviesa nuestras vidas.

Finalmente, los centros de poder, que son quienes controlan la tecnología, tienen una capacidad de coacción mucho mayor con las máquinas complejas. Un ejemplo son los mecanismos de almacenamiento y gestión de la información que han posibilitado las TIC. Gracias a ellas, Google y la NSA (servicio de "inteligencia" estadounidense) atesoran una cantidad de información sobre millones de personas inimaginable por los Estados agrarios. Esta información se usa para quebrar voluntades de forma "delicada" (publicidad) y violenta (represión directa). Otro ejemplo es el incremento en el desnivel bélico entre quienes tienen acceso a armamento tan sofisticado como un portaaviones o un misil teledirigido, y quienes solo tienen un cuchillo.

Obviamente, esto es matizable y parcialmente enmendable. Por ejemplo, no es lo mismo la tecnología eólica que la nuclear en lo que implica de concentración de poder, ni lo es que internet se configure con neutralidad de la red a que la pierda. Pero eso no quita que no existan relaciones más o menos jerárquicas entre especies, entre generaciones y entre individuos en todos los casos. En conclusión, determinados grados de complejidad, expresados en este caso en forma de tecnología, tienen costos. Uno de ellos es tener sociedades intrínsecamente desiguales.

Un tercer nivel de análisis sobre la falta de neutralidad de la ciencia y la tecnología aterriza en este momento histórico. En el capitalismo, no se desarrollan los avances tecnocientíficos que socialmente puedan ser importantes, sino los que el mercado considera adecuados. Solo así se explica que existan tantas investigaciones en transgénicos o enfermedades típicas de poblaciones enriquecidas, y tan pocas sobre agroecología o dolencias características de poblaciones periféricas. Que el sistema tecnocientífico está al servicio del mercado también se puede argumentar con otros ejemplos, como la obsolescencia programada, las patentes sobre la vida o la "investigación" para negar la realidad del cambio climático. Además, en las universidades una parte creciente de la investigación está financiada por empresas que confían en utilizar el conocimiento que se derive de ella. En definitiva, la tecnología no es ni podrá ser nunca

---

<sup>1</sup> Esta argumentación se basa en que las sociedades humanas no son más que un subsistema de los ecosistemas planetarios y que la tecnología humana se escinde del funcionamiento del conjunto de la vida. Si esto no fuese así, si se acoplase al funcionamiento del todo, sí podría haber un incremento de la complejidad tecnológica que no fuese intrínsecamente insostenible. Pero estas técnicas ya no estarían al servicio del ser humano, sino fundamentalmente del conjunto de la vida. Sobre este tema, que tiene muchas otras derivadas y requiere de una explicación pausada, no entra este texto.

neutral, pues es el resultado de muchas decisiones que reflejan los valores e intereses de quienes la desarrollan y/o del sistema en el que se insertan. En el capitalismo esto está especialmente reforzado pues el desarrollo tecnológico, como veremos un poco más adelante, es central en la reproducción del capital. Para profundizar en este aspecto merece la pena leer a Almazán (2021).

## El mito de la omnipotencia de la tecnología

**N**os encontramos en una crisis multidimensional de amplio calado. Es más, estamos viviendo el colapso de la civilización industrial. Esto surge de que la profunda crisis ambiental (Sexta Extinción de biodiversidad de la historia de la Tierra, emergencia climática, máximos de disponibilidad energética y material) impulsa y se hibrida con una crisis social y económica. Analizamos a continuación los límites de la tecnociencia concretándolos en cómo no puede solucionar las crisis ecológica y económica en marcha. Como mucho, sería un complemento de cambios estructurales profundos imprescindibles.

En el capitalismo, el desarrollo tecnológico no es cualquier cosa. Es una de las piedras angulares que permiten su sostén. En este sistema, la competencia incesante obliga a un crecimiento sostenido a costa de aumentar la explotación de las personas y de la naturaleza, y a una constante expansión hacia sus afueras (inclusión y despojo de nuevas sociedades y conversión en capital del “trabajo” de la naturaleza, por ejemplo el “trabajo” de fabricar petróleo a partir de restos orgánicos). Para la mayoría de estos elementos la tecnología es determinante.

En lo que concierne a la obtención de la plusvalía a nivel interno del capitalismo, la tecnología emerge como la única forma de sostener este proceso a largo plazo:

- Las rebajas en las condiciones laborales son una manera de aumentar los beneficios, pero tienen límites en forma de luchas sociales, de que ya no quedan grandes nichos de “trabajo barato” por explotar a nivel mundial y, sobre todo, de la limitación que supone reducir indefinidamente los salarios sin resentir el consumo. La destrucción del poder adquisitivo de la clase trabajadora, sobre todo de las “clases medias” de EEUU y la UE, ha supuesto profundizar en la crisis capitalista, ya que minó su capacidad de compra sin un sustituto claro. Sin embargo, todavía no se ha producido una disminución importante del consumo. Esto se ha conseguido mediante una expansión gigantesca de la liquidez y del crédito, pero esta estrategia está llegando a su límite ya que la deuda global crece mucho más rápido que el PIB, por lo que la credibilidad de su devolución es cada vez menor, abocando a fuertes crisis financieras a todo el sistema.
- Una segunda fuente de incremento de la plusvalía sería incorporar más mano de obra. Pero no queda mucho margen dentro del capitalismo, una vez que las mujeres están ya en gran parte bajo esa lógica.
- De este modo, lo que queda es el recurso interno histórico del sistema: incrementar la productividad para con ello rebajar el coste de la mano de obra (que puede mantener su nivel de vida accediendo a mercancías más baratas) y sostener la masa de plusvalía aumentando el volumen de ventas. Para esto es determinante el uso de cada vez más máquinas y autómatas en el proceso productivo.

Todo esto en lo que concierne a la capacidad de reproducir el capital a nivel interno del sistema. ¿Qué nichos le quedan al capitalismo para expandirse y, con ello, salvar los límites a la creación de valor que está encontrando? En lo que concierne al “trabajo” de la naturaleza, la crisis energética y material que vivimos son una prueba palpable de que la explotación de la gran mina-Tierra está dando síntomas de agotamiento. Cada vez va quedando menos “trabajo” de la naturaleza que se puede convertir en capital. En ese contexto, sostener esta explotación pasa por un desarrollo tecnológico que lo permita. La fractura hidráulica en el caso de los hidrocarburos es un ejemplo.

Respecto a la expansión hacia nuevas sociedades, no hay mucha más globalización que llevar a cabo, una vez



“completada” la inclusión de China y Rusia. Tampoco se puede esperar mucho recorrido de una mayor mercantilización de las poblaciones más empobrecidas mediante estrategias como el “capitalismo inclusivo”. En lo que sí hay algo más de margen es en la privatización de servicios públicos, pero es difícil pensar que pueda sostener por sí solo un nuevo ciclo expansivo. En estos nuevos procesos de mercantilización, la tecnología vuelve a ser central. Por ejemplo, es la que ha permitido todo ese nuevo nicho de negocio que se denomina capitalismo de plataforma (Uber, Airbnb y compañía).

Por lo tanto, la innovación tecnológica es determinante en el sostenimiento del capitalismo. Y, en un contexto de degradación ambiental y sobreexplotación laboral, las características de las innovaciones tecnológicas deben ser: incremento de la eficiencia, desmaterialización de los procesos productivos y desarrollo de nuevas líneas que sirvan a la reproducción del capital. Analicemos cada una de estas características.

## El mito de la eficiencia

**E**l mito de la eficiencia propone que el aumento de la eficiencia es parte de la solución (o incluso la solución) a los problemas energéticos y materiales. Ciertamente, todavía hay recorrido para una cierta mejora a nivel mundial de la eficiencia. Sin embargo, este incremento tiene límites insuperables e incluso efectos secundarios adversos.

En primer lugar, una parte de las supuestas mejoras en la eficiencia en las regiones centrales no son tales, sino deslocalizaciones de los procesos más consumidores de materia y energía a las zonas periféricas.

Un segundo aspecto es que las medidas basadas en la eficiencia tienen poco recorrido si se persigue el crecimiento exponencial. Hace falta una reducción del uso de energía y materiales del orden del 90% en las regiones centrales para entrar dentro de los límites de la sostenibilidad. Para alcanzar esta meta gracias a una mayor eficiencia sería necesario un “factor 10” (los materiales y la energía por unidad del PIB disminuyen 10 veces), algo que ya es difícil de imaginar, como veremos más adelante. Pero si en este tiempo la economía sigue creciendo al 2% sería necesario un “factor 27”, y si crece al 3% un “factor 45” (Jofra Sora, 2008). Es obvio que la mejora de la eficiencia tiene un límite físico marcado por las leyes de la termodinámica, no es posible continuarla indefinidamente.

Además, muchos procesos ya son todo lo eficientes que cabe esperar. Los motores eléctricos son un buen ejemplo, con un 90% de eficiencia. Otro es que, desde 1955 hasta principios del siglo XXI, la industria del acero estadounidense incrementó su eficiencia energética en un 72% (Homer-Dixon, 2008). Esto no se puede volver a repetir en este siglo. Y esto se aplica incluso al desarrollo de las TIC, que está en el centro de las propuestas tecnoutópicas (Rotman, 2020).

Entre los efectos adversos de la eficiencia está el hecho de que persigue eliminar las múltiples redundancias. Pero eso es justo una de las claves fundamentales de la resiliencia de los sistemas complejos, pues esas redundancias sirven como mecanismo de seguridad que les permiten seguir funcionando si falla alguno de sus elementos. En una crisis mayúscula como la que atravesamos, con una fuerte pérdida de resiliencia y desafíos importantes en el futuro, hay sectores en los que el avance hacia la eficiencia puede ser contraproducente.

Por otra parte, la mejora de la eficiencia no siempre conlleva una reducción en el consumo de materia y energía. Por ejemplo, a pesar de la importante mejora en las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos en la UE, la reducción de emisiones por kilómetro recorrido se ha visto desbordada por el impresionante aumento del parque automovilístico y de los kilómetros recorridos en coche. El resultado es un incremento del consumo global de petróleo para los vehículos. Este es el efecto rebote o la paradoja de Jevons. La eficiencia sin reducción no sirve. Este ejemplo dista de ser una excepción: se repite uno tras otro en los sectores en los que se realizan estos incrementos de eficiencia (Mills, 2019). Y es que cuando los aparatos son más eficientes salen más baratos al bolsillo y a la conciencia (parece que se contamina menos), con lo que se incrementa su uso. A esto hay que añadir la construcción de nueva infraestructura que, en

ocasiones, lleva acoplada la mejora tecnológica.

Además, no hay que considerar solo el efecto rebote directo, sino también el indirecto. Este consiste en que los ahorros se desvían a otros sectores donde se incrementa el consumo. El fundamento último del efecto rebote es que el aumento de la eficiencia libera recursos que permiten aumentar la producción y el consumo. En realidad, es una consecuencia intrínseca del capitalismo y de su necesidad de crecimiento continuo.

## El mito de la desmaterialización y del desacoplamiento

Otro mito es el de la desmaterialización, es decir, la afirmación de que la economía capitalista puede seguir creciendo reduciendo su consumo de energía y materia. Su versión suave es el desacoplamiento, que sostiene que el PIB puede aumentar de forma más rápida que el consumo material y energético.

La desmaterialización no se sostiene con datos empíricos (Hickel y Kallis, 2020; Parrique et al., 2019). Así, el consumo energético y material desde la Revolución Industrial ha seguido una curva exponencial. Además, todos los periodos en los que ha bajado el consumo de materia se han debido a una recesión económica (Krausmann, 2011). Se puede añadir que la correlación entre el PIB y el consumo energético y material mundial es casi lineal, mostrando el acoplamiento de ambos indicadores (Coyne, 2016). Esto no está en contradicción con afirmar que ha disminuido la intensidad energética de la economía, pues la pendiente de la recta es menor de 1.

El aparente desacoplamiento entre el consumo energético y el crecimiento económico en los espacios centrales se ha debido a varios ejercicios de contabilidad creativa. El fundamental es la deslocalización de las actividades más consumidoras de energía a otros lugares del planeta.

En el centro de la propuesta de la desmaterialización está una economía basada en servicios. Pero este tipo de actividad no es menos consumidora de materia y energía, y requiere del sector industrial para existir. Las evidencias lo que muestran es que las economías basadas en servicios en realidad son más demandantes de energía, no lo contrario (Fix, 2019).

Es más, una economía basada en servicios es incompatible con el capitalismo, ya que el consumo de servicios tiene límites estrechos (el tiempo disponible por las personas) y no se puede acumular (como los bienes materiales). Esto implica problemas irresolubles para la reproducción ampliada del capital.

En realidad, la desmaterialización es físicamente imposible. El Segundo Principio de la Termodinámica supone que la utilización de energía conlleva su degradación, su pérdida de exergía<sup>2</sup>. Desde la perspectiva material, muchos elementos básicos se dispersan en su uso: desde el fósforo utilizado en la fertilización, hasta los óxidos de zinc presentes en los neumáticos que se van esparciendo por las carreteras. Solo podrían ser reciclables si fuesen biodegradables y ese trabajo lo hiciesen los ecosistemas con tiempo y energía solar, y aun así este proceso no sería 100% eficiente.

La falsedad del mito de la desmaterialización lo ejemplifica el aparato por antonomasia de la sociedad virtual, el ordenador. Cada ordenador supone extraer y procesar 1.000 veces su peso en materiales, con el transporte de productos que ello implica y los impactos ecológicos de su producción. Unos materiales que además son escasos y no tienen sustituto (hay que considerar que al menos, 70 de los 92 elementos de la tabla periódica que se pueden encontrar en la corteza terrestre son usados en la electrónica más común) (Valero y Valero, 2014). Y la cuestión no son solo los recursos en la fabricación, sino los residuos contaminantes que se generan. A ello habría que sumar la

---

<sup>2</sup> Trabajo útil que se puede llevar a cabo con una determinada cantidad de energía.

obsolescencia programada de estos aparatos. Lo mismo se podría decir de las televisiones, los mp3, los teléfonos móviles o los libros electrónicos.

Por otra parte, el funcionamiento del ciberespacio y la sociedad de la imagen demandan una considerable cantidad de energía. Si se suma todo el ciclo de vida de los aparatos, las TIC implican el consumo de más del 4% de toda la energía (no solo electricidad) del mundo (Turiel, 2018). Otro ejemplo relevante: el entrenamiento (solo el entrenamiento) de una unidad de inteligencia artificial que pueda descifrar y manejar lenguaje, podría producir unas 315 veces las emisiones de un vuelo de costa a costa de EEUU, 56 veces el consumo promedio de energía de un ser humano en toda su vida (Strubell et al., 2019).

## El mito de la innovación infinita

**E**n realidad, los dos mitos anteriores son hijos del gran mito del capitalismo que estamos analizando en este apartado, el del progreso, que se plasma en que la ciencia y la tecnología lo pueden todo y son imparables. Un primer problema es el tipo de método científico que se usa mayoritariamente. Es el que se basa en el mecanicismo, el reduccionismo y el determinismo. Toma la realidad, la disecciona en partes y la estudia, sin realizar una recomposición integradora y no determinista del todo. El paradigma de la ciencia es la tesis doctoral, en la cual se analiza en profundidad una sección muy concreta de la realidad, pero se obvia una visión sistémica en la mayoría de los casos. Este modelo no es el más adecuado para entender la vida en la Tierra, que funciona como un sistema complejo, orgánico, en el que las propiedades no son la suma de las partes y el funcionamiento es no lineal e indeterminista. Además, en este reduccionismo, queda fuera una parte importante de la realidad: “Lo cualitativo se redujo a lo subjetivo, lo subjetivo fue desechado como irreal, y lo no visto y no medible como inexistente. La intuición y el sentimiento no afectaban al proceso mecánico ni a las explicaciones mecánicas” (Mumford, 2006).

Por otra parte, el sistema de toma de decisiones científico es intrínsecamente conservador, pues en él influyen (no podría ser de otra forma) decisiones personales, políticas y culturales que se enmarcan en los paradigmas vigentes. La evolución de las previsiones sobre el cambio climático son una prueba clara de una subestimación continua fruto de un conservadurismo intrínseco (Puig Vilar, 2019). La historia de la ciencia está plagada de rupturas radicales con los paradigmas antiguos, pero esas rupturas han sido siembre muy traumáticas, complicadas y plagadas de resistencias. Sucedió con el paso del geocentrismo al heliocentrismo, de la física newtoniana a la cuántica y de la relatividad, o ahora con la visión de la evolución darwiniana con la marguliniana.

Sin embargo, aunque los aspectos vistos hasta aquí marcan límites a la tecnociencia actual, no son elementos irresolubles. Con enormes dificultades, se podría construir otro paradigma de conocimiento que los soslayase, al menos en parte. Pero a estos límites se suman otros más profundos que superan las capacidades humanas.

En primer lugar, Ayres y Warr (2005) mostraron cómo la mayoría de los avances tecnológicos en realidad eran aumentos de la cantidad de energía utilizada o de la eficiencia en el traslado hasta el lugar donde el trabajo era realizado. En base a esto, la tecnología se podría definir como energía, materia y conocimiento colectivo sedimentados. La tecnología no puede generar energía ni materiales, por lo que no puede resolver los problemas de fondo.

El segundo límite parte de que el ser humano no es ni omnisciente ni omnipotente, sino que siempre tendrá disponible una información limitada y cometerá errores. Si la tecnociencia es un producto humano, no puede ser que supere estos límites ontológicos. A este elemento se le suma la inevitable influencia de quien investiga en los resultados obtenidos a través de las elecciones que toma, el estilo manipulativo o su presencia física en determinadas líneas de investigación. Pero es más, los desafíos actuales a los que debe hacer frente la ciencia son los que tienen que ver con los sistemas complejos. Una de sus características es su funcionamiento en ocasiones caótico. Otra, que producen emergencias, es

decir, cualidades como consecuencia de las interacciones de las partes que no se pueden deducir de las propiedades de sus elementos individuales. Esto hace que las posibilidades humanas de controlar y comprender el entorno (e incluso las sociedades) sean mucho más reducidas de lo que sostiene el mito del progreso.

El Segundo Principio de la Termodinámica marca un tercer límite infranqueable. La máquina perfecta (aquella que transforma toda la energía en trabajo), simplemente, es imposible. Un corolario de esto es que no es factible resolver los problemas ambientales por la vía tecnológica sin crear nuevos problemas, es decir, no es posible crear “orden” en un lugar sin generar más “desorden” en otro. En el mejor de los casos, las tecnologías serán capaces de resolver el problema para el que fueron creadas gracias a desplazar (incrementándolos) los impactos, que suelen ser impredecibles. Visto así, la tesis de que la tecnología, al menos, permite ganar tiempo, aunque no resuelva la raíz de los problemas, es falaz; pues lo que hace normalmente es desplazar la solución del problema más lejos de las capacidades humanas.

Derivada de esta limitación, está la de la ley de rendimientos decrecientes. Los inventos siguen esta ley en la medida en que los más fáciles de abordar se llevan a cabo en primer lugar y los más difíciles, después. Esto implica que los requerimientos energéticos, materiales, intelectuales y financieros necesarios crecen exponencialmente conforme avanza el conocimiento y que, además, deben sostenerse durante periodos más dilatados de tiempo. Esto se refleja en que la tasa de innovación (número de inventos relevantes por año partido por la población mundial) cada vez es menor (Bloom et al., 2017; Huebner, 2005;). Expresado de otra forma, la gran mayoría de los últimos inventos en el fondo son evoluciones de lo que ya se había desarrollado hace mucho: comunicación, transporte, comercio, manufacturas. Un breve listado: la locomotora (1825), el refrigerador (1834), el teléfono (1876), la luz eléctrica y las bombillas (1879), el automóvil y los motores de combustión (1886), los aviones (1890), el cinematógrafo (1894), la estufa eléctrica (1896), la televisión (1926), la penicilina (1928), el radar (1931), el motor de turbina (1939), el transistor (1947), el microprocesador (1971). Y los avances recientes más significativos (internet), no tienen mucha utilidad para la supervivencia. Además, su capacidad para animar la economía está en decadencia (Bonaiuti, 2017).

Otro problema de primer orden es el temporal. El descenso energético y material, la activación de los bucles de realimentación positivos climáticos o la desestabilización de los ecosistemas están sucediendo ya. Sin embargo, entre la invención y la difusión masiva de los cambios tecnológicos pasan décadas. Por ejemplo, la fractura hidráulica se usó por primera vez en 1947. Entre las décadas de 1980 y 2000, y con el apoyo del Gobierno, se investigó cómo mejorar la técnica. Después, fueron necesarios otros 10 años para un uso extendido de estos avances por la industria (Cobb, 2015).

Si sumamos la ley de rendimientos decrecientes a la reducción progresiva de la disponibilidad de energía y a los largos plazos para el desarrollo de las tecnologías, la dificultad de solventar técnicamente los desafíos que tiene la humanidad se vuelve aún más irreal. Esto no implica solo la incapacidad de sostener el ritmo innovador, sino incluso de mantener el sistema tecnocientífico actual.

Finalmente, ahora mismo no existe posibilidad de desarrollo científico sin recurrir a maquinaria altamente sofisticada. La ciencia depende de la técnica. En la medida que la tecnología la podríamos definir como materia, energía y conocimientos condensados (no existe la tecnología desmaterializada, ni que se alimente de éter) y estamos viviendo los máximos de disponibilidad energética y material, ahí tenemos otro límite al desarrollo tecnocientífico.

## Nuestra tecnología, en realidad, es muy pobre

La tecnología humana no es muy poderosa. Este es un límite último a sumar a todos los anteriores que la aleja más de la omnipotencia. Si la comparamos con la tecnología del conjunto de los sistemas vivos, de Gaia, palidece. Puede

resultar extraño usar el término tecnología más allá de los seres humanos, pero no lo es si la definimos como las herramientas que permiten transformar el entorno o adaptarnos a él para nuestros propios fines. En ese sentido, el superorganismo que podría formar la parte viva de la Tierra, Gaia, ha transformado profundamente la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera y se puede decir que utiliza una tecnología muy avanzada. Siguiendo a Carlos de Castro (2019) se pueden comparar las tecnologías humanas y gaianas, ejemplificadas en los bosques:

- Condiciones de trabajo. Los bosques hacen su trabajo in situ, a temperatura ambiente y sin contaminar. Muchas tecnologías humanas no cumplen estos tres requisitos. Por ejemplo, la producción de electricidad se suele realizar lejos de nuestras casas, a altas temperaturas y con altos grados de contaminación.
- Reparación. Los bosques se autorreparan en caso de daños y su esperanza de vida es de siglos o milenios. Las máquinas no se autorreparan y su tiempo de vida es de unos pocos años.
- Reproducción. El bosque se autorreproduce. Las máquinas deben ser fabricadas externamente.
- Alimentación. Los bosques reciclan los nutrientes (carbono, fósforo, nitrógeno, etc.) de manera que se autoalimentan. El conjunto de Gaia llega a tasas de reciclaje de estos elementos superiores al 99,5%. Nuestra civilización recicla a una tasa del 6% a escala global y todas las máquinas requieren aporte de materiales y energía externos.
- Realimentaciones. Los bosques transpiran agua de tal forma que la mitad de las gotas de lluvia que caen en la superficie terrestre provienen de plantas. Sin bosques, la mayor parte del planeta sería un desierto. Además, los árboles alimentan al resto de seres vivos, no solo a sí mismos. Las máquinas no solo no benefician al conjunto del sistema, sino que lo degradan; y están diseñadas para funciones muy concretas, no múltiples.
- Eficiencia. Para la transpiración y el ciclado de nutrientes, los bosques aprovechan entre el 70% y el 50% de la radiación incidente (más cuanto más complejo es el ecosistema). Es decir, la eficiencia de un bosque es superior al 50%. En contraposición, sin contar con todos los gastos energéticos para la fabricación de un coche de gasolina (algo que habría que considerar), la eficiencia de su motor es del 25%.

## La necesidad de nuevos mitos

Los mitos desempeñan un papel relevante en las sociedades humanas. Por una parte, permiten entender el mundo o, mejor dicho, tener la percepción de que se entiende. Esto, desde la perspectiva psicológica es muy importante y nos permite satisfacer (o pseudosatisfacer) una necesidad humana básica como es el entendimiento. Siendo los seres humanos, como somos, limitados, probablemente una parte de entendimiento mítico de nuestro entorno sea imprescindible.

Pero esta no es la única función de los mitos en la sociedad. Probablemente, ni siquiera es la más importante. Más determinante está la función de regulación social, de moldeamiento. No hay orden social que no tenga detrás un mínimo de identidad compartida y la construcción de esa identidad se fragua mucho sobre los mitos comunes. Tampoco hay orden social que no se asiente sobre normas de comportamiento comunes, y en su transmisión y cumplimiento los mitos son determinantes.

En tercer lugar, la razón no es lo que nos mueve fundamentalmente. Aplicando esta idea a este trabajo, el cuestionamiento racional que aborda este texto del mito de la ciencia y la tecnología probablemente aporte poco al desmontaje social del mito de la neutralidad y la omnipotencia del sistema tecnocientífico, por más que sea un ejercicio necesario.

Por lo tanto, igual que un clavo se quita con otro clavo, un mito probablemente se quita con otro mito. La construcción

de sociedades justas, democráticas y sostenibles debe venir acompañada de la creación de una serie de nuevos mitos sociales, también de raíz científica (y aquí me refiero al método de conocimiento del entorno), que sustituyan o los de la neutralidad y omnipotencia de las tecnologías humanas. Uno que podría ser el de Gaia (de Castro, 2019; González Reyes y Planet, 2020), pero eso es materia de otro texto.

## Bibliografía

---

- ALMAZÁN, A. (2021). *Técnica y tecnología*. Taugenit.
- AYRES, R.U. Y WARR, B. (2005). Accounting for growth: the role of physical work. *Structural Change and Economic Dynamics*, 16(2), 181–209.  
<https://doi.org/10.1016/j.strueco.2003.10.003>
- BLOOM, N., JONES, C.I., VAN REENEN, J. Y WEBB, M. (2017). *Are ideas getting harder to find?* National Bureau of Economic Research.
- BONAIUTI, M. (2017). Are we entering the age of involuntary degrowth? Promethean technologies and declining returns of innovation. *Journal of Cleaner Production*, 197(2), 1800–1809.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.196>
- DE CASTRO, C. (2019). *Reencontrando a Gaia*. Ediciones del Genal.
- COBB, K. (18 de octubre de 2015). Goldilocks and the three prices of oil. *Resource Insights*.  
<http://resourceinsights.blogspot.com/2015/10/goldilocks-and-three-prices-of-oil.html>
- COYNE, D. (30 de julio de 2016). The Energy Transition. *Peak oil barrel*.  
<https://peakoilbarrel.com/the-energy-transition/>
- FERNÁNDEZ DURÁN, R Y GONZÁLEZ REYES, L. (2018). *En la espiral de la energía*. Libros en Acción; Baladre.
- FIX, B. (2019). Dematerialization Through Services: Evaluating the Evidence. *Biophysical Economics and Sustainability*, 4(2), 1–17.  
<https://doi.org/10.1007/s41247-019-0054-y>
- GONZÁLEZ REYES, L. Y PLANET, A. (2020). *Gaia*. FUHEM.
- HICKEL, J. Y KALLIS, G. (2020). Is Green Growth Possible?. *New Political Economy*, 25(4), 469–486.  
<https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>
- HOMER-DIXON, T. (2008, primera edición 2006). *The upside of down. Catastrophe, creativity, and the renewal of civilization*. Island Press.
- HUEBNER, J. (2005). A possible declining trend for worldwide innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, 82(8), 980–986.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.01.003>
- ILLICH, I. (2012, primera edición: 1974). *La convivencialidad*. Virus.
- KRAUSMANN, F. (2011). The global metabolic transition: a historical overview. En Krausmann, F. (ed.). *The socio-metabolic transition. Long term historical trends and patterns in global material and energy use*. Institute of Social Ecology.
- MILLS, P. (2019). *The “new energy economy”: an exercise in magical thinking*. Manhattan Institute.
- MUMFORD, L. (2006, primera edición en castellano 1971, primera edición 1934). *Técnica y civilización*. Alianza Editorial.
- PARRIQUE, T., BARTH, J., BRIENS, F., KERSCHNER, C., KRAUS-POLK, A., KUOKKANEN, A. Y SPANGENBERG, J. H. (2019). *Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability*. European Environmental Bureau.
- PUIG VILAR, F. (2019). Peor de la esperado - Escalones hacia la moderación. *ustednoselocree.com*.

- ROTMAN, D. (2020). Ha llegado la hora de que cunda el pánico por el fin de la ley de Moore. *Technologyreview.es*.
- JOFRA SORA, M. (2008). Conversaciones con Joachim Spangenberg. *Ecología Política*, 35, 9–12.
- STRUBELL, E., GANESH, A. Y MCCALLUM, A. (2019): Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. *arXiv 1906.02243*.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.02243>
- TURIEL, A. (17 de septiembre de 2018): Las buenas noticias. *The oil Crash*.  
<https://crashoil.blogspot.com/2018/09/las-buenas-noticias.html>
- VALERO, A. Y VALERO, A. (2014): *Thanatia. The Destiny of the Earth's mineral resources. A Thermodynamic Cradle-to-Cradle Assessment*. World Scientific.



**Resumen.** 

---

Un mito es un relato lleno de hechos fantásticos y personajes fabulosos con el que los pueblos tratan de explicar y controlar fenómenos que no pueden comprender. Con una definición de este tipo, nada parece más alejado de ser un mito que el sistema tecnocientífico. En este texto no se va a abordar el método científico, el mecanismo de trabajo científico-técnico, que efectivamente no cumple las características para ser un mito, sino que se discutirá el papel que la ciencia y la tecnología tienen en los imaginarios colectivos.

El sistema tecnocientífico es incomprensible para la inmensa mayoría de la población. ¿Quién sabe cómo funciona un ordenador, cuál es el mecanismo por el que retiramos dinero de un cajero o en qué consiste de verdad el refinado de petróleo? ¿Cuántas personas pueden explicar la Teoría de la Relatividad o el funcionamiento de la fotosíntesis? Para la gran mayoría de la población, estos fenómenos significan un ejercicio de fe similar a la de creer que Thor genera los rayos con su maza, solo que en este caso los personajes de autoridad son otros. A pesar de eso, la tecnociencia es la forma fundamental que explica el mundo. Es más, su función no se restringe únicamente a explicarlo, sino a dirigirlo. Es la principal herramienta que concebimos los seres humanos para moldear el futuro. En estos sentidos, tiene características de mito.

En este texto se van a abordar dos elementos centrales para la construcción del mito de la ciencia y la tecnología: su neutralidad y su omnipotencia.

**Palabras clave.** Mito; Tecnociencia; Tecnología compleja; Sostenibilidad.

**Abstract.** 

---

A myth is a story full of fantastic facts and fabulous characters with which people try to explain and control phenomena that they cannot understand. With such a definition, nothing seems further from being a myth than the techno-scientific system. This text will not address the scientific method, the mechanism of scientific-technical work, which effectively does not meet the characteristics to be a myth, but will discuss the role that science and technology have in collective imaginaries. The techno-scientific system is incomprehensible to the vast majority of the population. Who knows how a computer works, what is the mechanism by which we withdraw money from an ATM or what oil refining really consists of? How many people can explain the Theory of Relativity or the workings of photosynthesis? For the vast majority of the population, these phenomena mean an exercise of faith similar to that of believing that Thor's hammer generates lightning, only in this case the characters of authority are others. Despite that, technoscience is the fundamental way to explain the world. Moreover, its function is not restricted only to explaining it, but to directing it. It is the main tool that human beings conceive to shape the future. In these senses, it has characteristics of myth. This text will address two central elements for the construction of the myth of science and technology: its neutrality and its omnipotence.

**Key-words.** Myth; Technoscience; Complex technology; sustainability.

Luis González Reyes  
Ecologistas en Acción  
luis.glez.reyes@nodo50.org

# El impacto de las tecnologías en el mundo de la enseñanza

---

## The impact of technology on education

---

Esther García Tejedor

El tema que vamos a abordar tiene dos vertientes sobre las que reflexionar: una es el modo en que el uso de las tecnologías ha transformado las metodologías y los recursos en la enseñanza, y en qué medida eso ha podido dar lugar a cambios de modelos educativos y en el aprendizaje. Sobre ello se ha centrado la investigación en torno a las nuevas tecnologías en la educación. Muchos trabajos de fin de máster de aspirantes a profesores de Secundaria se centran en posibilidades de uso de programas y aplicaciones informáticas (*softwares*) a lecciones de distintas materias. Todos los que investigan sobre tecnología y educación comienzan haciendo hincapié en cómo las nuevas tecnologías se han introducido en la vida de los estudiantes, tanto sus intereses y hábitos como el modo en que aprenden, y cómo incorporar las TIC en la escuela.

Menos explorada está la vertiente del papel que el desarrollo de la tecnología debería tener como contenido de reflexión en la enseñanza. El ser humano debe reflexionar sobre el mundo en el que vive y que construye, y el mundo es ahora, y cada vez más, tecnología. Podemos ser sus amos o sus esclavos; dependerá de que sepamos hacer reflexionar sobre las TIC. Siguiendo a Seymour Papert<sup>1</sup> (1987), lo que planteo es la necesidad de hacer algo similar a una "crítica computacional" (*computer criticism*) aplicada a la naturaleza misma de la tecnología. Es un término que el autor ha acuñado por analogía con disciplinas como "crítica literaria" o "crítica social". En palabras del autor:

*El nombre no implica que tal escrito vaya a condenar los ordenadores, del mismo modo que la crítica literaria no condena la literatura ni la crítica social condena la sociedad. El propósito de la crítica computacional no es condenar sino entender, explicar, situar en perspectiva.<sup>2</sup>*

Es necesario revisar cuál es el fin de la enseñanza para enfocar su práctica hacia ello. Esto no puede entenderse como un universal platónico. Hay que revisar el nuevo contexto en el que se enseña y desde el que se enseña.

La perspectiva aquí adoptada será plantear en qué medida es necesario introducir en la enseñanza la reflexión sobre la forma de procesar y transmitir información de las nuevas tecnologías, su forma de "pensar", y cómo contrastan con el

---

<sup>1</sup> Papert es destacado científico computacional, matemático y educador. Es el creador del programa computacional LOGO, utilizado como un instrumento didáctico que permite a los alumnos construir sus conocimientos.

<sup>2</sup> Traducción y resaltado propios.

pensamiento propiamente humano. Para ello habrá que ver en qué medida los propios educandos deberían plantearse la naturaleza misma de la tecnología, y no solo aprender a usarla.

Pero para ello, previamente hay que valorar el impacto que han tenido las nuevas tecnologías en la enseñanza, cómo se ha producido y hacia dónde se dirige. Un interesante estudio en que se plantea la cuestión del cambio que podría llegar a suponer, lo ofrecen Francisco Guzmán Games y Angélica López Aguilar. En su artículo, describen cómo los estudiantes no cuestionan la formalización de saberes informáticos como parte del currículo. De hecho, los justifican partiendo de la creencia de que son herramientas para afrontar el mercado de trabajo. Aún no se habría dado realmente el cambio hacia lo que ellos denominan (siguiendo la terminología de Kuhn) el cambio al paradigma tecnológico. Cuesta plantearlo así, viendo el impacto que las TIC tienen en nuestras vidas, el modo en que condicionan radicalmente nuestros hábitos y, en mayor grado, los de los más jóvenes, siendo ellos, precisamente, los sujetos de la educación. Para ilustrarlo plantean un ejemplo muy gráfico:

*Cuando el telescopio se inventó hubo un progreso sin precedentes en la astronomía, se logró un cambio de paradigma, pero no fue por la invención del instrumento, sino porque la comunidad científica tenía las categorías de percepción para analizar los datos que arrojó. Las TIC también han revolucionado el contexto educativo. Aunque en ambos casos se trata de dispositivos tecnológicos que producen cambios en las comunidades, las diferencias son significativas. El telescopio es parte de un modelo para la solución de problemas en el campo de la astronomía; es producto de siglos de investigación. En cambio, las TIC no surgieron de la investigación educativa, por lo tanto, producen anomalías en el mundo de la enseñanza. (Guzmán Games y López Aguilar, 2006, p. ¿?)*

Ciertas anomalías no proceden directamente del mundo de la enseñanza en sí, sino de la desigualdad de acceso a la tecnología, lo que se ha denominado la “brecha digital”. Pero para analizar todas las posibles es importante establecer previamente qué objetivos se plantean para el papel de las tecnologías en la enseñanza. En el 2005, la UNESCO publicó un informe mundial, escrito por Jerome Bindé (2005), titulado *Hacia las sociedades del conocimiento*, donde se declara que:

*las sociedades emergentes no pueden contentarse con ser meros componentes de una sociedad mundial de la información y tendrán que ser sociedades en las que se comparta el conocimiento, a fin de que sigan siendo propicias al desarrollo del ser humano y de la vida. (prefacio)*

Se insiste en distinguir la actual “sociedad de la información” (un nombre para la presente situación) de la deseable “sociedad del conocimiento”<sup>3</sup> (una aspiración hacia la que debe mirar, desde primera base, la educación). Junto a la conocida “brecha digital” el informe señala también la “brecha cognitiva”, brecha que requiere, para ser solventada, el adecuarla hacia el aprovechamiento compartido de conocimientos.

El problema de la brecha digital no es exclusivo de la enseñanza, pero puede afectar profundamente a la misma en la medida en que esta se digitalice y se desarrolle cada vez más en este formato (Bindé, 2005). En este mismo informe se destaca que “en las sociedades de la innovación, la demanda de conocimientos estará en relación con las necesidades

---

<sup>3</sup> Sobre la “sociedad de la educación”, Manuel Castells (1999) la considera consecuencia de lo que llama “sociedad red”. Siguiendo un modelo de evolución histórica marxista, él y otros autores hablan de una nueva transición social: del industrialismo a lo que puede llamarse informacionalismo.

En cuanto a “sociedad del conocimiento”, el término fue acuñado por el filósofo de la gestión empresarial Drucker (1969), aludiendo al conocimiento como fuente principal de productividad, por encima de las materias primas y otros factores. Se trata, en realidad, de una descripción laboral de la sociedad post-industrial. Su uso actual, aplicado, entre otras, al área de la educación y la formación, es algo controvertido (ver, por ejemplo, Heidenreich (2003), quien lo critica por ser demasiado general y vago), puesto que el término parece insinuar más que el mero tratamiento de la información y su peso en la economía.

constantes de reciclaje” (p. 64). Sin embargo, los primeros acercamientos al uso de las tecnologías por parte del profesorado fueron de tipo autodidacta (Sigalés et al., 2009). Eso no significa que no hayan ido proliferando cursos de formación y reciclaje, enfocados a enseñar el manejo de nuevos formatos. Pero siguen siendo herramientas para mantener el mismo paradigma educativo.

Sobre el cambio de paradigma, continuando con el mencionado informe de la UNESCO se señala algo sobre ese cambio:

*El fenómeno del aprendizaje está destinado a generalizarse en nuestras sociedades a todos los niveles, y también está llamado a estructurar la organización del tiempo, el trabajo y la vida de las instituciones. Esa evolución ilustra un cambio de paradigma: por una parte, la educación o el aprendizaje ya no se limitan a un espacio-tiempo determinado y definitivo, sino que deben continuar a lo largo de toda la vida; y, por otra parte, el ser humano vuelve a ocupar un lugar esencial en la adquisición y comunicación permanentes de los conocimientos. Este retorno a la dimensión específicamente humana de los conocimientos no cuestiona la importancia de los nuevos instrumentos informáticos (...). No obstante, hay que recalcar que éstos son meros instrumentos que no nos autorizan a ignorar el acto de aprendizaje en sí, y más concretamente la función que los maestros o educadores de todo tipo tienen que desempeñar en él. (Bindé, 2005, p. 64)*

Hay problemas profundos para plantear un nuevo paradigma, asumiendo las anomalías que la irrupción de las nuevas tecnologías ha provocado y que la formación y el reciclaje de los docentes en herramientas TIC no han solucionado. Algunos están en la raíz misma de lo que consideramos “formar” (la finalidad de la enseñanza) y el modo en que, en consecuencia, consideramos “evaluar”.

En el mismo informe se señala lo siguiente con respecto a la evaluación:

*...la necesidad de atribuir unidades de medida a los conocimientos ha conducido a concebir conocimientos compatibles con éstas –es decir, conocimientos “formateados” o normalizados– para poder evaluarlos primero cuantitativamente (con unidades) y luego cualitativamente (mediante un baremo). El problema es aún mayor si se tiene en cuenta que la velocidad de ejecución de las tareas cognitivas se puede convertir en una unidad de medida, incluso para tareas que exigen reflexión y, por ende, tiempo. De esta manera se acaba dando prioridad a la realización de resúmenes, con lo cual se acostumbra al educando a recorrer superficialmente los contenidos, en vez de analizarlos. El procedimiento de cuestionarios con respuestas múltiples ha llevado esta caricatura de evaluación a extremos deplorables. Al generalizar la evaluación de los conocimientos, los “templos del saber” corren el riesgo de convertirse en supermercados que despachan informaciones o rutinas cognitivas estandarizadas (Bindé, 2005, p. 67)*

La situación de confinamiento ha agudizado en extremo estos problemas de la evaluación de los alumnos. Uno es la arraigada tendencia a matematizar los resultados como único medio de objetivación; otro, la obsesión por la memorización de datos, que redundan en la obsesión por evitar la trampa del “copie”. La jerarquización numérica del alcance de los conocimientos y habilidades del alumnado se revela cada vez más inadecuada para certificar su valía y filtrar sus posibilidades de acceso al mercado laboral, que supone integración social, por no hablar de los problemas de motivación. Quizá no es tanto si consideran que lo que se les da es útil o no (en criterios mercantilistas aprendidos), sino sobre todo que ese peso matemático de la evaluación, en que se juegan todo, anula cualquier otra motivación.

Los autores reconocen la dificultad de poner solución a esta situación, aunque proponen algunas medidas, como separar el docente del examinador. Cierto que esto puede tener ciertas ventajas, como eliminar la influencia negativa en la relación que pueda establecerse entre docente y alumnado. No obstante, la subjetividad y la sujeción de la enseñanza a evaluación seguirían quedando, a mi criterio, igual. El docente no intentará desarrollar esas capacidades humanas individuales tanto como uniformar al máximo sus métodos de enseñanza conforme a los resultados que obtienen sus alumnos, que dependerán de baremos usados por los examinadores, dado que lo más seguro (como de

hecho ocurre en el presente) es que el docente siempre esté sujeto a juicio según los resultados obtenidos por su alumnado. Durante la pandemia han surgido distintas voces defendiendo la necesidad de ese contacto personal entre el alumnado y el docente, de ese diálogo socrático para el crecimiento intelectual y humano. Este es un interesante punto de reflexión para abordar esa “crítica computacional” que se pretende llevar aquí a cabo. Creo que no tenemos criterios concluyentes para afirmarlo, quedando una puerta abierta a la esperanza de que en algo se mantenga la intención humanizadora de la enseñanza. Si las TIC se subordinan a este objetivo, y no a la inversa, el cambio hacia otro paradigma irá por buen camino.

Las nuevas tecnologías están exigiendo nuevas formas de interacción con el alumnado; es importante, por ello, valorar también nuevas formas de evaluación reduciendo “anomalías”. Volveré sobre esto. Ahora quería analizar dos aspectos: el uso de la tecnología en la enseñanza y su uso como contenido de enseñanza.

## El uso de la tecnología en la enseñanza

El aspecto más relevante ha sido el impacto de los nuevos recursos. Ya hace mucho que ha cambiado el panorama no solo de recursos materiales y tecnológicos (de ordenadores y tabletas a pizarras electrónicas, de presentaciones a vídeos dinámicos, de blogs y páginas web a plataformas, ...), sino también de metodologías (ludificación<sup>4</sup> digital, grupos de Google, interacción a través de redes sociales y foros, ...). La posibilidad de grabar lecciones, por ejemplo, o de acceder a recursos compartidos ha llevado a poder formular nuevos modelos educativos como de clase combinada (*b-learning*), o invertida (*flipped classroom*...). Incluso se ha dado pie a nuevas teorías pedagógicas como el conectivismo (Siemens, 2005), que parte del aprendizaje como adquisición de conocimientos aplicables a algo y considera el sujeto del mismo (puede ser un individuo, una organización...) como nodos conectables a otros nodos, y el conocimiento como una gran red. Incluso se abre la posibilidad de investigación desde la misma aula.

Muchas propuestas de futuros profesores giran en torno al uso o diseño de programas (*software*) educativos para el desarrollo de destrezas en distintas materias; de hecho, proliferan cada vez más nuevas propuestas y mayor uso de estos recursos, especialmente de programas (*software*) libres<sup>5</sup>. Hay también profesores que hacen uso de redes sociales con fines didácticos. Ciertamente se han pluralizado herramientas que ofrecen nuevas formas de enseñanza con mayor visualización y dinamismo.

Cuando bajamos a la aplicación efectiva en la escuela, la expansión de recursos tecnológicos va paralela al crecimiento de metodologías alternativas: Aprendizaje Cooperativo, Aprendizaje Basado en Problemas o en Proyectos... Los recursos compartidos se adaptan a modelos ya existentes de aprendizaje en grupo. En estos casos, lo que se hace es aprovechar facilidades instrumentales. Y más allá: estas herramientas permiten, en general, que el aprendizaje sea más interactivo.

Pero aún se puede percibir cierta ventaja para avanzar hacia un cambio de paradigma: las plataformas educativas permiten interactuar en foros y compartir recursos. Las lecciones por YouTube pueden favorecer la democratización y globalización de la enseñanza. Es una ventaja que hace tiempo se debería haber adoptado: la cooperación, a través de recursos abiertos, entre distintos niveles educativos y entre distintas ubicaciones educativas (colaboración vertical y horizontal).

<sup>4</sup> Traducción recomendada de *gamification*, aunque se conoce más la copia “gamificación”.

<sup>5</sup> El *software* libre suele confundirse con frecuencia con *software* gratuito, pero no son lo mismo. La *Free Software Foundation* (1989) explica que un programa es *software* libre si otorga al usuario estas cuatro libertades: de ejecutar el programa para cualquier propósito; de estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a sus necesidades; de redistribuir copias para que pueda ayudar al prójimo; y de mejorar el programa y poner las mejoras a disposición del público, para que toda la comunidad se beneficie.

Pese a todo, hemos visto, o más aún, hemos vivido, en la inusitada situación de confinamiento, cómo la enseñanza en línea se ha visto retada, cuestionada, y en muchos casos deficiente. La brecha digital es un importante hándicap, pero el problema no ha quedado ahí. El problema del desinterés por el aprendizaje, los deberes o los sistemas de evaluación venían de antes. El confinamiento ha sacado a la luz muchas deficiencias soterradas.

Una de las anomalías está asociada a la información que se maneja. Por cantidad, calidad y discriminación. Sumando el antiguo paradigma de absorción de datos (memorización y reproducción), el acceso a la información casi instantánea, que podría parecer un sueño hecho realidad para cualquier ilustrado, en la realidad genera más desatención y más trampa. Nos encontramos con un exceso y una falta de discriminación de la información, junto con la tentadora facilidad del “corto y pego”, que no facilita mucho la creatividad y el pensamiento propio. Hay propuestas como dar listados de páginas a las que acceder, previamente seleccionadas y revisadas por el profesor o profesora, pero entonces se canaliza, más que enseña, al alumno, que no está desarrollando autonomía ni criterio... Uno de los pilares sobre los que asentar un nuevo paradigma adaptado a nuestros tiempos ha de ser la capacidad de investigación y, como decía más arriba, las TIC deberían facilitarlos. El conectivismo parece que lo da por hecho, pero en la práctica todos hemos vivido que no es tan fácil enseñar a investigar. Aunque solo fuera por el mundo laboral tan disruptivo al que nos enfrentamos, urge priorizar el desarrollo de la autonomía intelectual y el pensamiento crítico. Anomalías como la inmediatez de la información (casi de usar y tirar) y la sumisión al formato (de la metodología o exposición) no están favoreciendo ninguna de esas cosas.

Se habla mucho también de los cambios en el aprendizaje y las transformaciones del alumnado. Cierto que las innovaciones tecnológicas afectan a la forma de vivir, incluyendo de aprender, de los jóvenes. Se enganchan al móvil, socializan en las redes, aislándose cada vez más en su mundo virtual. Hay que tener en cuenta al sujeto a educar; su mundo ha cambiado. Esto es fuente de otra anomalía ya destacada: entender las TIC como un “reclamo”. Adaptarse no consiste en atraerles con el manejo de herramientas tecnológicas en el aula. Hay que analizar el que quizá es el impacto más profundo en el ámbito educativo: cómo se recibe y procesa la información. Sus mecanismos de aprendizaje también varían: sus canales son más audiovisuales y dinámicos, más inmediatos.

El aprendizaje se ve afectado de dos maneras: a) la inmediatez a que están sometidos hace que la lectura se haga más ardua, afectando a la comprensión y la asimilación; b) el pensamiento crítico puede quedarse en niveles elementales: no se toma el tiempo de ir más allá, ramificar las primeras ideas...

Esta ramificación del pensamiento para hacerlo más profundo y fructífero es quizá uno de los aspectos más dañado por la inmediatez, pero es crucial para dominar el contexto en vez de que el contexto nos domine. La Inteligencia Artificial avanza a ritmos agigantados; mientras, parece que nuestro pensamiento reflexivo va a sucumbir ante las máquinas... ¿Qué estrategias puede ofrecer la enseñanza para reforzar, en vez de minimizar, lo que nos hace humanos? Podríamos plantear que, si las máquinas realmente superan nuestra naturaleza, en realidad no habría por qué aferrarse a ésta. Pero esto no se puede asumir sin reflexión previa. El control del ser humano sobre su propia obra pasa por el análisis de ambos: la naturaleza de nuestro conocimiento es semántica, simbólica; sobre los significados del mundo aplicamos relaciones lógicas

Resumendo: el modelo de enseñanza enfocada a la absorción de datos y de evaluación de memoria se ha visto afectado por una tecnología que no ha surgido de él, sino que ha hecho simbiosis con ese sistema. Eso genera que se perciban -y se vivan de hecho- más los problemas que las oportunidades. El distanciamiento en línea despersonaliza el proceso de enseñanza-aprendizaje; el mero instrumento TIC no basta para motivar al alumno hacia el sentido de su formación: la adquisición de cultura y de autonomía intelectual y moral. El acceso inmediato a una información más plural tampoco ha combatido el desinterés por los contenidos ni ha mejorado la capacidad de investigación.

Replantear la educación hacia un paradigma que la convierta en un fin, y no un medio, exige un análisis crítico, con

propuestas y descripción de puntos de partida y objetivos. Hay un tema clave que abarca más terrenos que el de la enseñanza, pero que podría servir de cimiento para edificar un nuevo paradigma: partir del enfoque de contraste entre el pensamiento algorítmico frente al pensamiento simbólico y semántico del ser humano: volver la mirada al logos.

## La tecnología como contenido de enseñanza

**E**nseñar implica plantear preguntas cruciales. Reflexionar sobre el impacto de la tecnología o estudiar la naturaleza de la Inteligencia Artificial, que tanto espacio va abarcando, no puede restringirse a ámbitos eruditos. Es el mundo al que se van a insertar los alumnos; hay que plantear si van a ser amos o esclavos en él. No podemos simplemente contemplar y describir cómo la esencia del ser humano se mutila o minimiza en las nuevas generaciones. Voy a partir de una característica específica de esta esencia: la posesión de fines. Hay que adaptar el contenido de enseñanza a entender en qué mundo se van a mover los alumnos, porque han de seguir teniendo un ideal de un mundo al que llegar.

He hablado antes, entre los diversos problemas asumidos (no creados) por el entorno educativo virtual, de la falta de interés generalizada por la cultura y el aprendizaje. Aunque no el único, un aspecto vital a revisar para esta falta de interés es la falta de ligazón que sienten los estudiantes entre lo que estudian y su mundo. Para aprender necesitamos sentir que estamos conociendo el mundo. Hasta ahora lo que se ha hecho es meter en el currículo cómo manejar más o menos nuevas herramientas. Veamos qué contenidos se pueden plantear sobre el universo de la tecnología, los desarrollos que está alcanzando -encaramos un futuro dominado por la Inteligencia Artificial- y su relación con el ser humano. La historia del pensamiento aporta una luz crucial a la comprensión y dirección de los nuevos recursos.

Decía más arriba que los estudiantes no cuestionan la formalización de saberes informáticos como parte del currículo, sino que los justifican partiendo de la creencia de que son herramientas para afrontar el mercado de trabajo. Como sociedad tenemos la tendencia a "asignaturizar", hacer asignaturas de todo: educación sexual, emocional, cívica... Cuando se habla de "enseñarlo en la escuela" en seguida se piensa en meterlo como tal en programas curriculares. Mientras pensemos que basta con introducir un manejo de herramientas en la escuela, solo se enseñará a los alumnos a ser trabajadores-consumidores sumisos. Pero las TIC pueden tener una capacidad para divulgar, compartir y fomentar el pensamiento crítico si se enfocan hacia ese objetivo. En este caso, funcionarían como medio, no como fin. ¿No es ese el objetivo?

La reflexión sobre la tecnología nos puede hacer dueños de la máquina y no a la inversa. Esa reflexión abarca dos áreas clásicas de conocimiento: epistemología y ética. El estudio de qué es la inteligencia y el conocimiento, y la reflexión sobre los fines de la humanidad.

Respecto a la inteligencia:

*La aparición de sociedades del aprendizaje va unida al cuestionamiento de los conceptos de inteligencia monolíticos y unitarios, que justificaban el carácter relativamente estable de los procedimientos de evaluación y transmisión de los conocimientos en los sistemas pedagógicos clásicos. La finalidad de la enseñanza no es desarrollar de modo equivalente todas las formas de inteligencia en todas las personas, sino saber determinar los enfoques que corresponden mejor a la inteligencia de cada uno. (Bindé, 2005, p. 68)*

Entre los muchos interrogantes epistemológicos que se abren ante lo que implique el desarrollo de la Inteligencia Artificial podemos destacar estos: a) cómo definir "inteligencia"; b) el problema de la significación; y c) el regreso del finalismo.

El concepto de inteligencia hoy en día no puede tratarse al margen de las definiciones que se intentan dar desde

diversos estudios sobre la misma, destacando las teorías modulares y múltiples, donde nos encontramos con tres aspectos cruciales: el contexto, la condición de “problema” y la finalidad. A esto se suma un paisaje de fondo que parece estudiarse en sus límites: la analogía del ordenador (Pinker, 2003). Es decir, no todo se valora igual según el contexto al que nos adaptamos (y que valora los productos) y además necesitamos una situación que se defina como “problemática”, lo cual ya depende de una intencionalidad.

La analogía del ordenador para entender el cerebro tiene su origen en Turing y ha contribuido enormemente al desarrollo de la psicología cognitiva; pero, como señala de Vega (1984) es meramente funcional. La cuestión es el modo en que influye en la concepción de nuestra propia inteligencia y la condiciona. Miguel A. Nicolelis (2015) es uno de sus críticos. De algún modo, está influyendo no sólo en la dirección de copiar la inteligencia humana en máquinas, sino también en la de reducirla al funcionamiento de esas máquinas.

Otro tema que está dando mucho de sí es el problema de la significación: qué constituye y cómo se construyen los datos, los bits, los algoritmos... El vacío estructural de estos elementos presenta un cierto paralelismo (y muchas divergencias) con la polémica entre racionalismo y empirismo: replanteemos la cuestión sobre de dónde salen esos primeros datos significativos. En este contexto, entender el giro kantiano, que plantea que nuestra mente es activa y explica desde ahí el modo en que el mundo se vuelve significativo (fenoménico) para nosotros, da mucho jugo para entender cómo está funcionando y a dónde nos puede llevar el mundo de los macrodatos. El ser humano parte de la significación; eso es tener *logos*. Las máquinas parten de la mera forma lógica, del algoritmo. ¿Puede el pensamiento simbólico, típico de los humanos, reducirse finalmente a algoritmos?

En cuanto al actual manejo de los macrodatos ¿cuánto de condicionamiento hay del pensamiento colectivo? ¿por qué se plantea solo al servicio de las empresas? Hay que presentar a los alumnos las características de su propio contexto entendido como tal, contrastado con contextos previos.

Yendo más allá, tenemos las inquietudes más universales de la humanidad que, lejos de obsoletas, están más vigentes que nunca. Con la nueva corriente transhumanista, que plantea un universo destinado a saturarse de inteligencia (Kurzweil, 2006). ¿No se está replanteando esa inteligencia ordenadora, necesaria para dar sentido al orden en el mundo, como defendía Platón? Salvando las muchas diferencias, resulta que plantear el sentido y la finalidad de este desarrollo imparable de la tecnología nos devuelve al examen crítico de nuestras más ancestrales inquietudes y temores; el sueño de una ciencia universal...

Temas que parecían áridos, complejos o distantes son planteados ahora en la literatura y cinematografía de ciencia ficción. Entre los más jóvenes se plantea con gran interés una posible guerra contra los ciborgs, la adquisición de superpoderes, las previsiones de aniquilación de la especie humana... Es hora de hacer una reflexión seria en las aulas. Latorre (2019) plantea que los humanos hemos estado programados para la violencia porque tenemos cuerpo, pero que las máquinas, desde su inteligencia superior, no lo estarían. Sería interesante debatir el alcance de ese rebrote de intelectualismo moral; y otros temas como, por ejemplo, si las máquinas adquieren autoconsciencia, teniendo también un soporte material del que dependen, podrían, en efecto, enfrentarse a nosotros; o en qué medida su conocimiento está también afectado por su ubicación espacio-temporal.

Debemos replantear el puesto del ser humano frente a la tecnología si esperamos que la educación sirva para poner a los jóvenes frente al espejo de su humanidad y no para hacer de ellos aquello a lo que, de momento, parece que están siendo encaminados: meros trabajadores y consumidores al servicio de entidades, en última instancia, ya no humanas.

Trabajar la ética es reflexionar sobre los fines hacia los que debería dirigirse toda acción, incluyendo lo que se puede programar desde la Inteligencia Artificial. Los planteamientos éticos se están ciñendo mayoritariamente a: 1) Cómo programar máquinas éticas desde una inteligencia algorítmica y 2) El impacto sobre el sistema actual económico: pérdidas de empleos, radicalización de la diferencia de clases... Con la pandemia se ha añadido una nueva, más o



menos popular (se han enviado cuestionarios para ello a la población) e interesante aplicación: la rápida elaboración de estadísticas para un trabajo de campo sobre la incidencia del coronavirus.

Pero a estos se suman otros no menos relevantes: si la razón es esclava de las pasiones, ¿Pueden las máquinas tener fines? En principio, se entiende que las máquinas no tienen pasiones, sentimientos o deseos. Por tanto, sus fines u objetivos se los marcaría la programación que le implantemos, que vendría condicionada por nuestras necesidades o inquietudes. Pero una vez programados sus “impulsos”, las pautas de acción, ¿serían equivalentes a los instintos humanos? También los instintos son a menudo comparados con una programación con la que venimos. Aunque, por otro lado, si hablamos de sentimientos más allá de los instintos, ¿pueden fines como la moral, la realización, el amor... reducirse a “impulsos programados”? ¿O más bien hemos de pensar en fines superiores trazados, entonces, por una mente superior o un destino por encima de nosotros, para identificar tales fines con lo que llamamos ética o “el deber ser”? Esto nos plantearía también, por ejemplo, en qué medida, si construyésemos inteligencias que llegasen a sentir, deberían tener derechos... Y no olvidemos los nuevos dilemas morales que surgen, junto con nuevos retos existenciales como dar sentido a la muerte cuando la necesidad biológica no la imponga... Creo que las aulas no pueden permanecer ajenas a la deliberación sobre todo tipo de nuevos dilemas éticos.

En definitiva, el gran reto que tiene la educación ante los posibles nuevos impactos de la tecnología se centra en desarrollar el pensamiento crítico; y éste pasa por plantear preguntas cruciales. No se trata de añadir más asignaturas, sino de renovar los contenidos de las existentes, dándoles sentido en el presente.

Hemos planteado preguntas cruciales que se derivan de la nueva realidad tecnológica, pero aún muchos se preguntarán ¿cómo evaluar los contenidos? Una de las principales fuentes de desinterés en la cultura es, precisamente, que su transmisión está sujeta a evaluación. La evaluación no se somete a la enseñanza, sino a la inversa. De ahí la importancia de revisarla. Durante el confinamiento, habiéndonos visto inmersos en esa infructuosa lucha por evitar el “copie” (que se ha facilitado exponencialmente) o, en el caso de los alumnos, por encontrar nuevas formas de llevarlo a cabo, el problema del desinterés de los estudiantes por el contenido, por lo que se aprende, se ha hecho en extremo patente. Ya veíamos que la obsesión por tener títulos despreciaba el factor de si eran merecidos o no, si significaban o no algo. Cuando la certificación del conocimiento no garantiza nada y es solo un arma de poder, algo va muy mal.

Viendo que, muy posiblemente, la enseñanza en línea va a crecer exponencialmente, imponiéndose no como novedad sino como necesidad, habrá que plantear a fondo cómo no perder ese papel del profesor. Quienes piensan que el problema está en el grado de “alfabetización digital” de los profesores o de los alumnos, en el manejo de programas, banda ancha o buena cámara de vídeo, por poner algunos ejemplos, andan muy equivocados. Suenan a modernizar, pero es barnizar robóticamente lo de siempre. En “lo de siempre” hay también elementos muy valiosos que corren peligro de perderse: las emociones, el sentir el compañero o la amiga al lado, todo el lenguaje corporal y el espacio compartido, generan una complicidad insustituible. La empatía espontánea hacia esas miradas expectantes, sintientes, actuantes, vivas. Poco se puede hacer para mantener eso en línea. Solo nos queda el amor al conocimiento, que es lo que hay que despertar.

Pero no se ama aquello a lo que nos sometemos. El conocimiento debe sentirse propio. Los alumnos deben sentir que pueden pensar, expresarse. Las largas listas de tareas repetitivas o las memorizaciones son los primeros lastres que desechar. Se enfocan así no tanto para el aprendizaje sino para la evaluación.

He ensayado como técnica mucho más efectiva, y mucho más valorada por los alumnos, los exámenes con material. Por supuesto pueden ser muy complejos, depende del nivel que se quiera poner. Para evaluar en otros niveles y sectores se utilizan rúbricas que hace mucho debieran haberse introducido en Secundaria, especialmente en ciertas áreas. Pero cualquier ámbito del saber se puede tratar razonando, promocionando la investigación, el pensamiento crítico. Un ejemplo fue trabajar las teorías éticas y políticas a través de un contexto supuesto: es el futuro, el mundo está en manos

de la Inteligencia Artificial; incluso la política está en manos de ciborgs. ¿Ventajas y desventajas? Buscar teorías éticas y políticas, los dilemas que se explicaron en clase u otros, ver cómo valoran el “espectador imparcial” de Adam Smith o el “velo de la ignorancia” de John Rawls, mezclándolos con divagaciones contrastando el logos con el pensamiento algorítmico, la ética como disciplina de los fines dejada en manos de seres sin finalidad propia... Quizá aporta más y se retiene mejor que solo memorizar esos conceptos.

Esta forma de enseñanza y evaluación facilitaría además el reto de avanzar hacia una educación global. Compartir exámenes, disertaciones, trabajos creativos de los alumnos incrementaría exponencialmente la capacidad crítica y la creatividad. En cambio, la actual pluralidad de blogs de profesores, páginas en 2.0, etc., genera poco más que competitividad entre temarios más o menos repetitivos. La democratización que ofrecen las TIC cobraría un nuevo sentido y un nuevo alcance si fuésemos capaces de cambiar el paradigma.

Esto, obviamente, va en la línea de ese enfoque de la enseñanza hacia la investigación.

Quedaría garantizar el libre e igual acceso de todos a todos los recursos. Tarea difícil, como hemos vivido. Pero, si quiera por empezar a plantear los pilares de ese deseado nuevo paradigma de enseñanza, por desarrollar la investigación, el pensamiento crítico, competencias más realistas y resilientes y más desarrollo humano, creo que el solar donde asentar esos pilares sigue siendo el enseñar a pensar.

## Bibliografía

---

- BINDÉ, J. (Dir.) (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la UNESCO*. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141908>
- CASTELLS, M. (1999). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. Alianza.
- DRUCKER, P.F. (1969). *The Age of Discontinuity*. Harper & Row.
- GUZMÁN GAMES, F.J. Y LÓPEZ AGUILAR, A. (2016). El paradigma tecnológico en la educación: Limitaciones, alcances y retos del diseño curricular. *Revista Tecnología y Diseño*, 5, 31–39
- FREE SOFTWARE ASSOCIATION (1989). *What is Freesoftware?* Accesible en: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html>
- HEIDENREICH, M. (2003). Die Debatte um die Wissensgesellschaft. En Bösch, S. y Schulz-Schaeff, I. (eds.). *Wissenschaft in der Wissensgesellschaft*. Westdeutscher Verlag. Citado en Krüger (2006).
- KRÜGER, K. (2006). El concepto de 'sociedad del conocimiento'. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, XI(683). Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-683.htm>
- KURZWEIL, R. (2006). *Singularity is near: When Humans transcend Biology*. Penguin.
- LATORRE, J.I. (2019). *Ética para máquinas*. Ariel.
- NICOLELIS, M.A. (2015). *The Relativistic Brain: How it works and why it cannot be simulated by a Turing machine*. Kios Press.
- PAPERT, S. (1987). Computer Criticism vs. Technocentric Thinking. *Educational Researcher*, 16(1). Recuperado de: <http://www.papert.org/articles/ComputerCriticismVsTechnocentric.html>
- PINKER, S. (2003). *La tabla rasa*. Paidós.
- SIEMENS, G. (2005). Conectivismo: Una teoría de la enseñanza para la era digital. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning* 2(10).
- SIGALÉS CONDE, C., MOMINÓ, J.M. Y BADIA GARGANTE, A. (2009). *La integración de internet en la educación escolar española*. Universitat Oberta de Catalunya. Accesible en: [https://www.uoc.edu/in3/integracion\\_internet\\_educacion\\_escolar/esp/pdf/informe\\_escuelas.pdf](https://www.uoc.edu/in3/integracion_internet_educacion_escolar/esp/pdf/informe_escuelas.pdf)
- DE VEGA, M. (1984). *Introducción a la psicología cognitiva*. Alianza.

**Resumen.** \_\_\_\_\_

Las TIC no surgieron en la enseñanza, irrumpieron en ella. Esta irrupción ha provocado una serie de anomalías relacionadas con los contenidos de enseñanza, las herramientas y los sistemas de evaluación. Los cambios sociales exigen un cambio de paradigma en la enseñanza. Aquí se pretende analizar los pilares sobre los que fundar ese nuevo paradigma. Ello afecta a la capacidad de investigación, el manejo de los contenidos y las formas de evaluación. La perspectiva de estudio común del papel de las TIC en la enseñanza es cómo han introducido nuevas herramientas de aprendizaje. Aquí se trata otra perspectiva quizá más esencial para ese cambio de paradigma: cómo convertir las TIC en objeto de reflexión para los estudiantes.

**Palabras clave.** TIC; Modelos educativos; Pensamiento crítico; Pensamiento algorítmico; Pensamiento semántico.

**Abstract.** \_\_\_\_\_

ICT didn't come out from teaching, they bounced into it. This irruption has caused a set of abnormalities related with teaching contents, tools and evaluation systems. Social changes demand a change in teaching paradigm. The purpose here is to analyze pillars upon which building up this new paradigm. It affects to investigation capability, dealing with contents and evaluation procedures. Common perspective in the study of ICT roll in teaching is how they have incorporated new tools. Another perspective, maybe more essential for this change, is taken here: how to convert ICT in a subject of reflection and thought for learners and students.

**Key-words.** ICT; Educative models; Critical thinking; Algorithmic thinking; Semantic thinking.

**Esther García Tejedor**

Dra. en Filosofía. Profesora del Kensington School

estherc35@gmail.com



# La digitalización en el mundo del trabajo \_\_\_\_\_

## Digitalization within the world of work \_\_\_\_\_

Bruno Estrada

La digitalización es, en términos técnicos, un proceso que permite que un mensaje se convierta en una sucesión de impulsos eléctricos, equivalente a dígitos combinados (bits), el 0 o el 1. Todo mensaje que pueda transformarse en señal eléctrica, y ser codificado digitalmente, puede almacenarse en soporte informático y transmitirse por una red adecuada.

La digitalización tiene dos consecuencias evidentes en términos económicos: abarata el transporte de información y su almacenamiento.

- El abaratamiento de su transporte permite reproducir la información sin merma de calidad de modo indefinido, y enviarla instantáneamente a cualquier lugar de la Tierra. En relación con esta cuestión, es importante también tener en cuenta cómo se conforman, y a quién pertenecen, esas nuevas Autopistas de Información, si se debe pagar peaje por circular en ellas o no. El que se pueda llegar a un oligopolio privado de estas Autopistas de la Información, como intentan algunas grandes empresas, principalmente estadounidenses, tendría graves consecuencias para el desarrollo futuro de la digitalización.
- La reducción de costes de su almacenamiento permite guardar la información en grandes cantidades en objetos de tamaño reducido o, incluso, desmaterializarla y hacerla residir en “la nube” accesibles desde cualquier lugar del mundo en tiempo real.

En términos productivos conviene diferenciar entre los conceptos: la Digitalización de la Economía Analógica y la Economía Digital.

La Digitalización de la Economía Analógica supone la automatización, ahorrando costes, de algunos procesos productivos relacionados con el tratamiento, transporte y almacenamiento de información en sectores en los cuales estas actividades no suponen el corazón del negocio.

Es diferente cuando nos referimos a la Economía Digital, es decir, cuando el principal producto que se intercambia es la información y, por tanto, la digitalización supone una transformación profunda en las formas de hacer negocios, dando lugar a tecnologías disruptivas, a nuevas formas de producir en un entorno plenamente digitalizado. En la mayor parte de los casos la digitalización significa creación de valor, aunque dependiendo de quién gobierne el proceso se beneficiaran unos colectivos u otros (ciudadanos, trabajadores o accionistas).

En un tercer nivel estaría analizar la digitalización como un fenómeno que altera las relaciones de poder en la sociedad.

«El Hipercapitalismo Digital», término acuñado por Albino Prada, sería la capacidad desarrollada por las élites extractivas, por los latifundistas de capital, para impulsar una Economía Digital creadora de disrupciones tecnológicas que se aprovechan de los “huecos regulatorios” para desregular muchos aspectos de las relaciones económicas y sociales, lo que puede suponer, si no hay reacción, un profundo deterioro de los avances sociales conquistados por la Humanidad en las últimas décadas.

Resulta, por tanto, muy pertinente analizar los efectos reales de estos cambios tecnológicos más allá de los dos nuevos mantras que estamos oyendo desde hace varios años: 1) La digitalización de la economía va a generar un fuerte desempleo tecnológico, bien por sustitución de trabajadores por máquinas, bien por la descualificación tecnológica de gran parte de la sociedad, que va a determinar unas relaciones laborales del futuro mucho más desestructuradas, así como un alto grado de desigualdad social; y 2) La digitalización es democratizadora y no genera concentración de poder oligopólico.

### Digitalización, descualificación, desempleo y desigualdad social

La Historia nos indica que se generan importantes incrementos de la productividad que dan lugar a nuevas demandas y nuevos empleos, por eso la tecnología no genera un desempleo masivo.

**Figura 1**  
*Densidad robótica y tasa de paro por países.*



*Nota.* Fuente: International federation of Robotics y Banco Mundial.

Como puede verse en la Figura 1 los países con mayor número de robots (por cada 10.000 trabajadores) son los que tienen tasas de desempleo más bajas, inferiores al 5%. Cada año se crean cerca de 40 millones de empleos en el conjunto del planeta. Hay 823 millones de trabajadores más que hace veinte años. Hoy hay un total de 3.190 millones de trabajadores en el mundo.

La digitalización tendrá impactos profundos en la organización del trabajo y el diseño del propio trabajo, más en unas actividades que en otras. Y resulta evidente que el ámbito principal de los cambios sean las propias empresas y ocurran en los propios puestos de trabajo. Sin embargo, en las sociedades complejas, desarrolladas y democráticas del siglo XXI es inaceptable que el cambio tecnológico sea dirigido solo desde un punto de vista microempresarial, como sucedió en el siglo XIX, con los enormes costes y conflictos sociales que ello originó. El ritmo de incorporación de nuevas tecnologías debe ser definido por toda la sociedad, a través de adecuadas regulaciones y de mecanismos que institucionalicen que las opiniones de los trabajadores sean tenidas en cuenta en las propias empresas, que haya una participación real de los trabajadores en la adopción de los cambios, no en función de las elevadas tasas de rentabilidad que esperan obtener los latifundistas de capital.

Este nuevo determinismo tecnológico resta espacio a la importancia de las relaciones sociales, y particularmente a las relaciones laborales, en la introducción de nuevas tecnologías en los procesos productivos y ha dado lugar a un sin número de exageraciones, de inexactitudes e, incluso, de evidentes falacias.

Los peligrosos análisis simplistas intentan generar una especie de ley natural contra la que no cabe oponerse: el crecimiento del desempleo y la creciente desigualdad laboral y social vienen determinada por la incorporación de nuevas tecnologías.

Gran parte de este determinismo tecnológico generador de desempleo y desigualdad se originó a partir de un trabajo muy teórico, *El futuro del empleo* de la Universidad de Oxford (Frey y Osborne, 2013), que llegó a la conclusión que el 47% de los trabajadores de EEUU tienen riesgo de que sus puestos de trabajo se automaticen. Sin embargo, un posterior estudio de la OCDE, *El riesgo de la automatización de trabajos en los países de la OCDE, un análisis comparativo* (OECD, 2020), relativizó ese riesgo para EEUU en tan solo un 9% de los empleos, y criticó la metodología del trabajo de los académicos británicos: solo estudiaron con detalle el riesgo de automatización de setenta ocupaciones y luego imputaron de forma mimética esos ratios a otras seiscientos treinta y dos ocupaciones, sin analizarlas en profundidad.

En relación a los potenciales riesgos que el avance de la automatización y la inteligencia artificial podrían generar en un porcentaje muy alto de empleos no cualificado creo que estas advertencias deben ser consideradas, pero también dimensionadas.

También se intenta justificar el actual estancamiento salarial del mundo desarrollado y el incremento de las desigualdades debido a una estructural descualificación digital. Por supuesto, existe una gran incertidumbre en cuanto a las habilidades digitales que se requerirán en el futuro, pero resultan muy interesantes las conclusiones de un reciente estudio sobre las cualificaciones de los nuevos empleos, *Which digital skills do you really need?*, realizado en el Reino Unido entre 2012 y 2017 (Djumalieva y Sleeman, 2017).

Según esta extensa investigación elaborada partir de 41 millones de anuncios de trabajo en línea, en los próximos 10-15 años: 1) crecerá la demanda de aquellas ocupaciones cuyas habilidades digitales se apliquen en tareas no rutinarias, solución de problemas y creación de productos digitales y audiovisuales; 2) sin embargo, disminuirán de forma importante determinadas ocupaciones que son intensivas en cualificaciones digitales rutinarias, p.ej. las relacionadas con la utilización de programas informáticos con fines administrativos (nóminas, contabilidad, ventas); 3) crecerán diversas ocupaciones relacionadas con los servicios directos a las personas que no son digitalmente intensivas, que están vinculadas a la "productividad emocional".

La excesiva atención prestada a la digitalización como causa de la pérdida de puestos de trabajo y del deterioro de las condiciones de vida de millones de trabajadores está destinada a evitar el análisis de las causas reales. Estas causas no son tecnológicas, sino políticas, el debilitamiento de los sindicatos y la oligopolización de muchos mercados digitales. En el último siglo en Norteamérica se logró un mayor crecimiento económico en aquellos lugares y épocas donde el poder de negociación de los trabajadores fue mayor y, como consecuencia de ello, la riqueza se distribuyó de forma más



equitativa, los salarios tuvieron un mayor peso en la economía, hubo un mayor incremento de la reinversión productiva de los beneficios y, por tanto, se creó más empleo y de más calidad.

A menudo se olvida que el cambio tecnológico solo incide positivamente en el crecimiento económico si lo hace sobre la oferta y la demanda, mejorando la productividad y creando nuevos hábitos de consumo en torno a nuevos productos.

## Relaciones laborales y digitalización

La digitalización de la empresa analógica es gestionable socialmente si se establecen los adecuados instrumentos de participación de los trabajadores que pueden acometer procesos de recualificación y recolocación de los trabajadores dentro de la empresa. O desde una perspectiva más amplia, con la participación de las autoridades públicas, en otras actividades.

La activa participación de los sindicatos en todo el proceso, y también del Estado, es una práctica habitual en países como Noruega, Dinamarca, Suecia, Alemania o Francia.

Algo diferente ocurre cuando nos referimos a la Economía Digital, en la que se produce una profunda transformación en las formas de hacer negocios. La disrupción se origina en el mercado, no en la tecnología. Nace una nueva propuesta de valor, nuevos clientes y una nueva distribución del valor generado.

El surgimiento de nuevos mercados obliga a una dinamización de la regulación pública para evitar que surjan “huecos regulatorios” (como la cobertura de los convenios laborales sectoriales) en relación con el derecho del trabajo y la cobertura de la negociación colectiva.

Estas estrategias empresariales creadoras de precariedad y pobreza han intentado autojustificarse creando una difusa ideología sobre unas supuestas transformaciones irreversibles del mercado de trabajo, que simplemente lo que querían era expulsar de la cobertura del Derecho del Trabajo a sus trabajadores. Ha sido un intento más de poner en cuestión los elevados derechos y protección de los trabajadores de los que estos disfrutaban en la mayor parte de los países desarrollados, un clásico de la ideología neoliberal ahora con tintes de modernidad digital.

## Digitalización y concentración de poder oligopólico

Parece evidente que este abaratamiento del acceso a la información podría tener efectos mucho más allá de lo económico, permitiendo una profunda democratización de la información. Sin embargo, el resultado social final dependerá de su regulación: si esos canales son abiertos a todos y baratos, o terminan siendo monopolios u oligopolios y se discrimina el acceso a ellos mediante elevados precios.

Si, como consecuencia de una regulación discriminatoria, se limita el acceso en función del precio se producirá una brecha digital: quienes puedan pagar más, las empresas y particulares más ricos, acelerarán su velocidad de conexión, mientras los que no puedan pagar esos precios recibirán un servicio más lento, lo que en términos de la red puede significar en la práctica su invisibilización.

En España nos encontramos con un fuerte oligopolio en este sector. Una parte muy importante de sus mercados de servicios de comunicación está en manos de un reducidísimo grupo de empresas. Además, es un oligopolio donde una sola empresa, Telefónica, tiene un gran poder de mercado ya que determina los precios y condiciones del servicio de las demás operadoras.

Estas rentas de oligopolio, superbeneficios, se pueden estimar a partir de la diferencia entre el porcentaje de beneficios

del sector y el beneficio medio de la economía nacional. Según estas estimaciones el conjunto del sector ha obtenido unas rentas de oligopolio de 6.204 millones en 2008, 6.119 millones en 2009, 6.037 millones en 2010, y 5.337 millones en 2011.

En 2017 (ver anexo 1) la velocidad de media de conexión de banda ancha en España era muy inferior a la de Corea del Sur o Noruega; estamos claramente descolgados del grupo de cabeza en términos de oportunidades de digitalización. Los expertos mantenían que para 2020 era difícil que en nuestro país se alcanzase el objetivo europeo de alcanzar un mínimo de 30 Mbps al 100% de los ciudadanos.

Los precios de la banda ancha para móviles y fijos del usuario medio (ver anexo 2) sitúan a nuestro país entre los más caros, junto con Japón o EEUU. El poder de mercado de las empresas de telecomunicaciones en España hace que solo haya conexiones rápidas para quienes tengan un alto poder adquisitivo.

Las consecuencias de esta situación de oligopolio es que tenemos una conexión en banda ancha más lenta, y mucho más cara que en los países que más están apostando por la digitalización.

## Conclusiones

**S**uecia es un ejemplo real de que es posible compaginar políticas de impulso de la digitalización con una mayor igualdad social. La estrategia de banda ancha puesta en marcha desde los años noventa por las autoridades públicas consistió en construir una red pública de fibra óptica que ofreciera precios reducidos a todos los operadores, sin que la empresa pública entrara en competencia con las operadoras. Además, se estableció una adecuada reglamentación del gobierno para garantizar el correcto funcionamiento del mercado. Facilitar el acceso a internet a precios bajos a todas las empresas y hogares, ha modificado los métodos de trabajo tradicionales y ha permitido el desarrollo de nuevos servicios, modelos de actividad y patrones de conducta. Suecia encabeza hoy casi todas las clasificaciones relativas a la economía digital y, a la vez, sus salarios reales han crecido por encima de su productividad durante las últimas dos décadas. Gracias a todo ello Suecia es hoy uno de los países más igualitarios del planeta.

Estamos asistiendo a un reparto muy desigual de la productividad digital, para revertir la situación hay que: 1) garantizar infraestructuras públicas en las telecomunicaciones, que en gran parte es un monopolio natural; 2) incrementar el grado de regulación del Estado para facilitar la competencia en la oferta de servicios digitales; 3) impulsar la formación de los trabajadores, y pagarles adecuadamente, desde el dialogo social y el fortalecimiento de la negociación colectiva; y 4) reconocer adecuadamente la aportación emocional humana al trabajo, lo que los robots no pueden hacer, en la remuneración salarial.

## Anexos

## Anexo 1

| Velocidad media de conexión a internet. Banda Ancha |   |
|---|---|
| Países  | Velocidad media de conexión a internet Banda ancha.<br>Unidad: (Mbps). 1er trimestre 2017 |
| Corea del Sur                                       | 28,6  |
| Noruega   | 23,5  |
| Suecia  | 22,5  |
| Finlandia   | 20,4  |
| Japón   | 20,2  |
| USA   | 18,75   |
| España  | 15,5  |
| Alemania  | 15,30   |
| Francia   | 10,75   |
| Italia  | 9,2   |

a. Variable dependiente: EVAL

b. Predictores: (Constante), HUM, NOISE, LIGHT, TEMP

*Nota.* Fuente: Akamai's [state of the internet] Q1 2017 report.

## Anexo 2

## Precios de conexión a internet. Mayo 2017

| En dólares (PPP) | Conexión móvil (1) | Conexión fija.<br>Usuario alto (2) | Conexión fija.<br>Usuario bajo (3) |
|------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Corea del Sur    | 19,6               | 19,5                               | 16,0                               |
| Noruega          | 19,1               | 50,4                               | 44,1                               |
| Suecia           | 15,5               | 33,9                               | 33,9                               |
| Finlandia        | 20,5               | 31,0                               | 27,2                               |
| Japón            | 69,7               | 27,7                               | 19,8                               |
| USA              | 51,7               | 61,1                               | 46,4                               |
| España           | 46,0               | 55,9                               | 52,1                               |
| Alemania         | 24,6               | 29,4                               | 24,2                               |
| Francia          | 12,0               | 37,1                               | 33,1                               |
| Italia           | 30,0               | 31,5                               | 28,8                               |

(1) OECD Mobile broadband basket, Medium user, including 300 calls+ 1GB. Mayo 2017.

(2) OECD Fixed broadband basket, High user, including 200GB/month, 25 Mbps and above. Junio 2017.

(3) OECD Fixed broadband basket, Low user, including 20GB/month, 0,250 Mbps and above Junio 2017.

*Nota.* Fuente: OECD and Teligen (Strategy Analytics Ltd.).

## Bibliografía

---

- DJUMALIEVA, J. Y SLEEMAN, C. (2017). *Which digital skills do you really need?* Nesta. Accesible en:  
[https://media.nesta.org.uk/documents/Which\\_digital\\_skills\\_do\\_you\\_really\\_need.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Which_digital_skills_do_you_really_need.pdf)
- FREY, C.B. Y OSBORNE, M.O. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *"Machines and Employment" Workshop*. Oxford University Engineering Sciences Dept. and the Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology. Accesible en:  
[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)
- OECD. (2020). *Job Creation and Local Economic Development 2020: Rebuilding Better*. OECD Publishing.  
<https://doi.org/10.1787/b02b2f39-en>

**Resumen.** 

---

La digitalización es una automatización de las tareas productivas que tiene una característica diferencial sobre otros procesos similares ocurridos en el pasado. A diferencia de la robotización de las fábricas la digitalización se produce sobre todo en actividades de servicios con trabajadores de alta cualificación, ingenieros, abogados, médicos... La aplicación productiva de muchas nuevas tecnologías relacionadas con la Inteligencia Artificial (como la minería de datos, las estadísticas computacionales o las máquinas de sensores avanzados, como la visión) ha permitido diferenciar en puestos de trabajo de alta cualificación entre aquellas tareas que realmente incorporaban conocimiento y creatividad y otras que eran meras operaciones repetitivas sustituibles por programas informáticos. Es indudable que esa realidad incorpora un factor de incertidumbre sobre determinados grupos sociales que hasta ahora se consideraban a salvo de los procesos de automatización.

**Palabras clave.** Digitalización; Cualificación; Desempleo; Robótica.

**Abstract.** 

---

Digitalization is an automation of productive tasks that has a differential characteristic over other similar processes that occurred in the past. Unlike the robotization of factories, digitalization occurs mainly in service activities with highly skilled workers, engineers, lawyers, doctors.... The productive application of many new technologies related to Artificial Intelligence (such as data mining, computational statistics or advanced sensor machines, such as vision) has made it possible to differentiate in high-skilled jobs between those tasks that really incorporated knowledge and creativity and others that were mere repetitive operations replaceable by computer programs. Undoubtedly, this reality incorporates a factor of uncertainty for certain social groups that until now were considered safe from automation processes.

**Key-words.** Digitalization; Qualification; Unemployment; Robotics.

**Bruno Estrada**

Economista. Adjunto al SG de CCOO  
bestrada1964@gmail.com



# La modificación del código genético

---

## Modification of the genetic code

---

Lluís Montoliu

### La tecnología del ADN recombinante

El conocimiento de nuestro genoma es un tema que ha fascinado desde siempre, aunque el primer borrador del genoma humano no se obtuvo hasta el año 2001, con sendas publicaciones en las revistas *Nature* y *Science*, tras haber lanzado el proyecto a finales de los años 80. Finalmente, el genoma humano completo se conoció en 2003 y entonces constatamos que apenas tenemos unos 20.000 genes que son los que parecen ser necesarios para ser lo que somos. El genoma ha seguido completándose y revisándose. El genoma de referencia actual es de 2013.

De forma paralela a la voluntad de conocer nuestro genoma ha estado siempre presente la posibilidad de alterarlo, de modificarlo. Y esta posibilidad, la mayoría de las veces a nivel teórico, ha surgido numerosas veces en la historia reciente, desde la primera reunión para evaluar los peligros del ADN recombinante, celebrada en Asilomar (California) en 1975, hasta el nacimiento de los primeros seres humanos cuyo genoma había sido editado en fase embrionaria, que desafortunadamente conocimos en 2018.

Lo primero que hay que indicar es que el genoma humano no es inmutable ni único. Cada uno de nosotros tenemos un genoma distinto. El genoma de dos personas cualquiera se parece en un 99,9%, no muy lejos de nuestras diferencias con la especie más próxima a nosotros, el chimpancé, con quien compartimos el 99% del genoma, y algo más lejos de una de las especies modelo más utilizadas en biología, el ratón, con un 90% aproximadamente de conservación en la zona que codifica para proteínas.

Desde que la humanidad fue consciente, en la década de los años 70 del siglo XX, que era posible aplicar las innovaciones y desarrollos del recién creado campo de la ingeniería genética para combinar y modificar cualquier fragmento de ADN, surgieron las discusiones y ciertamente la posibilidad, inicialmente teórica y a la postre hecha realidad, de modificar el genoma humano. Sin embargo, hay que decir que aquella posibilidad se antojaba en principio lejana y técnicamente inalcanzable.

Con el paso del tiempo han ido apareciendo numerosas técnicas experimentales que han transformado ese deseo inicial en una realidad, permitiendo que cristalizara la posibilidad de aplicar métodos de modificación genética. Y todo ello ha ido acercando el temor generalizado a la alteración de algo nuestro, íntimo, nuestro genoma, a la realidad. La aparición de los revolucionarios métodos de edición genética asociados a las herramientas CRISPR ha hecho posible lo que hasta hace muy poco tiempo no era más que una idea, muchas veces comentada, pero difícilmente realizable.



Desafortunadamente, como todos recordamos, ya ha habido quien logró llevar esas ideas a la práctica, saltándose todos los preceptos legales, éticos y morales. Ya nacieron los primeros seres humanos con su genoma editado. En concreto tres niñas en China, unos hechos que conocimos entre 2018 y 2019. En estos momentos, apenas nos queda reflexionar con detenimiento e intentar regular estos usos, para maximizar los posibles beneficios y reducir los riesgos al mínimo.

La modificación del genoma humano lleva muchos años en el imaginario colectivo. En 1953, James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura del ADN, y gracias a ese avance crucial se logró entender cómo se almacenaba, replicaba y transmitía la información genética, es decir, se desentrañó el mecanismo básico de la herencia. Tras el descubrimiento de la doble hebra complementaria y antiparalela de Watson y Crick, quienes compartieron el Premio Nobel de Fisiología o Medicina de 1962 con Maurice Wilkins, en los años posteriores de esa década, gracias, entre otros, a las investigaciones de Severo Ochoa, Matthew Meselson, Frank Stahl, la humanidad empezó a vislumbrar la capacidad de alterar a voluntad nuestro genoma, esa molécula de ADN de más de tres mil millones de pares de bases, que acaba determinando lo que somos y cómo nos desarrollamos. La que nos dice lo que compartimos y en la que subyacen pequeñas diferencias que son las que nos hacen únicos.

Las primeras pistas encaminadas a posibilitar nuestra capacidad de interactuar con el material genético no llegaron hasta los años 70 del siglo XX, en un momento de explosión y creación de una disciplina, la biología molecular, y un conjunto de técnicas englobadas bajo el epígrafe de la ingeniería genética, que estaban llamadas a convertir muchos sueños en realidad. Fue precisamente por esas mismas fechas cuando se descubrieron unas proteínas singulares de procariotas, los primeros enzimas de restricción. Se descubrió que estas proteínas forman parte del arsenal de defensas que usan bacterias y arqueas para defenderse de ácidos nucleicos invasores. Los enzimas de restricción reconocen secuencias cortas de ADN determinadas y pueden digerirlas, cortarlas, de una forma predecible. Los enzimas de restricción son, junto a los sistemas CRISPR, que algunos años más tarde revolucionarían la biología, uno más de los sistemas de defensa ancestrales inventados por los procariotas. La detección de una determinada secuencia de ADN (p.e. GAATTC, y su cadena complementaria CTTAAG) era suficiente para que una de las primeras enzimas de restricción conocidas, *Eco* RI (*Eco* de *Escherichia coli*), cortara entre la G y la A en ambas cadenas, promoviendo la degradación de las moléculas de ADN así expuestas por parte de otras exonucleasas de la célula. Por su parte, la propia bacteria se protegía de que la enzima *Eco* RI cortara esas mismas secuencias en su propio genoma marcándolas, mediante una sencilla modificación química, mediante una metilación. La posibilidad de manipular (o modificar) las moléculas de ADN surgió al constatar que dos de estas secuencias cortas de ADN idénticas dentro de moléculas distintas, digeridas con el mismo enzima de restricción, poseían extremos complementarios (en el ejemplo anterior exponían la secuencia AATT en ambas cadenas). Y entonces era posible volver a juntarlas, a engancharlas, aprovechando dicha complementariedad de secuencias, y sellar las uniones con la correspondiente participación de enzimas ligasas de ADN. Esa innovación técnica, por aquel entonces igualmente revolucionaria, se convirtió en rutina y se popularizó en todos los laboratorios de biología molecular de todo el mundo, pues permitía cortar y empalmar fragmentos de ADN de orígenes distintos, incluso aquellos que no estaban situados consecutivamente en un genoma, para crear moléculas híbridas, pero perfectamente continuas. Las técnicas de ingeniería genética permitían también combinar en una misma molécula de ADN, por ejemplo, en un plásmido (unas moléculas de ADN circular que se encuentran en el interior de las bacterias y suelen aportar funciones esenciales para la supervivencia o resistencia a antibióticos) segmentos de ADN de orígenes muy diferentes, incluso derivados de seres vivos distintos.

Había nacido la ingeniería genética, las técnicas que conocemos como del “ADN recombinante”. En ese nombre estaba incluida la capacidad de combinar fragmentos de ADN distintos en uno solo. Paul Berg fue uno de los investigadores que contribuyó a su desarrollo y quien planteó el reto de digerir el genoma de un virus que es capaz de causar cáncer, llamado SV40, y el de otro virus que infecta a las bacterias, el bacteriófago lambda, con una misma enzima de

restricción, para reunirlos juntos en un mismo plásmido en una bacteria. Este es un experimento hoy habitual, rutinario, perfectamente realizable por cualquier estudiante de un laboratorio de biología molecular, pero ese simple experimento suscitó muchas discusiones y expuso unos riesgos hasta entonces no contemplados. Por primera vez en la historia de la humanidad el ser humano había sido capaz de ensamblar a voluntad fragmentos de ADN de orígenes distintos, de crear secuencias de ADN que la evolución nunca hubiera podido obtener. Esa situación singular que se creó, junto a las múltiples discusiones que afloraron por doquier, provocaron que se planteara la conferencia en Asilomar (California), en 1975, en la que se acordó hablar de todos estos aspectos, de las nuevas técnicas de manipulación genética. Se planteó incluso una posible moratoria, aplicando el principio de precaución, mientras se estudiaban en detalle los posibles peligros asociados a esos nuevos métodos. En Asilomar se acordó seguir investigando, bajo supervisión y estrictos controles, al concienciarse todos los asistentes a aquella reunión de la relevancia de aquellos experimentos pioneros (Berg, 2008). No todo fue negativo. Hay que recordar que una de las primeras aplicaciones de la ingeniería genética en biotecnología fue la obtención de una bacteria capaz de producir insulina humana, tras haberle insertado en un plásmido bacteriano el gen humano que codifica esta hormona. Esta primera bacteria transgénica fue aprobada en 1983 por la FDA y se convirtió en el primer producto terapéutico obtenido gracias al ADN recombinante, derivado de un organismo transgénico. A nadie se le escapaba que una cosa era modificar en el laboratorio unas bacterias para que produjeran insulina, y, otra cosa muy distinta era modificar el ADN de un organismo mucho más complejo, como el de un animal, o el de una persona.

## Los primeros animales transgénicos

La modificación genética en animales había empezado igualmente en los años 70, algo frecuentemente olvidado en los libros de texto, gracias al trabajo de un embriólogo alemán emigrado a EE.UU., al laboratorio de Beatrice Mintz en Filadelfia (Jaenisch et al., 1974). Jaenisch fue sin duda el primero en microinyectar embriones de ratón, en el estadio de blastocisto, con ADN del virus SV40, para encontrarlo luego en los tejidos de los animales nacidos tras la gestación de los embriones inyectados. Al año siguiente Jaenisch abordó un experimento similar, infectando embriones de 4 y 8 células de ratón con otro virus, el de la leucemia murina, que también luego encontró en los tejidos de los animales que nacieron de aquellos embriones (Jaenisch et al., 1975). Y finalmente en 1976 constató que este virus, que debe integrarse en el genoma de las células de ratón para perpetuarse, se transmitía a través de la línea germinal, que era capaz de crear estirpes de ratones transgénicos (Jaenisch, 1976). Estos fueron los primeros seres vivos nacidos con su genoma modificado artificialmente.

Lo que los libros de biología suelen recoger es el papel que jugaron dos investigadores norteamericanos, Gordon y Ruddle, en la generación de los primeros animales transgénicos. Sin duda ellos publicaron un trabajo pionero en el que relataban que era posible introducir ADN directamente, mediante microinyección, en embriones de 1 célula de ratón (Gordon et al., 1980). Estos investigadores comprobaron cómo el ADN así introducido era capaz de integrarse en el genoma del ratón, dando lugar a un animal modificado genéticamente, un animal al que denominamos transgénico. Aunque tanto los ratones de Gordon y Ruddle de 1980 como los de Jaenisch de 1976 eran transgénicos, este término no se usaría por vez primera hasta 1982 (Gordon et al., 1982). Ese año contiene uno de los hitos más conocidos de la transgénesis, al que probablemente muchos asocian con los orígenes de la técnica en ratones. Ese fue el año que conocimos unos ratones transgénicos con un tamaño más del doble que el de sus hermanos de camada, que no habían sido modificados genéticamente. La razón estaba en haber incorporado un transgén, con un gen extra de la hormona del crecimiento. Ese experimento se lo debemos a la fructífera colaboración entre un embriólogo, Ralph Brinster, y un biólogo molecular, Richard Palmiter, que fueron quienes desarrollaron, con todo detalle, y describieron todos los pasos de las técnicas de transgénesis en el ratón durante la década de los 80 (Palmiter et al., 1982). Ese ratón más grande de

lo habitual fue elegido para ser portada de la revista *Nature* que publicó aquellos resultados tan sorprendentes. Probablemente esa portada hizo mucho más para dar a conocer las técnicas de transgénesis que cualquier otra publicación realizada hasta entonces en el campo. La visión de dos ratones, hermanos, con tamaños tan dispares resultó muy evidente, para todos. Quedó patente que era posible modificar el genoma de seres vivos y que esa modificación genética conllevara consecuencias funcionales en el animal resultante. Y también volvió a desatar la caja de Pandora, la de los sueños que imaginaban la posibilidad de modificar nuestro genoma. Parecía muy sencillo, prácticamente al alcance de la mano. Si era posible microinyectar ADN en embriones de ratón, un animal mamífero, como los seres humanos, debería ser posible hacer lo propio con embriones humanos. Si era posible obtener un ratón transgénico, debería ser posible obtener un ser humano transgénico.

Sin embargo, en biología pocas veces los resultados corresponden a las expectativas y, en general, cualquier proyecto suele ser mucho más complicado de lo que se anticipa inicialmente. Estos aspectos de la historia de la modificación genética en animales lo he desarrollado en mi libro sobre la historia de las herramientas de edición genética CRISPR (Montoliu, 2021). Hacía falta tener en cuenta la eficiencia del proceso de microinyección de los embriones, estimar cuántos de los embriones inyectados acababan dando lugar a ratones transgénicos. Lo que sabíamos entonces (y sigue siendo cierto hoy en día) es que en un laboratorio experto en estas técnicas, los ratones transgénicos se podían generar con una eficiencia de aproximadamente del 5% (Palmiter et al., 1986). De cada 100 embriones de ratón microinyectados solamente 5 incorporaban con éxito el ADN microinyectado y eran reconocidos como transgénicos al nacer y analizarlos. Esta es una eficiencia muy baja, que imposibilita su traslado científico para un experimento análogo en seres humanos. Sería éticamente impensable trasladar estas eficiencias de ratones a humanos, suponiendo que las eficiencias se mantuvieran en valores similares con embriones de otras especies. Lo cual, como ya sabemos, no es del todo cierto. En vacas, también mamíferos, la eficiencia de obtención de vacas transgénicas mediante microinyección es diez veces inferior, del 0.5%. Con esta eficiencia paupérrima apenas se puede esperar obtener 1 vaca transgénica de cada 200 embriones microinyectados.

Los desarrollos tecnológicos e innovaciones que se describen en una especie no necesariamente pueden implementarse de la misma manera en otras especies. Este es el caso, por ejemplo, de la transgénesis mediante microinyección en embriones. De las sospechas, temores o esperanzas, según las opiniones de cada cual, de poder trasladar los éxitos en ratones a los humanos da buena cuenta el recordar que pasaron más de 20 años para que aquellos experimentos pioneros realizados en ratón se pudieran repetir en especies bastante más parecidas a nosotros. El primer primate no humano transgénico nacido mediante microinyección de embriones no se reportó hasta el año 2001, con una eficiencia inferior a la descrita para ratones, del 2.5% (Chan et al., 2001). Y, que se sepa, este experimento nunca se ha planteado en seres humanos, afortunadamente. Sería altamente irresponsable, a la par que éticamente cuestionable, el abordar un experimento similar en humanos con tal eficiencia, dejando aparte los riesgos asociados a la técnica (por ejemplo, de mutagénesis por inserción del transgén) y los inherentes dilemas éticos que suscitaría tal experimento.

A principios de los años 80, a la par que se describían las técnicas básicas de modificación genética en ratones, también se aislaron por primera vez las células embrionarias pluripotentes en blastocistos de ratón, las mal llamadas en español "células madre" embrionarias y conocidas universalmente como células ES (del inglés *embryonic stem cells*) (Evans et al., 1981). Las dos características fundamentales de la troncalidad de estas células ES son: (1) su capacidad de duplicarse y mantenerse indefinidamente sin perder sus rasgos de células troncales, y (2) su capacidad para convertirse, mediante un proceso de diferenciación celular, a cualquiera de los más de doscientos tipos celulares que existen en el cuerpo de un mamífero. Fue gracias, a la participación de estas células ES, combinada con los conocimientos de recombinación homóloga y la perspicacia de unos investigadores, genetistas con talento, como se logró producir en 1987 los primeros ratones mutantes (universalmente conocidos por su nombre en inglés, *knockout*), con mutaciones específicas, con un

gen seleccionado e inactivado a voluntad (Doetschman et al., 1987). Este fue probablemente uno de los avances más espectaculares e influyentes, durante los siguientes 25 años, para la obtención de miles de ratones *knockout* de prácticamente todos los genes de su genoma. Este hito tecnológico llevó a Martin Evans, Mario Capecchi y Oliver Smithies, los tres investigadores detrás de la tecnología de obtención de ratones *knockout* a través de las células ES, a ganar, muy merecidamente, el Premio Nobel de Fisiología o Medicina 20 años después, en 2007.

## La clonación de animales

Tuvieron que pasar muchos años hasta que estas células troncales embrionarias pluripotentes, análogas a las aisladas de embriones de ratón, se describieran en humanos. Esto ocurrió en 1998 (Thomson et al., 1998), apenas un año después de que conociéramos la oveja Dolly, el primer mamífero clonado a partir de células adultas (Wilmut et al., 1997). La fusión de estas dos nuevas técnicas (células troncales humanas y clonación) encendió muchas expectativas terapéuticas y catapultó el lanzamiento de una nueva disciplina: la medicina regenerativa, de la cual, pasados los años, no se han obtenido los réditos que se anticipaban.

De nuevo los sueños y la imaginación. Si era posible clonar una oveja, debería ser posible clonar un ser humano. Tan solo haría falta vaciar de material genético un óvulo humano e introducirle un núcleo de cualquier célula somática de la persona que se deseara clonar para, tras implantar ese embrión manipulado, que naciera esa persona clonada, como Dolly. Además, la imaginación, que todo lo puede, servía para especular sobre la posibilidad de introducir modificaciones genéticas durante el proceso, como por ejemplo si el núcleo de las células somáticas utilizadas fuera el de un cultivo de células ya previamente modificadas genéticamente. También se especuló sobremano sobre la posibilidad de clonar embriones humanos a partir de células de pacientes, afectados de alguna enfermedad de base genética, para que sus mutaciones en el genoma pudieran ser corregidas en el laboratorio, y posteriormente convertidas (diferenciadas) al tejido que debiera ser reparado (músculo, neuronas, retina, páncreas, etc.) antes de ser eventualmente utilizadas para substituir las células afectadas en el paciente original. Era la llamada clonación terapéutica, una nueva posibilidad, teórica por lo menos, para modificar el genoma humano.

Sin embargo, hay que decir claramente que nada de todo eso sucedió. Las dificultades científicas y técnicas del método de transferencia nuclear, y los innegables dilemas éticos que planteaba la utilización (y por lo tanto la destrucción) de embriones humanos fueron obstáculos insuperables y las propuestas de clonación humana, o de clonación terapéutica en humanos, fueron paulatinamente desapareciendo de los titulares de prensa hasta prácticamente desaparecer hoy en día. Un ejemplo que ilustra la complejidad técnica que supone saltar de la oveja a los seres humanos lo descubrimos 21 años después de descubrir a Dolly, cuando se aplicó, con éxito, la misma técnica de clonación en primates no humanos. La excitación que produjo descubrir el nacimiento de los primeros macacos clonados quedaba nuevamente desinflada al constatar que la eficiencia de obtención de esos macacos clonados apenas había variado de la que se observó al obtener a Dolly, aproximadamente un 1,5%. Este era un valor académicamente asumible para modelos animales, pero imposible de transferir a los seres humanos, por los consiguientes retos tecnológicos y desafíos éticos que suscitaba el experimento (Liu et al., 2018).

Diez años después del nacimiento de Dolly (la oveja Dolly nació en 1996, aunque sus resultados no se publicaron hasta febrero de 1997) unos investigadores japoneses describieron un nuevo tipo de células troncales pluripotentes, inducibles, (denominadas iPS, del inglés *induced Pluripotent Stem cells*), que sorprendentemente podían obtenerse a partir de cualquier célula somática mediante una simple reprogramación nuclear, promoviendo la expresión de apenas cuatro genes, y sin necesidad de usar ni destruir ningún embrión humano. Obviamente estas células resultaron muy atractivas en medicina regenerativa, y el campo floreció durante unos cuantos años más. Sin embargo, hay que aceptar

que las células iPS nunca confirmaron las expectativas terapéuticas que se había anunciado, aunque sí acabaron convirtiéndose en un sofisticado pero muy útil sistema de generación de modelos celulares para investigar enfermedades (Takahashi et al., 2006). En 2012, Shinya Yamanaka, el descubridor de las células iPS, y John Gurdon, embriólogo británico quien primero había clonado ranas en los años 60, recibieron el Premio Nobel de Fisiología o Medicina por sus descubrimientos en la tecnología de reprogramación celular. Significativamente, el equipo escocés que generó la oveja Dolly se quedó fuera del premio, aunque el cúmulo de circunstancias negativas que rodearon el nacimiento de Dolly y los acontecimientos de los años posteriores en el Instituto Roslin de Edimburgo seguramente tuvieron mucho que ver en todo ello (Montoliu, 2017).

Las limitaciones técnicas, fundamentalmente, y, en menor medida, las restricciones éticas hicieron que los temores expresados desde Asilomar en 1975 no se convirtieran en realidad. Eran esencialmente especulaciones y discusiones de salón difícilmente transportables a la práctica, en seres humanos. Eran científicamente inabordables y éticamente injustificables. La modificación genética de seres humanos, que había aparecido desde los albores de la tecnología de ADN recombinante, seguía siendo territorio de la ciencia ficción, más que de la realidad.

## La revolución de las herramientas de edición genética CRISPR

**E**n el verano del año 2012 el panorama cambió diametralmente. Una publicación aparecida en la revista científica *Science* resultado de la colaboración entre dos laboratorios dirigidos por dos investigadoras, la microbióloga francesa Emmanuelle Charpentier y la bioquímica norteamericana Jennifer Doudna, propuso un nuevo método para modificar el genoma de cualquier organismo, un método disruptivo que cambió irreversiblemente el devenir de la biología y de las disciplinas relacionadas (Jinek et al., 2012). Estas investigadoras propusieron usar el sistema CRISPR-Cas (Mojica et al., 2016) (CRISPR es el acrónimo en inglés de *clustered regularly interspaced short palindromic repeats*, y Cas es el acrónimo en inglés de *CRISPR-associated proteins*) para editar genes, el mismo sistema que usan los procariotas para defenderse de los virus que los infectan, y que había sido descrito originalmente por Francis Mojica, un microbiólogo español de la Universidad de Alicante (Mojica et al., 2005).

La publicación de Charpentier y Doudna en *Science* de 2012 describió los componentes de uno de estos sistemas de defensa de bacterias CRISPR-Cas, derivado de la bacteria patógena *Streptococcus pyogenes*. El sistema era muy sencillo, y a la vez extraordinariamente versátil. Estaba formado por esencialmente una nucleasa, Cas9, capaz de digerir las dos cadenas del ADN, y una pequeña molécula de ARN que actuaba como guía para dirigir el corte de la nucleasa en el gen de cualquier organismo, incluido el genoma humano, que se deseara modificar.

La propuesta rompedora de Charpentier y Doudna no se llevó a la práctica hasta unos meses después. En enero de 2013 aparecieron sendos estudios de los laboratorios dirigidos por Feng Zhang y George Church, demostrando que era posible editar genes en células de mamífero, humanas y de ratón, en cultivo (Cong et al., 2013; Mali et al., 2013). La perspicacia de Charpentier y Doudna, al anticipar la potencialidad y versatilidad de los sistemas CRISPR-Cas como método para promover la edición genómica, les valió obtener, mercedamente, el Premio Nobel de Química en 2020.

A nadie se le escapó que estos estudios de Zhang y Church eran los primeros en los cuales se demostraba, fehacientemente, y por vez primera, la modificación a voluntad del genoma humano. La alteración del genoma humano había dejado de ser una quimera, abandonando los espacios especulativos de la ciencia ficción para convertirse en una realidad. Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que entre 1975 y 2012 la modificación del genoma humano estuvo en el terreno de lo especulativo, de la imaginación de los investigadores. Sin embargo, el cambio substancial se produjo en 2013, dando paso a una nueva era en la cual ya es posible modificar el genoma de cualquier ser vivo, incluidos los seres humanos.

La edición genética promovida por las herramientas CRISPR suscita la reparación del ADN cortado por la nucleasa Cas9, a través de los mecanismos endógenos celulares. Y es precisamente durante esa reparación del corte cuando se establecen las alteraciones genéticas, bien producto de la reparación de emergencia que ocurre por defecto en todas nuestras células, añadiendo y quitando nucleótidos al azar (INDEL), y que suele incorporar errores en el proceso, bien promoviendo la reparación a partir de un ADN molde que se aporta al sistema para dictar la secuencia que se pretende obtener. Con los sistemas CRISPR se puede mutar, corregir, editar, eliminar, añadir, substituir, marcar, activar o silenciar un gen, de cualquier organismo vivo.

Desde 2013 estas herramientas CRISPR ya son una realidad en los laboratorios, donde su uso se ha extendido universalmente. También es habitual ya su uso en aplicaciones en biología y biotecnología, en plantas y animales editados genéticamente. Sin embargo, su traslación a la clínica no ha seguido el mismo éxito, por diversas razones, relacionadas con las limitaciones que también tienen estos sistemas CRISPR (Doudna, 2020). La posibilidad de cortar secuencias parecidas y parcialmente complementarias a la guía de ARN suscita los riesgos de acabar editando, y por lo tanto modificando, genes no deseados. Son los llamados efectos *off-target*, que pueden combatirse con mejores algoritmos bioinformáticos en el diseño y selección de las guías ARN. Por otro lado, la indeterminación en la resolución del corte, al repararlo de muchas posibles maneras genera incertidumbre, ruido genético. Este inconveniente y fuente de variación adicional puede gestionarse bien en entornos académicos, seleccionando y amplificando (por ejemplo, mediante cruces sucesivos) lo que nos interesa, incluso si aparece con una eficiencia muy baja, y descartando lo que no nos interesa (Seruggia et al., 2015). Pero estas situaciones no son prudentes ni éticamente abordables cuando pensamos en pacientes humanos.

## La modificación genética de embriones humanos

El año 2013 fue el de la explosión de primeras veces en las que se aplicaban las herramientas CRISPR-Cas para la edición genética en muchas especies habituales de laboratorio (ratones, ratas, peces cebra...) (Seruggia et al., 2014), y comenzó a sospecharse que su aplicación en la especie humana, más concretamente en embriones humanos, sería cuestión de tiempo. Y así fue como llegó el primer uso conocido de estas herramientas CRISPR-Cas en embriones humanos en 2015, por parte de unos investigadores chinos de Guangzhou, que utilizaron embriones tripronucleares (con tres pronúcleos, una anomalía relativamente habitual en fecundaciones in vitro, producto de una fecundación doble por dos espermatozoides sobre un solo óvulo), que son inservibles y normalmente se descartan, pues no logran progresar ni implantarse (Liang et al., 2015). Precisamente el haber seleccionado estos embriones humanos triploides sugería una reflexión ética por parte de los investigadores, pues con ello alejaban cualquier tentación de implantación de los embriones editados y, por lo tanto, cualquier posible nacimiento de bebés editados. Sin embargo, y a pesar de todas las precauciones y permisos éticos que obtuvieron aquellos investigadores chinos el experimento desató una enorme polémica. *Sensu stricto* era la primera vez que se lograba modificar el genoma de un embrión humano. Por mi parte creo que ese artículo científico fue tratado injustamente, en realidad fue una aportación necesaria para ampliar nuestro conocimiento de las posibilidades y limitaciones de las herramientas CRISPR-Cas sobre seres humanos.

En cierta manera lo que descubrieron estos investigadores pioneros de la edición genética en embriones humanos fue lo que otros habíamos encontrado al usar las herramientas CRISPR-Cas en embriones de otras especies de mamíferos, como por ejemplo los ratones. Es decir, el mosaicismos genético antes comentado, producto de la incertidumbre en la resolución de los cortes propiciados por la nucleasa Cas9, y posibles modificaciones en otras secuencias similares del genoma, debido a la relativa falta de especificidad tanto de la guía ARN como de la nucleasa. No iban a ser distintos los embriones humanos frente a los de otras especies. Pero por la misma razón, la variabilidad e inespecificidad de los resultados que podían gestionarse bien en el mundo académico suponían de nuevo un problema insalvable en

embriones humanos, si lo que se pretendía es su uso en terapias génicas avanzadas. En conjunto, estos primeros resultados, y los que siguieron a continuación de otros laboratorios en China, recomendaban nuevamente prudencia y cautela antes de plantear la utilización terapéutica de estas técnicas CRISPR en embriones humanos.

Más allá de los problemas científico-técnicos y éticos estos experimentos de edición genética sobre embriones humanos suscitaban problemas legales en países como España, signatarios del Convenio de Asturias de 1997, donde quedaba prohibida la modificación del genoma de la descendencia. Aunque en nuestro país la Ley 14/2006, de 26 de mayo, sobre técnicas de reproducción humana asistida y la Ley 14/2007, de 3 de julio, de investigación biomédica, permiten, en determinadas condiciones, la experimentación con embriones humanos procedentes de fecundación *in vitro* que hayan sido destinados a investigación, con la aprobación de los progenitores y la autorización de la Comisión Nacional de Reproducción Humana Asistida (CNRHA), siempre y cuando no se destinen a fines reproductivos. Es decir, siempre y cuando no se implanten para su gestación.

La utilidad de los experimentos de edición genética *in vitro* con embriones humanos quedó demostrada por un equipo británico dirigido por la investigadora Kathy Niakan, del Centro Crick de Londres, al encontrar diferencias significativas en la fase de desarrollo preimplantacional, al inactivar un mismo gen en embriones de ratón o humanos (Fogarty et al., 2017). Experimentos similares a los descritos por Niakan han sido autorizados recientemente en España, por parte de los investigadores Anna Veiga, Angel Raya y Montse Boada, del Instituto IDIBELL y la clínica Dexeus Dona, de Barcelona.

Los defensores de estas tecnologías planteaban que, con la edición genética sobre embriones humanos con fines terapéuticos, sería posible corregir mutaciones asociadas a enfermedades congénitas graves que afectarían a los bebés y a lo largo de su vida. Pero los contrarios al uso de las técnicas señalaban las incertidumbres técnicas, los dilemas éticos e impedimentos legales que tales estrategias suscitaban. Conviene recordar que la utilización de métodos alternativos (como el diagnóstico genético preimplantacional, DGP) puede, en la mayoría de los casos, servir para seleccionar embriones no portadores de las mutaciones que se quieren evitar, que son finalmente implantados para su gestación. Y este procedimiento, que no está exento de riesgos, sigue siendo mucho más seguro, actualmente, que cualquier intento de corregir una mutación genética mediante CRISPR-Cas en embriones humanos.

En agosto de 2017 se publicó un nuevo artículo con edición genética en embriones humanos usando las herramientas CRISPR-Cas. El experimento, realizado en EE.UU y en Corea del Sur, generó embriones humanos con fines de investigación (algo prohibido en nuestra legislación) usando esperma de un varón portador de una mutación dominante en un gen que causa cardiomiopatía congénita, y lo usaron *in vitro* para fecundar óvulos obtenidos de mujeres sanas (Ma et al., 2017). Los embriones obtenidos se editaron genéticamente con CRISPR-Cas y, tras ser analizados (ningún embrión fue implantado, todos fueron destruidos para ser analizados), los autores encontraron un porcentaje significativo de correcciones génicas. Aquellos resultados fueron muy polémicos, en particular porque diversos grupos encontraron que tras el corte producido por Cas9 podían producirse deleciones que afectaban a centenares o miles de nucleótidos en ambas direcciones desde el corte (Kosicki et al., 2018). Es decir, podían desaparecer secuencias que dejaban de ser detectadas por el test analítico (una simple PCR) y solamente amplificaban el genoma materno, derivado de mujeres sanas y, por lo tanto, sin la mutación, sugiriendo un éxito de terapia génica que, muy probablemente nunca ocurrió.

Existen por lo menos dos tipos de aplicaciones de las herramientas CRISPR-Cas sobre seres humanos: las que tienen que ver con la salud, para diagnosticar, prevenir o tratar una enfermedad, globalmente denominadas como usos "terapéuticos", y las que tienen que ver con la adquisición o modificación de capacidades físicas o psíquicas, que generalmente consideramos como aplicaciones de "mejora" (un eufemismo de la eugenesia que ocultan estas propuestas). Para las primeras hay un acuerdo muy mayoritario en desarrollarlas, mientras que las segundas son las

que suscitan más temores, dudas y rechazos entre la comunidad científica.

Si nos fijamos en las aplicaciones terapéuticas, la técnica más solicitada es la terapia génica, de la cual de nuevo puede producirse de dos maneras: germinal y somática. La primera involucra a gametos o embriones de un individuo no nacido, suscita dilemas éticos y está prohibida en todos aquellos países que firmaron el Convenio de Asturias de 1997. La segunda, habitualmente aceptada en prácticamente todos los países, se aplica sobre las células de la persona afectada a través de dos estrategias: in vivo y ex vivo, según la intervención terapéutica se realice directamente sobre el paciente o sobre células previamente extraídas del paciente, para ser modificadas en el laboratorio y posteriormente ser retornadas al mismo paciente, respectivamente.

A pesar del rechazo que generan las aplicaciones de mejora (genética) existe un debate abierto en la sociedad, especialmente motivado por los seguidores de la corriente filosófica del transhumanismo (Diéguez, 2017). Este movimiento cultural e intelectual internacional persigue transformar la condición humana mediante la aplicación de las tecnologías más novedosas, con objeto de mejorar las capacidades humanas, tanto físicas como psicológicas. Adicionalmente, promueve el uso de estas nuevas tecnologías, con independencia de que se obtengan o no los permisos de parte de las autoridades. Hay investigadores como George Church, de la Universidad de Harvard, pionero en el uso de CRISPR en células humanas, que mantiene en la página web de su laboratorio un listado de alteraciones genéticas que permitirían a las personas adquirir o mejorar capacidades. Por ejemplo, la mutación en el gen de la miostatina (MSTN), un represor de la proliferación muscular, provocaría un aumento en el desarrollo de la masa muscular (como de hecho ya se observa en la naturaleza, en muchas especies animales, en las que aparece esta mutación espontáneamente generando animales hipermusculados, cuya carne es muy apreciada). O como por ejemplo la mutación en el gen CCR5 que codifica una proteína de membrana que usa el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH, causante del SIDA) para entrar en los linfocitos de la sangre. Una mutación en este gen supuestamente prevendría la infección vírica, como de hecho ya sucede en algunas personas que espontáneamente tienen una mutación en este gen.

El problema fundamental de todas estas propuestas de mejora es su simplificación, al asumir que cada gen solamente realiza una función, cuando en realidad sabemos que cada uno de nuestros genes es capaz de involucrarse en múltiples procesos, y eso es una ventaja evolutiva que conocemos como pleiotropía. Naturalmente, esto quiere decir que al mutar un gen no solamente vamos a alterar la función que nosotros queremos modificar, sino muchas otras, habitualmente desconocidas, de consecuencias imprevisibles. Las mutaciones en el gen CCR5 no solo bloquean la entrada del VIH en nuestros glóbulos blancos, sino que pueden potenciar la infección por otros virus, como el de la gripe o el virus del Nilo, que se tornarán más peligrosos para nosotros. La función del receptor CCR5 no es la de ser puerta de entrada del virus VIH en los linfocitos. Es el virus VIH el que ha evolucionado para aprovechar un receptor preexistente en la célula para usarlo como rampa de acceso. Lo mismo ocurre con el coronavirus SARS-CoV-2, causante de la pandemia COVID-19, que accede al interior de las células epiteliales del pulmón a través del receptor ACE2, cuyas funciones tienen que ver con la regulación de la presión sanguínea, entre otros parámetros.

Es por lo tanto imprudente y peligroso promover la mutación de genes específicos en seres humanos esperando que solamente las características deseables sean las que se manifiesten. Por eso son temerarios los movimientos transhumanistas radicales, como son los promovidos por biopiratas (*biohackers*), que reclaman poder utilizar las herramientas de edición genética CRISPR-Cas sobre sí mismos (algo que no está regulado por la ley, mientras no resulten afectados terceros ni suscite un problema de salud pública, pero algo que está abiertamente desaconsejado y alertado por las autoridades) o sobre terceros (algo que sí está regulado por la ley, y, por lo tanto, cualquier intento de administrar un medicamento o tratamiento no autorizado será perseguido por la justicia).

El debate sobre terapia o mejora sobre embriones humanos llegó a su punto álgido en noviembre de 2018, cuando



descubrimos que un investigador chino, He Jiankui, había editado genéticamente embriones humanos con las herramientas CRISPR-Cas, para incorporar mutaciones en el gen CCR5 y generar niños insensibles a la infección por el virus VIH. Dichos embriones habían sido implantados en al menos dos mujeres y habían dado lugar, primero a dos gemelas, y posteriormente a otra niña. Un total de tres niñas, los primeros tres seres humanos con su genoma editado. Los primeros seres humanos con alteraciones adicionales en otros genes y modificaciones no esperadas en el gen diana, como se pudo comprobar analizando los datos de este experimento irresponsable que nunca debió ocurrir.

Este experimento que tantas veces había sido anticipado y temido finalmente había sucedido gracias a la tecnología CRISPR. Se había modificado el genoma humano de forma irreversible. Muchos debates y discusiones siguieron a la noticia de los experimentos de He Jiankui. Incluso se debatió sobre la oportunidad de publicar o no dicho estudio, por rechazable que fuera, habida cuenta que ya se había realizado. La opinión general de la comunidad investigadora fue no publicarlo, al tratarse de un estudio con graves deficiencias metodológicas, con fuertes sospechas de que los permisos éticos habían sido manipulados, y claramente realizado fuera de la legislación vigente, también en China (Baylis, 2020).

El investigador He Jiankui y dos de sus colaboradores fueron finalmente condenados a finales de 2019, con penas económicas, de cárcel e inhabilitados profesionalmente de por vida. Se les condenó por ejercer como médicos sin serlo, lo único que se les pudo aplicar, al carecer el código penal chino entonces de artículos que regularan la modificación genética de descendientes, algo que solamente estaba en forma de recomendaciones médicas. Hoy en día el código penal chino ya contempla los delitos de modificación genética de la descendencia, que ha quedado prohibida, como ya existen en los códigos penales de diversos países, como España.

Es inquietante también señalar que el experimento propuesto por He Jiankui no era una aplicación terapéutica de CRISPR-Cas, puesto que los embriones estaban sanos, sino una aplicación de mejora genética, para trasladar a estos niños cualidades adicionales, pretendidamente protectoras frente a la infección por el virus VIH.

Estudios posteriores realizados nuevamente sobre embriones humanos derivados de clínicas de reproducción asistida confirmaron la gran cantidad de anomalías y alteraciones genómicas no deseadas que se acumulan tras exponer dichos embriones a las herramientas CRISPR-Cas: inserciones, deleciones, inversiones, traslocaciones, etc., que pueden llegar a involucrar otras regiones genómicas distintas del sitio planeado de corte por la nucleasa Cas9 (Ledford et al., 2020). Estos resultados, y otros parecidos, nuevamente apuntan a que la tecnología CRISPR todavía no está lista para su uso sobre embriones humanos y está abiertamente desaconsejada, al ser imprudente e imprevisible, además de éticamente cuestionable e ilegal en muchos países.

En septiembre de 2020, la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU., junto con la Academia Nacional de Medicina de EE.UU. y la *Royal Society* británica, lanzaron un nuevo informe sobre la edición genética germinal en humanos, actualizando los contenidos de un informe anterior, de 2017. Estos informes especifican bajo qué supuestos y en que estrictas condiciones podría plantearse el uso de las herramientas CRISPR-Cas de edición genética en embriones con fines terapéuticos. La lista de condiciones es obviamente muy extensa, lo que hace actualmente imposible y abiertamente desaconsejable intentar abordar tales experimentos. También se discute la posibilidad de usar estas técnicas con fines no terapéuticos, de mejora, siempre y cuando sus consecuencias no aumenten la desigualdad entre los seres humanos, una puerta abierta en mi opinión demasiado peligrosa a la luz de las limitaciones científico-técnicas, además de éticas y legales, que todavía subsisten en la actualidad (Angrist et al., 2020).

## La edición genética en biomedicina: situación actual y perspectivas clínicas

Más allá de los problemas suscitados por un experimento irresponsable de mejora genética germinal lo cierto es que

las herramientas CRISPR-Cas de edición génica han ido progresivamente tomando posiciones entre los ensayos clínicos sobre voluntarios humanos, para el tratamiento de diversas patologías. En la actualidad (agosto de 2021) hay aproximadamente 47 ensayos de este tipo en marcha, en su gran mayoría *ex vivo*, explorando los usos de estas nuevas técnicas en inmunoterapia del cáncer o en el tratamiento experimental de algunas enfermedades graves de la sangre, como la anemia falciforme o la beta-talasemia, cuyos pacientes requieren de transfusiones constantes para sobrevivir. Mayoritariamente estos ensayos son *ex vivo* dado que permiten seleccionar el material celular que va a retornarse al paciente, ofreciendo algún control al investigador. Por el contrario, los ensayos *in vivo*, que los hay, aunque muchos menos, son más arriesgados. Al administrar los reactivos CRISPR-Cas a los pacientes se pierde prácticamente el control de lo que pueda suceder.

Dos de los ensayos clínicos *in vivo* más avanzados con CRISPR están diseñados para tratar un tipo de ceguera progresiva y una enfermedad rara por deposición de proteína de consecuencias fatales. La primera estrategia, lanzada en diciembre de 2018, plantea eliminar una mutación en el gen *CEP290* que causa su procesamiento anómalo y causa una ceguera degenerativa, progresiva, llamada amaurosis congénita de Leber de tipo 10. En este caso, a pesar de ser una estrategia de terapia génica *in vivo*, la aproximación terapéutica aprovecha las características singulares del ojo. Como proyección cerebral, el ojo es un órgano aislado del resto del cuerpo por la barrera hematoencefálica e inmunológicamente privilegiado. Por eso las inyecciones intraoculares y subretinales para depositar los vectores virales (virus adeno-asociados, AAV) que portan los reactivos CRISPR-Cas no conlleva peligro de que salgan al resto del cuerpo. Se trata igualmente de un uso compasivo, dado que estos pacientes van a perder la visión indefectiblemente. Las inyecciones se realizan unilateralmente, solo en uno de los ojos. Estos experimentos en pacientes, promovidos por las empresas Editas Medicine y Allergan, están sustentados por los buenos resultados preclínicos obtenidos con edición génica usando herramientas CRISPR-Cas previamente en modelos celulares (Ruan et al., 2017) y en modelos animales, usando ratones portadores de mutaciones equivalentes en el gen *Cep290* (Maeder et al., 2019).

El segundo ensayo clínico de edición génica, promovido por las empresas Intellia Therapeutics y Regeneron, está encaminado a tratar personas afectadas por la enfermedad rara llamada amiloidosis transtiretina (ATTR), producida por la acumulación anómala de la proteína TTR, encargada del transporte de la hormona tiroxina y la vitamina A. La propuesta en este caso es una administración sistémica (a través de la sangre) de los reactivos CRISPR-Cas, en forma de ARN, usando nanopartículas lipídicas (muy similares a las usadas por las empresas Moderna y Pfizer/BioNtech para sus respectivas vacunas contra la COVID-19) que ya han sido probadas con éxito previamente en modelos animales (ratones) de la misma enfermedad, en los que se constató que una sola dosis era suficiente para revertir la patología (Finn et al., 2018). En este caso, los reactivos CRISPR van encaminados a inactivar la expresión del gen *TTR*, para evitar la acumulación de la proteína codificada. Los resultados preliminares recientemente publicados, con primates no humanos (macacos) y con un número limitado de pacientes confirman que una única administración es capaz de reducir la acumulación de la proteína TTR (Gillmore et al., 2021).

En cuanto a los experimentos de terapia génica con herramientas CRISPR-Cas *ex vivo* en su mayoría van encaminados a tratamientos de inmunoterapia del cáncer, en especial para tratar cánceres refractarios, agresivos, resistentes a quimioterapia y radioterapia, en pacientes desahuciados de melanoma, mieloma o sarcoma. En febrero de 2020 se publicaron los primeros resultados de la fase I de un ensayo clínico, realizado sobre un número limitado de pacientes, en los que se evaluó la seguridad del proceso, inactivando mediante CRISPR-Cas el gen *PD1* en linfocitos T de estos pacientes, un represor de la respuesta inmunitaria, entre otras modificaciones genéticas (Stadtmauer et al., 2020).

El mayor éxito clínico, hasta el momento, de las terapias génicas con CRISPR-Cas se ha conseguido en el tratamiento de dos enfermedades graves de la sangre: anemia falciforme y beta-talasemia. En ambos casos la molécula afectada es la hemoglobina, formada por dos cadenas, alfa y beta, codificadas por genes distintos. Habitualmente el gen beta es el que acumula las mutaciones y esto revierte en una hemoglobina con menor capacidad de transportar oxígeno desde el

pulmón al resto del cuerpo. El laboratorio de Stuart Orkin, en el Boston's Children Research Hospital, descubrió hace años que el gen fetal (gamma) de la globina, normalmente inactivo en la vida adulta, se mantiene silenciado debido a la existencia de un represor, BCL11A (Sankaran et al., 2008). Se hipotetizó que la inactivación del represor BCL11A podría reactivar la expresión del gen fetal de la globina en adultos, supliendo la función deficiente del gen beta-globina mutado. Sin embargo, la inactivación completa del gen BCL11A no era posible, al ser necesario para otras funciones en el desarrollo de los linajes hematopoyéticos (un ejemplo de pleiotropía génica).

Diez años después el mismo laboratorio demostró que la eliminación de una secuencia reguladora del promotor del gen *BCL11A* reducía significativamente su expresión, sin eliminarla del todo, suficiente para que la acción represora sobre el gen gamma globina dejara de ser efectiva (Liu et al., 2018). Ante estas evidencias preclínicas se lanzó un ensayo clínico en 2019 y una de las primeras pacientes tratadas, afectada de anemia falciforme, fue tratada con CRISPR-Cas9 para reducir la expresión del gen *BCL11A* y reactivar la expresión de la globina fetal. El experimento fue un éxito y, un año y medio después se han publicado resultados que demuestran como la expresión de gamma globina, intacta, ha substituido progresivamente a la beta globina mutada. El éxito permite a estos pacientes vivir sin estar pendientes de las transfusiones de sangre periódicas que necesitaban para sobrevivir (Frangoul et al., 2021).

Es importante darse cuenta de que las aplicaciones actuales de las herramientas CRISPR-Cas que han triunfado, de momento, en la clínica no son las que se proyectaban y exponían inicialmente, las que generaban mayores expectativas. Todos imaginábamos el uso de CRISPR-Cas para promover el reemplazo de las secuencias incorrectas (mutadas) de un gen por sus correspondientes secuencias intactas, de referencia. Sin embargo, estas estrategias requieren de recombinación homóloga y este es un procedimiento que controlamos muy poco y propenso a fallar, con eficiencias incompatibles con su uso clínico.

Por el contrario, las herramientas CRISPR-Cas son muy útiles para inactivar genes, puesto que esta es su función ancestral, cortar el genoma de los virus invasores. Y, para ello, no se necesitan otras proteínas celulares (como sí es el caso para la recombinación homóloga). Esto quizás explique por qué la inmensa mayoría de aplicaciones CRISPR biomédicas proyectadas y en estudio tengan por objeto inactivar genes, para beneficiarse de sus consecuencias terapéuticas. Adicionalmente esta aproximación tiene sus ventajas, dado que la incertidumbre asociada no afecta al resultado del proyecto, dado que se pretende silenciar el gen, de una manera u otra. Controlando y reduciendo al mínimo los efectos *off-target* es probable que los primeros tratamientos CRISPR-Cas sean de inactivación génica.

¿Qué hay entonces de la posibilidad de substituir secuencias si la vía mediante recombinación homóloga no parece demasiado prometedora? La respuesta está en unas nuevas variantes de las herramientas CRISPR-Cas, los llamados editores de bases, desarrollados por David Liu, del Instituto BROAD de Boston. En este caso se usa una variante Cas9 llamada nikasa que puede cortar una, pero no las dos hebras del ADN, asociada a una actividad deaminasa, capaz de promover el cambio químico de las bases nitrogenadas de los nucleótidos de A a G y de C a T (dos deaminasas diferentes). Se han generado muchas versiones de los editores de bases, cada vez más específicos y menos propensos a actividades *off-target* (Anzalone et al., 2020). En el año 2021 ya hemos conocido resultados espectaculares en experimentos pre-clínicos realizados sobre modelos animales (ratones y macacos), tratados con editores de bases, para el tratamiento de la progeria (Koblan et al., 2021) y de la hipercolesterolemia (Musunuru et al., 2021). Los buenos resultados obtenidos auguran el salto próximo de los editores de bases a los *ensayos clínicos con voluntarios*.

La modificación genética del genoma humano, imaginada desde los años 70 del siglo pasado, finalmente se ha conseguido gracias a la revolución tecnológica propiciada por las herramientas CRISPR-Cas de edición genética, cuya aplicación en células humanas empezó en 2013. Queda mucho todavía por aprender, investigar y hacer. En particular queda mejorar la eficiencia e incertidumbre aún asociadas a la edición genética con las herramientas CRISPR-Cas para seguir explorando su uso potencial para corregir secuencias genéticas. Y, por supuesto, queda todo para desarrollar

normativas que regulen todas estas aplicaciones de edición genética, y que impidan que otros investigadores realicen experimentos irresponsables tales como los realizados por He Jiankui en cualquier lugar del mundo, sin ningún tipo de control, aprobación y monitorización. El universo CRISPR-Cas es un sistema en continua optimización, lo que es cierto hoy puede ya no serlo mañana. La que se presenta como nueva o última variante CRISPR rápidamente se convierte en obsoleta y deja paso a nuevas variantes. Es importante mantenerse al día en este campo tan voluble, y a la vez tan apasionante.

## Bibliografía

- ANGRIST, M., BARRANGOU, R., BAYLIS, F., BROKOWSKI, C., BURGIO, G., CAPLAN, A., CHAPMAN, C.R., CHURCH, G.M., COOK-DEEGAN, R., Cwik, B., DOUDNA, J.A., EVANS, J.H., GREELY, H.T., HERCHER, L., HURLBUT, J.B., HYNES, R.O., ISHII, T., KIANI, S., LEE, L.H., ... DAVIES, K. (2020). Reactions to the National Academies/Royal Society Report on Heritable Human Genome Editing. *The CRISPR Journal*, 3(5), 332–349.  
<https://doi.org/10.1089/crispr.2020.29106.man>
- ANZALONE, A.V., KOBLAN, L.W. Y LIU, D.R. (2020). Genome editing with CRISPR-Cas nucleases, base editors, transposases and prime editors. *Nature Biotechnology*, 38(7), 824–844.  
<https://doi.org/10.1038/s41587-020-0561-9>
- BAYLIS, F. (2020) To publish or not to publish. *Nat Biotechno*, 38(3), 271.  
<https://doi.org/10.1038/s41587-020-0435-1>
- BERG, P. (2008). Asilomar 1975: DNA modification secured. *Nature*, 455, 290–291.  
<https://doi.org/10.1038/455290a>
- CHAN, A.W.S., CHONG, K.Y., MARTINOVICH, C., SIMERLY, C. Y SCHATTEN, G. (2001). Transgenic monkeys produced by retroviral gene transfer into mature oocytes. *Science*, 291(5502), 309–312.  
<https://doi.org/10.1126/science.291.5502.309>
- CONG, L., RAN, F.A., COX, D., LIN, S., BARRETTO, R., HABIB, N., HSU, P.D., WU, X., JIANG, W., MARRAFFINI, L.A. Y ZHANG, F. (2013). Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems. *Science*, 339(6121), 819–823.  
<https://doi.org/10.1126/science.1231143>
- DIÉGUEZ, A. (2017). *Transhumanismo. La búsqueda tecnológica del mejoramiento humano*. Herder Editorial.
- DOETSCHMAN, T., GREGG, R.G., MAEDA, N., HOOPER, M.L., MELTON, D.W., THOMPSON, S. Y SMITHIES, O. (1987). Targetted correction of a mutant HPRT gene in mouse embryonic stem cells. *Nature*, 330(6148), 576–578.  
<https://doi.org/10.1038/330576a0>
- DOUDNA, J.A. (2020). The promise and challenge of therapeutic genome editing. *Nature*, 578(7794), 229–236.  
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-1978-5>
- EVANS, M.J. Y KAUFMAN, M.H. (1981). Establishment in culture of pluripotential cells from mouse embryos. *Nature*, 292(5819), 154–156.  
<https://doi.org/10.1038/292154a0>
- FINN, J.D., SMITH, A.R., PATEL, M.C., SHAW, L., YOUNISS, M.R., VAN HETEREN, J., DIRSTINE, T., CIULLO, C., LESCARBEAU, R., SEITZER, J., SHAH, R.R., SHAH, A., LING, D., GROWE, J., PINK, M., ROHDE, E., WOOD, K.M., SALOMON, W.E., HARRINGTON, W.F., ... MORRISSEY, D.V. (2018). A Single Administration of CRISPR/Cas9 Lipid Nanoparticles Achieves Robust and Persistent In Vivo Genome Editing. *Cell Rep.*, 22(9), 2227–2235.  
<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2018.02.014>
- FOGARTY, N.M.E., MCCARTHY, A., SNIJDERS, K.E., POWELL, B.E., KUBIKOVA, N., BLAKELEY, P., LEA, R., ELDER, K., WAMAITHA, S.E., KIM, D., MACIULYTE, V., KLEINJUNG, J., KIM, J., WELLS, D., VALLIER, L., BERTERO, A., TURNER, J.M.A., Y NIAKAN, K.K. (2017). Genome editing reveals a role for OCT4 in human embryogenesis. *Nature*, 550(7674), 67–73.  
<https://doi.org/10.1038/nature24033>

- FRANGOUL, H., ALTSHULER, D., CAPPELLINI, D., CHEN, Y., DOMM, J., EUSTACE, B.K., FOELL, J., DE LA FUENTE, J., GRUPP, S., HANDGRETINGER, R., HO, T.W., KATTAMIS, A., KERNYTSKY, A., LEKSTROM-HIMES, J., LI, A.M., LOCATELLI, F., MAPARA, M.Y., DE MONTALEMBERT, M., RONDELLI, D., ... CORBACIOGLU, S. (2021). CRISPR-Cas9 Gene Editing for Sickle Cell Disease and  $\beta$ -Thalassemia. *The New England Journal of Medicine*, 384(3), 252–260.  
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2031054>
- GILLMORE, J.D., GANE, E., TAUBEL, J., KAO, J., FONTANA, M., MAITLAND, M.L., SEITZER, J., O'CONNELL, D., WALSH, K.R., WOOD, K., PHILLIPS, J., XU, Y., AMARAL, A., BOYD, A.P., CEHELKY, J.E., MCKEE, M.D., SCHIERMEIER, A., HARARI, O. MURPHY, A., ... LEBWOHL, D. (2021). CRISPR-Cas9 In Vivo Gene Editing for Transthyretin Amyloidosis. *The New England Journal of Medicine*, 385(6), 493–502.  
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2107454>
- GORDON, J.W. Y RUDDLE, F.H. (1982). Germ line transmission in transgenic mice. *Progress in Clinical and Biological Research*, 85(Pt B), 111–124.
- GORDON, J.W., SCANGOS, G.A., PLOTKIN, D.J., BARBOSA, J.A. Y RUDDLE, F.H. (1980). Genetic transformation of mouse embryos by microinjection of purified DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 77(12), 7380–7384.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.77.12.7380>
- JAENISCH, R. (1976). Germ line integration and Mendelian transmission of the exogenous Moloney leukemia virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 73(4), 1260–1264.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.73.4.1260>
- JAENISCH, R., FAN, H. Y CROKER, B. (1975). Infection of preimplantation mouse embryos and of newborn mice with leukemia virus: tissue distribution of viral DNA and RNA and leukemogenesis in the adult animal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 72(10), 4008–4012.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.72.10.4008>
- JAENISCH, R. Y MINTZ, B. (1974). Simian virus 40 DNA sequences in DNA of healthy adult mice derived from preimplantation blastocysts injected with viral DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71(4), 1250–1254.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.71.4.1250>
- JINEK, M., CHYLINSKI, K., FONFARA, I., HAUER, M., DOUDNA, J.A. Y CHARPENTIER, E. (2012). A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science*, 337(6096), 816–821.  
<https://doi.org/10.1126/science.1225829>
- KOBLAN, L.W., ERDOS, M.R., WILSON, C., CABRAL, W.A., LEVY, J.M., XIONG, Z.M., TAVAREZ, U.L., DAVISON, L.M., GETE, Y.G., MAO, X., NEWBY, G.A., DOHERTY, S.P., NARISU, N., SHENG, Q., KRILLOW, C., LIN, C.Y., GORDON, L.B., CAO, K., COLLINS, F.S., ... LIU, D.R. (2021). In vivo base editing rescues Hutchinson-Gilford progeria syndrome in mice. *Nature*, 589(7843), 608–614.  
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-03086-7>
- KOSICKI, M., TOMBERG, K. Y BRADLEY, A. (2018). Repair of double-strand breaks induced by CRISPR-Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements. *Nature Biotechnology*, 36(8), 765–771.  
<https://doi.org/10.1038/nbt.4192>
- LEDFORD, H. (2020). CRISPR gene editing in human embryos wreaks chromosomal mayhem. *Nature*, 583(7814), 17–18.  
<https://doi.org/10.1038/d41586-020-01906-4>

- LIANG, P., XU, Y., ZHANG, X., DING, C., HUANG, R., ZHANG, Z., LV, J., XIE, X., CHEN, Y., LI, Y., SUN, Y., BAI, Y., SONGYANG, Z., MA, W., ZHOU, C. Y HUANG, J. (2015). CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human tripronuclear zygotes. *Protein Cell*, 6(5), 363–372.  
<https://doi.org/10.1007/s13238-015-0153-5>
- LIU, N., HARGREAVES, V.V., ZHU, Q., KURLAND, J.V., HONG, J., KIM, W., SHER, F., MACIAS-TREVINO, C., ROGERS, J.M., KURITA, R., NAKAMURA, Y., YUAN, G.C., BAUER, D.E., XU, J., BULYK, M.L. Y ORKIN, S.H. (2018). Direct Promoter Repression by BCL11A Controls the Fetal to Adult Hemoglobin Switch. *Cell*, 173(2), 430–442.  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.03.016>
- LIU, Z., CAI, Y., WANG, Y., NIE, Y., ZHANG, C., XU, Y., ZHANG, X., LU, Y., WANG, Z., POO, M. Y SUN, Q. (2018). Cloning of Macaque Monkeys by Somatic Cell Nuclear Transfer. *Cell*, 174(1), 245.  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.01.036>
- MA, H., MARTI-GUTIERREZ, N., PARK, S.W., WU, J., LEE, Y., SUZUKI, K., KOSKI, A., JI, D., HAYAMA, T., AHMED, R., DARBY, H., VAN DYKEN, C., LI, Y., KANG, E., PARK, A.R., KIM, D., KIM, S.T., GONG, J., GU, Y., ... MITALIPOV, S. (2017). Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos. *Nature*, 548(7668), 413–419.  
<https://doi.org/10.1038/nature23305>
- MAEDER, M.L., STEFANIDAKIS, M., WILSON, C.J., BARAL, R., BARRERA, L.A., BOUNOUTAS, G.S., BUMCROT, D., CHAO, H., CIULLA, D.M., DASILVA, J.A., DASS, A., DHANAPAL, V., FENNELL, T.J., FRIEDLAND, A.E., GIANNOUKOS, G., GLOSKOWSKI, S.W., GLUCKSMANN, A., GOTTA, G.M., JAYARAM, H., ... JIANG, H. (2019). Development of a gene-editing approach to restore vision loss in Leber congenital amaurosis type 10. *Nature Medicine*, 25(2), 229–233.  
<https://doi.org/10.1038/s41591-018-0327-9>
- MALI, P., YANG, L., ESVELT, K.M., AACH, J., GUELL, M., DICARLO, J.E., NORVILLE, J.E. Y CHURCH, G.M. (2013). RNA-guided human genome engineering via Cas9. *Science*, 339(6121), 823–826.  
<https://doi.org/10.1126/science.1232033>
- MOJICA, F.J.M. Y MONTOLIU, L. (2016). On the Origin of CRISPR-Cas Technology: From Prokaryotes to Mammals. *Trends in Microbiology*, 24(10), 811–820.  
<https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.06.005>
- MOJICA, F.J.M., DÍEZ-VILLASEÑOR, C., GARCÍA-MARTÍNEZ, J. Y SORIA, E. (2005). Intervening sequences of regularly spaced prokaryotic repeats derive from foreign genetic elements. *Journal of Molecular Evolution*, 60(2), 174–182.  
<https://doi.org/10.1007/s00239-004-0046-3>
- MONTOLIU, L. (7 de noviembre de 2017). La otra cara de Dolly. *Blog Genética, en Naukas*:  
<https://montoliu.naukas.com/2017/11/07/la-otra-cara-de-dolly/>
- MONTOLIU, L. (2021). *Editando genes: recorta, pega y colorea. Las maravillosas herramientas CRISPR* (3ª edición). NextDoor Publishers.
- MUSUNURU, K., CHADWICK, A.C., MIZOGUCHI, T., GARCIA, S.P., DENIZIO, J.E., REISS, C.W., WANG, K., IYER, S., DUTTA, C., CLENDANIEL, V., AMAONYE, M., BEACH, A., BERTH, K., BISWAS, S., BRAUN, M.C., CHEN, H.M., COLACE, T.V., GANEY, J.D., GANGOPADHYAY, S.A., ... KATHIRESAN, S. (2021). In vivo CRISPR base editing of PCSK9 durably lowers cholesterol in primates. *Nature*, 593(7859), 429–434.  
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03534-y>
- PALMITER, R.D. Y BRINSTER, R.L. (1986). Germ-line transformation of mice. *Annual Review of Genetics*, 20, 465–499.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ge.20.120186.002341>

- PALMITER, R.D., BRINSTER, R.L., HAMMER, R.E., TRUMBAUER, M.E., ROSENFELD, M.G., BIRNBERG, N.C. Y EVANS, R.M. (1982). Dramatic growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothionein-growth hormone fusion genes. *Nature*, 300(5893), 611–615.  
<https://doi.org/10.1038/300611a0>
- RUAN, G.X., BARRY, E., YU, D., LUKASON, M., CHENG, S.H. Y SCARIA, A. (2017). CRISPR/Cas9-Mediated Genome Editing as a Therapeutic Approach for Leber Congenital Amaurosis 10. *Molecular Therapy*, 25(2), 331–341.  
<https://doi.org/10.1016/j.ymthe.2016.12.006>
- SANKARAN, V.G., MENNE, T.F., XU, J., AKIE, T.E., LETTRE, G., VAN HANDEL, B., MIKKOLA, H.K., HIRSCHHORN, J.N., CANTOR, A.B. Y ORKIN, S.H. (2008). Human fetal hemoglobin expression is regulated by the developmental stage-specific repressor BCL11A. *Science*, 322(5909), 1839–1842.  
<https://doi.org/10.1126/science.1165409>
- SERUGGIA, D., Y MONTOLIU, L. (2014). The new CRISPR-Cas system: RNA-guided genome engineering to efficiently produce any desired genetic alteration in animals. *Transgenic research*, 23(5), 707–716.  
<https://doi.org/10.1007/s11248-014-9823-y>
- SERUGGIA, D., FERNÁNDEZ, A., CANTERO, M., PELCZAR, P. Y MONTOLIU, L. (2015). Functional validation of mouse tyrosinase non-coding regulatory DNA elements by CRISPR-Cas9-mediated mutagenesis. *Nucleic Acids Research*, 43(10), 4855–4867.  
<https://doi.org/10.1093/nar/gkv375>
- STADTMAUER, E.A., FRAIETTA, J.A., DAVIS, M.M., COHEN, A.D., WEBER, K.L., LANCASTER, E., MANGAN, P.A., KULIKOVSKAYA, I., GUPTA, M., CHEN, F., TIAN, L., GONZALEZ, V.E., XU, J., JUNG, I.Y., MELENHORST, J.J., PLESA, G., SHEA, J., MATLAWSKI, T., CERVINI, A., ... JUNE, C.H. (2020). CRISPR-engineered T cells in patients with refractory cancer. *Science*, 367(6481), 7365.  
<https://doi.org/10.1126/science.aba7365>
- TAKAHASHI, K. Y YAMANAKA, S. (2006). Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell*, 126(4), 663–676.  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.07.024>
- THOMSON, J.A., ITSKOVITZ-ELDOR, J., SHAPIRO, S.S., WAKNITZ, M.A., SWIERGIEL, J.J., MARSHALL, V.S. Y JONES, J.M. (1998). Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science*, 282(5391), 1145–1147.  
<https://doi.org/10.1126/science.282.5391.1145>
- WILMUT, I., SCHNIEKE, A.E., MCWHIR, J., KIND, A.J. Y CAMPBELL, K.H. (1997). Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, 385(6619), 810–813.  
<https://doi.org/10.1038/385810a0>



**Resumen.** \_\_\_\_\_

La modificación del genoma humano a voluntad es una idea que ronda a los investigadores desde los años 70 del siglo pasado. Tras la aparición de las primeras técnicas de ingeniería genética y los sucesivos métodos de transgénesis que fueron desarrollándose posteriormente siempre estuvo presente el anhelo o temor de poder modificar el ADN humano. Sin embargo esto no se pudo constatar hasta 2013, con la aparición de las herramientas de edición genética CRISPR-Cas, que facilitaron y universalizaron los procedimientos de alteración genética dirigida, sobre genes específicos.

**Palabras clave.** Modificación genética; ADN recombinante; Transgénesis; Edición genética; CRISPR-Cas.

**Abstract.** \_\_\_\_\_

The modification of the human genome at will is an idea that has been around researchers since the 70s of the last century. After the appearance of the first genetic engineering techniques and the successive methods of transgenesis that were developed later, the desire or fear of being able to modify human DNA was always present. However, this could not be verified until 2013, with the appearance of the CRISPR-Cas gene editing tools, which facilitated and universalized the procedures of targeted genetic alteration, on specific genes.

**Key-words.** Genetic modification; Recombinant DNA; Transgenesis; Gene editing; CRISPR-Cas.

**Lluís Montoliu**

Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)

Centro de Investigación Biomédica en Red en Enfermedades Raras (CIBERER-ISCIII)

montoliu@cnb.csic.es

# El transhumano: retos para la moral y la educación \_\_\_

## The transhuman: challenges for morality and education \_\_\_\_\_

Rafael Robles Loro

### Introducción

Un rápido vistazo en *Google Académico*, el conocido buscador de documentos científicos, arroja la amplia cifra de 21.500 artículos en cuyo título aparece el término «transhumanism», lo que da cuenta de la importancia de un concepto que despierta gran interés intelectual desde el año 2002, fecha en que Francis Fukuyama publica su obra seminal *El fin del hombre* en la que analiza las consecuencias de la revolución biotecnológica en la humanidad.

Lo que en principio parecía que iba a ser una moda pasajera en la línea de la «*post-New Age*», las «homeopatías existenciales», las religiones *ad hoc*, la cinematografía distópica de masas o un nuevo filón de vaciedad para las relativistas filosofías postmodernas, ha pasado a constituir poco menos que, en terminología orteguiana, el tema filosófico de nuestro tiempo; y es que en el concepto de *transhumano* confluyen ciencia, filosofía y educación, cada una de las cuales aporta su intrínseca perspectiva en orden a dar una respuesta necesariamente transversal ante este acontecimiento singular.

En las próximas páginas nos vamos a centrar en la perspectiva educativa y moral así como en el crucial papel de ambas para atenuar los riesgos existenciales que en el futuro conllevará el surgimiento de la transhumanidad.

Pero antes de continuar con nuestro propósito de explorar la relación entre transhumanismo, moral y educación, es preciso aclarar al lector neófito qué es esa cosa llamada «transhumano». Entendemos por *transhumano* al hombre mejorado tanto en lo biológico como en lo tecnológico, lo que implica un aumento desmesurado de su longevidad, de su inteligencia, y de cualquier tipo de habilidad imaginable. Por otro lado, habría que diferenciarlo de *posthumano*, término que hace alusión al siguiente paso evolutivo que deja atrás la humanización para dar lugar a un nuevo ente que no tiene por qué ser mejor, simplemente es posterior y protagonista de un mundo que desde nuestra perspectiva actual nos parece o bien distópico o utópico, pero en absoluto similar a nuestra realidad como humanos. Es decir, todo transhumano es posthumano pero no todo posthumano alcanzará la transhumanidad.

No obstante, More (1990) indica que el transhumanismo no es tan contrario al humanismo a pesar de su lado obviamente preocupante:

*El transhumanismo es un conjunto de filosofías que buscan guiarnos hacia una condición poshumana. El transhumanismo comparte muchos elementos con el humanismo, incluyendo un respeto por la razón y la ciencia, un compromiso con el progreso y una apreciación de la existencia humana (o transhumana) en esta vida en lugar de en*

*alguna «vida» sobrenatural después de la muerte. El transhumanismo difiere, en cambio, del humanismo al reconocer y anticipar las alteraciones radicales en la naturaleza y en las posibilidades vitales que resultarán del desarrollo de diversas ciencias y tecnologías, como la neurociencia y la farmacología, las investigaciones sobre la extensión de la vida, la nanotecnología, la ultrainteligencia artificial, la exploración del espacio, combinado todo ello con una filosofía y un sistema de valores racionales. (p. 6)*

En cualquier caso, como veremos en las siguientes páginas, transhumanismo y posthumanismo, lejos de suponer una esperanza de mejora de la vida humana y, por ende, de mejoramiento moral, implica la posibilidad del fin del ser humano tal y como nos observamos hoy en día. Es así que seguimos la estirpe de Sócrates, con quien podríamos mantener una conversación inteligente a pesar del paso de los milenios; sin embargo, ello no sería posible con el Homo heidelbergensis. ¿Seremos para los transhumanos lo que los neandertales fueron para nosotros? ¿Merece la pena continuar la investigación en un ámbito humano en el que la educación se sustituye por la instrucción y la inducción, y a su vez, estas se ven sustituidas por la autoinstrucción que conduce a la autodeterminación de la máquina frente a la humanidad y a que, como está a punto de conseguir la empresa ROS (2021), los robots se entiendan entre sí? ¿No conducirá la pantagruélica capacidad de la Inteligencia Artificial de procesar la información al *infoocausto* o *hecatombinformación* de nuestra sociedad? ¿Se intentará ampliar el concepto de *persona no humana* al robot y no solo a ciertos simios, como sucede en la actualidad? Estas cuestiones deberán ser respondidas a corto plazo para tomar medidas que eviten un más que probable riesgo existencial para la humanidad. En lo que sigue se comparten algunos apuntes al respecto y, sobre todo, una serie de interrogantes que deberán ser respondidos antes de que los seres humanos se vean abocados a convivir con el transhumano o, lo más probable, a ser sustituido por este.

## Transhumanismo y moral

Antonio Diéguez (2017) argumenta que «el ser humano ha sido el más importante bioartefacto creado por el ser humano» (p. 148); sin embargo, es preciso ir más allá del propio humano en tanto que él mismo está siendo capaz de perfeccionar una tecnología que permite manipular la realidad lo cual lleva a plantearnos el interrogante acerca de en qué consiste lo real y las implicaciones morales de una realidad diseñada con programas informáticos: el ser humano no solo se está modificando a sí mismo sino que, a la par, trata de salvar su circunstancia modificando sus contextos. En este sentido, la física cuántica está empeñada en discernir en qué consiste la circunstancia, cuál es la materia del contexto humano, es decir, en qué consiste ese concepto denominado *cuantos*, ya que ese paradigma parece explicar gran parte de la realidad pero, tal y como explica Adam Becker (2018, p. 286), la realidad cuántica abre también nuevos posibles escenarios de realidad que no logran el consenso de la comunidad científica, planteando los siguientes interrogantes: «¿en qué consiste la realidad? ¿en ondas piloto? ¿en varios universos? ¿en un colapso espontáneo?».

Teniendo en cuenta la importancia de los nuevos contextos, Moor propone un listado de tecnologías que alteran la realidad y que por tanto transforman el modo del humano de estar en el mundo y, así, cambian su propia naturaleza; dicha lista está constituida por la *tecnología de la información*, la *maleabilidad lógica*, la *tecnología genética*, la *maleabilidad de la vida*, la *nanotecnología*, la *maleabilidad de materiales* y la *maleabilidad de la mente* (Moor, 2005). Entre ellas, las que suponen un reto claro para la moral es la *maleabilidad lógica*, que es la capacidad de programar el ordenador para que haga casi cualquier cosa que el programador desee, lo que convierte en sujeto moral al programador, no a la tecnología en sí. También las *tecnologías de maleabilidad de la mente* suponen un reto moral que deberá ser resuelto antes de que estas tecnologías se pongan masivamente en marcha. Algunos de los interrogantes morales que plantean estas tecnologías de los nuevos mundos mentales serían: ¿es moral el científico deseoso de crear un transhumano a cualquier precio? ¿Concluirá la mejora moral acelerada que es moral la maleabilidad lógica descontrolada? ¿El mejoramiento moral acelerado por la tecnología, conducirá a una moral que estime inmoral acelerar la moral?

Si bien es cierto que estas características podrían evolucionar al lento ritmo de la evolución darwiniana, el ser humano es capaz de acelerar exponencialmente el proceso lo cual no supondría una afrenta moral pues, como afirma Diéguez (2017), «si la evolución biológica cambia esas características, no se ve por qué razón no debiera cambiarlas el propio ser humano a través de la tecnología» (p. 145). No es más que una cuestión de tiempo, millones de años, quizá, condensados en un par de meses.

Igualmente, hablar de tecnología y su relación con la moral nos invita a imaginar situaciones de un futuro más o menos cercano en el que la utopía se convierte en una distopía y la condición humana se dibuja y desdibuja por la tecnología cada vez más poderosa pero “con rostro humano”. Escritores como Delillo (2011) han pensado a ese hombre previo al transhumano en lo que sería un ejercicio de ética especulativa:

*Qué sorpresa supuso el abrimme paso a través del borde exterior de uno de los grupos más nutridos y descubrir que mi propio hijo se encontraba en el centro, hablando con voz recién descubierta y acento de entusiasmo ante la catástrofe incontrolada. Hablaba acerca del escape tóxico a la atmósfera de un modo técnico, si bien no podía evitar que sus palabras denotaran un tono de revelación profética. Pronunciaba el nombre del producto —Niodeno Derivado— con un deleite indecoroso, complaciéndose morbosamente con el sonido mismo de las palabras. (p. 175)*

La mejora tecnológica no tiene por qué conllevar una mejora moral a no ser que la tecnología se aplique concretamente en el mejoramiento moral. Es por ello por lo que Cortina (2011) lanza una importante pregunta acerca de si «el fin moral de los seres humanos es sobrevivir a secas, o si consiste en vivir bien, y, en el caso de que la meta moral consistiera en vivir bien, qué implicaría ese “bien”» (p. 89). Y es este uno de los criterios para tener en cuenta a la hora de valorar la relación entre tecnología y moral: ¿el criterio de moralidad viene dado en mayor grado por la supervivencia, por la vida buena, por ambas o por ninguno de estas? No nos cabe duda acerca de que el mejoramiento humano, por definición, logra multiplicar los años de vida de los humanos-transhumanos pero sí dudamos de que esto sea moral; el mero *conatus* spinoziano, el permanecer en el ser, es un convincente criterio moral que se tambalea con el surgimiento del transhumano; es un requisito indispensable la permanencia en el ser siempre que ello obedezca a un “vivir bien”. Pero bien plantea la cuestión Cortina —“¿Y qué es vivir bien?”— a lo que añadimos nosotros: ¿en qué podría diferir el vivir bien del humano del vivir bien del transhumano?

De este modo Spinoza (2000) afirma en su *Ética demostrada según el orden geométrico* que «cada cosa, en cuanto está en ella, se esfuerza por perseverar en su ser» (p. 132). Igualmente indica que «el conato con el que cada cosa se esfuerza en perseverar en su ser, no es nada más que la esencia actual de la misma» (p. 133) concluyendo que «nosotros no nos esforzamos, queremos, apetecemos ni deseamos algo porque juzgamos que es bueno, sino que, por el contrario, juzgamos que algo es bueno porque nos esforzamos por ello, lo queremos, apetecemos y deseamos» (p. 134). De este modo atentaría contra la moral todo aquello que nos desviara de nuestra permanencia en el ser, así el no uso de la tecnología que favorece seguir en nuestro ser sería inmoral, es decir, es inmoral no intentar mejorar. No obstante, el uso de una tecnología cuyo objetivo fuera nuestra permanencia en el ser pero que por ello mismo nos transformara en otro ser, dejaría de ser moral. En otras palabras: si permanecer en el ser nos abocara a un nuevo ser, habría que huir del imperativo spinoziano. ¿Es el transhumano simplemente la consolidación del humano, esto es, de un humano sin sus vaivenes existenciales, sin sus vulnerabilidades biológicas y si sus alteraciones mentales?

En resumidas cuentas, la tecnología sería compatible con la moral si permite el establecimiento de cuatro criterios: a) una buena vida, b) la permanencia en nuestro ser, y exclusivamente de nuestro ser, c) si tiene en cuenta los principios kantianos y d) si dicha tecnología está diseñada de modo epicúreo —para minimizar el sufrimiento y maximizar la felicidad—. En este último sentido escribe Harari (2017) que

*La ciencia siempre puede resolver dilemas éticos porque los valores humanos siempre ocultan en su interior algunas declaraciones fácticas. Harris cree que todos los humanos compartimos un único valor supremo (minimizar el*

*sufrimiento y maximizar la felicidad), y que todos los debates éticos son argumentos fácticos que se refieren a la manera más eficaz de maximizar la felicidad. (p. 221)*

Por otro lado, este es el aviso que ya nos dejó Aristóteles como nos recuerda Hans Blumenberg (2013) en su Historia del espíritu de la técnica:

*La supuesta doble tradición aristotélica, según la cual la técnica puede ser tanto una imitación de la naturaleza como una transgresión de sus leyes, estándole permitido al ser humano servirse de esos dos caminos para aligerar su carga. Ambas vías llevarían a un único fin: que el hombre tenga plenos poderes para dominar la naturaleza y disponer de ella. (p. 22)*

Esto tiene consecuencias para la moralidad en tanto que no es lo mismo que el hombre maneje la tecnología para cambiarse a sí mismo en un acto *revolucionario* a que la tecnología no deje de ser un paso más de la naturaleza por el que esta modela y moldea al ser humano. La última es amoral pues no se puede juzgar moralmente la naturaleza, pero la primera es moral porque en el momento en que interviene la libertad humana para obrar sobre sí mismo es posible calibrar su grado de bondad. Una buena analogía la propone Blumenberg (2013) más adelante cuando se pregunta «si ha sido la naturaleza o la humanidad la que produjo los zapatos» (p. 74).

En este sentido, la relación entre tecnología y moral se observa con mayor nitidez en el paroxismo que supone la actualización tecnológica de la naturaleza humana. De este modo, Savulescu y Persson (2012) están en contra de las objeciones que se hacen al biomejoramiento moral, sobre todo la que afirma que comprometería la libertad de actuar inmoralmente y que minaría la autonomía personal:

*El mejoramiento moral de actitudes como el altruismo y el sentido de la justicia no minarían la libertad de elección —no haría a la gente menos libre que aquellos que son más morales hoy en día—. Incluso si nuestra libertad de elegir consistiera en nuestras elecciones no del todo determinadas causalmente, no se puede despreciar el mejoramiento moral —más bien esta libertad significa que hay límites a la efectividad al mejoramiento moral, sean de tipo tradicional o biomédicos.*

Se trata de una afirmación polémica, aparentemente atractiva, y es que, en principio, ningún transhumanista ni su contrario, bioconservador, han argumentado una propuesta de libertad ilimitada en tanto que hay acciones que no podemos practicar en tanto que el ejercicio de la libertad siempre está limitado por el contexto y por nuestras capacidades, capacidades que por muy mejorado que esté el transhumano, siempre serán susceptibles de mejorar. En este mismo sentido y en otra de sus obras, Savulescu y Persson (2008) afirman que

*Las artes marciales han otorgado a las personas poderes superiores para la lucha. Pero ha sido una parte integral de muchas de las artes marciales orientales educar moralmente al combatiente en el despliegue de este poder. Se han relacionado con el desarrollo espiritual, que se considera un requisito previo para aprender el arte físico. Del mismo modo, la mejora moral debe acompañar a la mejora cognitiva, ya que esta última es un medio que podría ser utilizado tanto para buenos como para malos usos. (p. 175)*

En otro orden de cosas, en el análisis de la relación entre tecnología y moral entra en juego el movimiento transhumanista cuya intervención en la red es muy activa y que en páginas como *Deepmind* (Hassabis et al., s.f.) pretenden ayudar a la sociedad a adelantarse a los efectos morales que tendrán las tecnologías sobre las personas. Más allá de esos nombres ampulosos que utilizan (*Deepmind* significa «mente profunda»), si uno explora con especial detenimiento esta página digital, llega a las siguientes conclusiones de carácter abiertamente ambicioso y de contenidos claramente utópico:

- a) Quieren, como afirman llamativamente en la portada, que la Inteligencia Artificial beneficie al mundo, así que deben pensar cuidadosamente cómo se construye y se utiliza.

- b) Quieren una IA carente de sesgos e injusticias.
- c) Quieren que se construyan sistemas informáticos que inventen nuevas ideas, pero que también se comporten tal y como la humanidad quiere que se comporten.
- d) Quieren anticipar los riesgos a corto y medio plazo y resolverlos.

Una línea similar en cuanto a la preocupación moral sobre la tecnología lo mantiene la Universidad de la Singularidad (Diamandis et al., s.f.) que, como indica Armesilla Conde (2018, p. 58) considera los siguientes grandes retos morales y globales:

1. Alimentar a la creciente población mundial.
2. Llevar la educación a todos los rincones del planeta.
3. Asegurar el acceso a agua potable en todo el mundo.
4. Vigilar por la seguridad global.
5. Asegurar los servicios básicos de salud.
6. Promover el acceso sostenible a la energía.
7. Cuidar del medio ambiente.
8. Poner fin a la pobreza.

El nombre de dicha Universidad alude al momento de la singularidad en el que las máquinas superarán a los seres humanos y serán capaces de replicarse sin depender de una especie humana que, hasta el momento, las programaba. Tal y como se indica en su página, su objetivo es construir un futuro mejor para todos a partir del uso de tecnologías del aceleramiento como la inteligencia artificial, la robótica y la biología digital, aportando soluciones en áreas de la salud, medio ambiente, seguridad, educación, energía, alimentación, prosperidad, agua, espacio, control de desastres, refugios y gobernanza. De todos estos aspectos interesa para nuestro trabajo el relativo a la educación que analizaremos en el siguiente apartado. Está claro el compromiso moral de esta empresa tecnológica, pero no queda clara—como también sucede con todo aquel que reflexiona sobre el impacto de la tecnología— la forma que proponen de articularla y de aplicarla. No en vano los objetivos de la polémica “agenda 2030” a la que tantos Estados se han adherido, parece estar inspirada en los objetivos de los pensadores transhumanistas como los mostrados en estas *webs*.

Otras iniciativas pragmáticas que tratan de pensar y actuar desde la moral ante los retos que presenta la tecnología es *Partnership on AI* (Glover Blackwell, s.f.). Esta iniciativa, de la que forman parte las empresas tecnológicas de mayor impacto a nivel global, pretende los siguientes objetivos para la inteligencia artificial: que la IA sea segura, crítica, transparente, justa, responsable, que genere empleo y riqueza, que fomente la colaboración entre las personas y los sistemas de IA, que reflexione sobre la influencia de la IA en la sociedad y sus aportaciones al bien común.

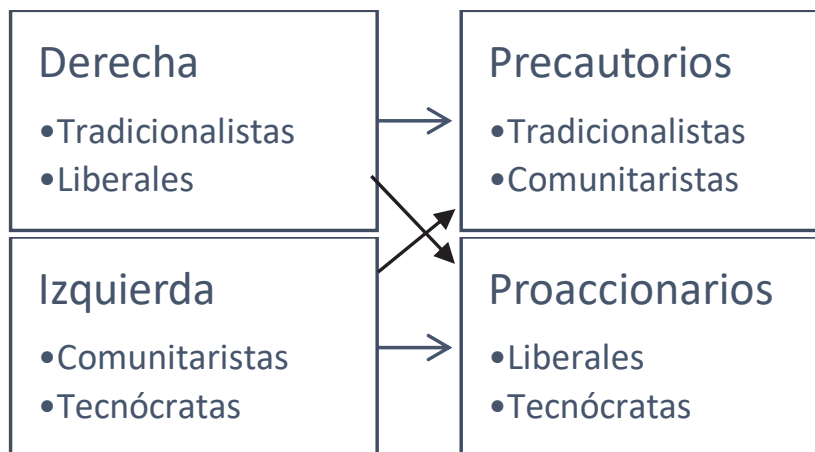
Por otro lado, las instituciones políticas a través de las cuales se legisla y se vertebran las decisiones morales, juegan también un papel importante ya que la biotecnología cambiará las sensibilidades político-morales tal y como vaticina Antonio Diéguez (2017) y que resumimos en la Figura 1:

*El eje de la política girará 90 grados, y lo hará en función de la actitud que se tome frente a la biotecnología y, en concreto, frente a la cuestión del transhumanismo. Hasta ahora, la derecha integraba a tradicionalistas y a liberales (libertarian) y la izquierda a comunitaristas y a tecnócratas. En el futuro, lo políticamente decisivo será si se apuesta o no por la transformación radical del ser humano por medio de la tecnología. Eso hará que tradicionalistas y comunitaristas se agrupen en el bando de los «precautorios» (precautionaries), mientras que los liberales y los tecnócratas se agruparán en el bando de los «proaccionarios» (proactionaries), que constituirán, por decirlo así, la nueva izquierda; una izquierda desacomplejada frente a la tecnología (a diferencia de buena parte de la izquierda ecosocialista actual, que vive temerosa y acomplejada frente al desarrollo tecnológico). Ni que decir tiene que no me*

*considero afectado por esta reclasificación del ámbito ideológico en política.* (p. 153)

**Figura 1**

*Cambios políticos si se apuesta o no por la transformación radical del ser humano por medio de la tecnología*



*Nota.* Basado en Diéguez (2017)

Y es que estas cuatro sensibilidades políticas, alteradas por el surgimiento de la posibilidad de cambiar la naturaleza humana, deberán afrontar, por ejemplo, cuestiones morales como la legislación acerca de los algoritmos porque, una vez creados, no hay ningún ser humano responsable de las sucesivas decisiones que estos vayan adoptando. En cuanto a la premonición de la que nos avisa Diéguez, habría que sumar un paso más que daría el liberalismo tal y como indica Harari (2017):

*El liberalismo está amenazado no solo por la idea filosófica de que “no hay individuos libres”, sino más bien por tecnologías concretas. Estamos a punto de enfrentarnos a un aluvión de dispositivos, herramientas y estructuras utilísimos que no dejan margen para el libre albedrío de los individuos humanos. ¿Podrán la democracia, el mercado libre y los derechos humanos sobrevivir a este aluvión?* (p. 336)

En cualquier caso, los hay que llevan esta redistribución política al extremo, asegurando que «la obsoleta guerra obrero/empresario está dando paso a la más temible pugna jóvenes/viejos y que la obsoleta guerra izquierda/derecha dará paso a la de humano/máquina» (Latorre, 2019, p. 177). A lo que nosotros no tenemos más remedio que añadir que la obsoleta guerra humano/máquina dará lugar algún día a la de máquina/transhumano.

Todas estas teorías de política ficción están cada vez más cerca; no dejan de apelar a curiosos eufemismos para evitar lo que sí son problemas sociales, económicos y políticos de fondo: incremento de la plutocracia y la tecnocracia (embellecidas ambas por la meritocracia), incremento de la desigualdad y degradación de las condiciones laborales. Empezarán a surgir partidos políticos que lleven entre sus programas dicha sensibilidad moral por las nuevas tecnologías (ya existe el Partido Transhumanista). La derecha y la izquierda parece que serán, en breve, parte del pasado, pero surgirán nuevos retos que deberán ser resueltos desde perspectivas políticas tradicionales como, por ejemplo, lo que plantea O´Connell (2017, p. 13) en cuanto a que será la gente más inteligente la que acceda con mayor facilidad a las tecnologías de mejora de la inteligencia lo cual generará, por tanto, nuevos estamentos sociales; habría que diseñar, de este modo, un proyecto político que contemplase la justicia social de facilitar dicha tecnología a los

menos inteligentes. La correlación entre coeficiente de inteligencia y posiciones de poder está muy bien acreditada y no parece que tenga solución fácil; menos todavía en una sociedad que justifica la desigualdad por la meritocracia, de la que es parte activa el sistema educativo. Y es precisamente este crucial asunto educativo al que dedicamos el siguiente apartado no sin antes citar las inquietantes palabras de Diéguez (2017) refiriéndose a la moral y educación que posiblemente está por venir: «Hay algo que parece claro: podemos ser mejores en nuestra conducta moral tan solo con un poco de electricidad aplicada en el lugar adecuado» (p. 94).

## Transhumanismo y Educación

Tras el previo recorrido por algunas de las implicaciones y retos morales planteados por el transhumanismo, es preciso hacer lo propio con algunas de las implicaciones educativas. Parafraseando la ley de Moore<sup>1</sup>, y dejándonos llevar por la hipérbole, el número de filósofos que predicen el no surgimiento del transhumano se duplica cada dieciocho meses, y el de los científicos cada seis. Sin embargo, el sentido común nos indica que probablemente el transhumano ya ha nacido: mi hijo de tres años cuando enferme dentro de sesenta podrá acceder a una medicina hoy por hoy inimaginable que le permitirá vivir otros ochenta años más, y dentro de 140 años, él —todavía vivo— disfrutará del alivio de mejores técnicas que podrán duplicar su vida y así sucesivamente. Igualmente, sus capacidades cognitivas, de la mano de las mejoras biológicas, construirán un mundo más inteligente en el que la mejora moral de la humanidad será inevitable en tanto que parece que inteligencia y comportamiento moral son correlativos como nos enseñara Sócrates y nos demuestran ahora los científicos tal y como señala Savulescu (2019). ¿Qué papel jugará por tanto la educación en un contexto semejante?

Platón propuso en *República* dos cuestiones que afectan tangencialmente a la educación: qué método educativo aplicar y qué se debe enseñar; concluyó que el mejor método es el dialéctico y el contenido a enseñar el de la virtud. Es así que las actuales tecnologías educativas tienen su razón de ser en tanto que faciliten el diálogo socrático, que incentiven al docente-facilitador para actuar de *partera* de conocimientos entre sus discentes y que les motiven para ser virtuosos, es decir, reflexivos y calculadores de un justo medio en el que reside la mejor opción moral; en definitiva, la educación verdadera es la educación en *habilidades morales*.

Sin embargo, está mejorando un tipo de tecnología de corte instrumental, ajena a las habilidades morales, que va más allá de la facilitación del diálogo y de la extensión de la comunicación sincrónica y diacrónica sin apenas limitaciones geográficas: la tecnología que permite *educar* directamente, sin intermediadores tales como la voluntad del estudiante. En realidad se trata de distopías en las que se propone programar directamente el cerebro con lo que, pragmáticamente, precise aprender y los temas a incorporar ya no serán necesarios en tanto que método y temas coinciden: los fines coinciden con los medios, la razón instrumental bastaría como criterio, pues todo tipo de aprendizaje recaería sobre este criterio.

Lo descrito supone una confusión entre educación e instrucción. Las nuevas tecnologías de la mente permiten instruir, pero en nada educan. Es más, dichas tecnologías van un paso más allá en tanto que en vez de instruir inducen. Podríamos denominarlas *tecnologías de la inducción*.

Sin entrar en conceptualizaciones de mayor complejidad, el diccionario básico de la Real Academia recoge las siguientes definiciones:

---

<sup>1</sup> Ley, o más bien conjetura en tanto que se ha comprobado falsa, que afirma que los microprocesadores duplican cada dos años el número de sus transistores, incrementando exponencialmente su capacidad de cálculo.



*Educar: 2. tr. Desarrollar o perfeccionar las facultades intelectuales y morales del niño o del joven por medio de preceptos, ejercicios, ejemplos.*

*Instruir: 2. tr. Comunicar sistemáticamente ideas, conocimientos o doctrinas.*

*Inducir: 1. tr. Mover a alguien a algo o darle motivo para ello.*

A diferencia de la instrucción —más proclive a ignorar la dimensión ética de la educación, o por lo menos a dejarla entre paréntesis—, la educación es una tarea fundamental e intrínsecamente moral. En este sentido siempre se precisará de la figura humana para educar; por el contrario, para inducir comportamientos, costumbres, valores que rompan con los anteriores se requiere de algo más contundente como son las técnicas de inducción donde juegan un papel relevante las tecnologías que están por venir y que determinarán al transhumano. Y es que nuestra tesis es que al transhumano no se le educará sino que se le inducirá y, como nos enseñó el psicólogo Burrhus Skinner, se le condicionará, con lo cual pierde un elemento fundamental de la naturaleza humana como es el de la posibilidad del error, el de la capacidad de renegar de la educación que se le quiera imponer y, en definitiva, se le extirpa la posibilidad de soslayar la instrucción a la que le obligan ciertas fuerzas externas.

A continuación, veremos el problema de la mejora de las capacidades cognitivas y como favorecen la aparición de tecnologías inductivas en vez de tecnologías educativas.

Argumenta Stuart Russell en *Human Compatible* (2019) que

*los algoritmos aprenden a modificar su medio ambiente —en este caso, la mente del usuario— para maximizar su propia recompensa. Las consecuencias incluyen el resurgimiento del fascismo, la disolución del contrato social que apuntala las democracias por todo el mundo, y potencialmente el fin de la Unión Europea y de la OTAN. Nada mal para unas pocas líneas de código. (p. 11)*

Algo exageradas podrían parecer sus palabras; sin embargo, la posibilidad, si no una alta probabilidad, es evidente. Por ello es preciso centrarse en los objetivos, es decir, las máquinas, los humanos y los transhumanos deben aspirar al mismo objetivo, por lo que han de estar educados-programados para desear lo mismo. Si no es así, se produciría un importante riesgo existencial para la humanidad. De este modo se debería favorecer el surgimiento de un transhumano cuyas acciones sean compatibles con los objetivos humanos, pero los nuevos avances científicos hacen sospechar que esto no pueda llegar a ser posible; por ejemplo, Xudong Ji y su equipo (2021) ya han fabricado una máquina que puede aprender exactamente igual a como aprende un cerebro, liberándose, por tanto, de la fiscalidad humana y ajeno a un control de índole moral.

Así habría dos tipos de impacto de las tecnologías educativas, uno estaría en la línea de aplicar directamente tecnología sofisticada al cuerpo humano; en este sentido una buena metáfora es el rápido aprendizaje de Neo en la primera parte de *Matrix*, cuando aprende a pilotar un helicóptero en cinco minutos; o el uso de dopaje, propuesto, entre otros, por Savulescu en su artículo «Moral Enhancement, Freedom and the God Machines» (2012). El otro impacto iría en la línea de la invasión de las tecnologías en el aula —donde sí cabría la falsa innovación que eso lleva consigo— al estilo de lo que narra uno de los capítulos de la serie televisiva *Black Mirror* acerca de la obsesión por los me gusta o el chip de vigilancia permanente del niño y adolescente; también van en este sentido las profecías sobre la desaparición de las universidades gracias a los MOOC (Massive Open Online Course).

Por otro lado, si en el apartado anterior argumentábamos que moral e inteligencia están correlacionadas, lo mismo sucede con la educación. De este modo afirma Roberto Colom (2018) que

*La evidencia acumulada a lo largo de décadas de investigación muestra que la inteligencia, definida como la capacidad general para razonar, resolver problemas y aprender, es el factor psicológico que mejor predice el éxito académico y los logros sociales más allá de la escuela. Esa evidencia también demuestra que las capacidades*

*cognitivas se pueden mejorar, aunque eso supone satisfacer una serie de requisitos que generalmente se ignoran. Es preocupante que las autoridades educativas le den la espalda a los hechos que demuestran los beneficios sociales que podría reportar una mejora de las capacidades cognitivas o intelectuales en la población. Filosofía para Niños contribuye a mejorar las capacidades cognitivas porque satisface el requisito básico de los programas eficaces: mantener la estimulación a largo plazo, durante los años que dura la enseñanza obligatoria. Solamente los ambientes estimulantes persistentes alcanzan el objetivo de mejorar las capacidades. (p. 470)*

Pero no solo la inteligencia es una de las características que definen la naturaleza de la persona, también, como argumenta Clark (2003, p. 10), lo que nos distingue como humanos es «nuestra capacidad de reestructurar y de reconstruir nuestros circuitos mentales»; ¿no es esta una extraordinaria definición de educación? Pero ¿qué será del humano cuando los circuitos mentales sean prescindibles? ¿No se está enseñando ya a los estudiantes a prescindir de sus circuitos mentales y que obtengan la sabiduría necesaria de un momento en un buscador de internet? ¿No es preciso recordar el aviso platónico acerca de la inhumanidad de la escritura en detrimento de la memoria? ¿La escritura, que permitió extender la mente, no fue el primer paso hacia la transhumanización? Algo ingenuas son las siguientes palabras de Clark (2011) pues su premonición ya es presente: «Quizás en un futuro lejano podamos conectar a nuestro cerebro distintos módulos de ayuda: por ejemplo, un módulo de memoria a muy corto plazo cuando lo necesitemos» (p. 71). No obstante, la educación también hay que entenderla como el procedimiento mediante el cual se facilita el desdoblamiento de la mente, es decir, educar es facilitar la creación de una mente extendida.

Pero si Diéguez nos avisaba más arriba acerca de que quizá educar consistirá en el futuro en aplicar electricidad en los cerebros, otros como Harari (2017, p. 52), van más allá dejando caer que sería más eficaz cambiar la bioquímica de los alumnos, y es que ya contamos con un arsenal biomédico que ayuda en el proceso de enseñanza aprendizaje:

- Ritalin (atención y rendimiento intelectual).
- Provigil (memoria a corto plazo y capacidad de planificar).
- Prozac (cognición y estado de ánimo).
- Eritropoyetina (resistencia física).
- Oxitocina (empatía).
- Dopamina (esperanza, interés, tendencias políticas...).
- Propanolol (reduce el racismo).

Para más inri, el mejoramiento cognitivo debido a drogas tiene aceptación en ciertos ámbitos, como afirman en el estudio «Public Opinion on Cognitive Enhancement Varies across Different Situations» (Dinh et al., 2020). Dicha aceptación, según los autores, viene marcada por la presión de los colegas, la influencia de las figuras de autoridad y la competencia. Parece evidente que en cuanto estas u otras sustancias similares carezcan de efectos secundarios la humanidad se verá abocada a un nuevo proceso inductivo (lamentablemente no educativo) electro-farmacológico.

Si arrastramos nuestra argumentación por una pendiente es inevitable que nos conduzca a la profecía de Kurzweil (2012), que compartimos a continuación, pero que consideramos, en efecto, que no es más que otra delirante consecuencia de una ilusa falacia de la pendiente resbaladiza:

*Aumentaremos el control sobre nuestros destinos, nuestra mortalidad estará en nuestras propias manos, podremos vivir tanto como queramos (que es un poco diferente a decir que viviremos para siempre), comprenderemos enteramente el pensamiento humano y expandiremos y aumentaremos enormemente su alcance. Como consecuencia, al final de este siglo la parte no biológica de nuestra inteligencia será billones de billones de veces más poderosa que la débil inteligencia humana producto de la biología. [...]*

*La singularidad constituirá la culminación de la fusión entre nuestra existencia y pensamiento biológico con nuestra tecnología, dando lugar a un mundo que seguirá siendo humano pero que trascenderá nuestras raíces biológicas. En*

*la post-singularidad, no habrá distinción entre humano y máquina o entre realidad física y virtual. (pp. 9-10)*

Las profecías transhumanistas, no desdeñables y absolutamente preocupantes, se enfrentan a las más comedidas posiciones bioconservadoras. La educación, hoy por hoy, debe entrar en el ámbito de lo bioconservador, mientras que el transhumanismo es cuestión de instrucción e inducción. Es decir, la moral y la educación están del lado de los bioconservadores. Discrepamos, por tanto, con las palabras de Antonio Diéguez (2017), quien en las siguientes palabras muestra cierta equidistancia, a pesar de que él no acepte ser etiquetado como transhumanista:

*Que consigamos ser más inteligentes o moralmente mejores mediante la educación o mediante ingeniería genética no ofrece diferencia ética alguna digna de consideración, del mismo modo que no tiene por qué recibir diferente cualificación ética el que se quiera aumentar la estatura media de la población mediante mejoras en la alimentación y los cuidados médicos o mediante mejoras genéticas libremente aceptadas. (p. 127)*

## Conclusión

En las páginas anteriores hemos planteado diversos retos que el surgimiento del transhumano plantea tanto a la moral como a la educación, así como el crucial papel de ambas para atenuar los riesgos existenciales que en el futuro conllevará el surgimiento de la transhumanidad. Además, en nuestro recorrido han ido apareciendo preguntas que hoy por hoy siguen abiertas; este es el listado:

1. ¿Es el transhumano un cambio de clase o es un cambio de grado?
2. ¿Queremos transhumanos kantianos?
3. ¿Qué consecuencias tendrá que los robots se entiendan entre sí?
4. ¿Conducirá la pantagruélica capacidad de la Inteligencia Artificial de procesar la información al *infolocausto* o *hecatombinformación* de nuestra sociedad?
5. ¿Se intentará ampliar el concepto de *persona no humana* al robot y no solo a ciertos simios, como sucede en la actualidad?
6. ¿Es moral el científico deseoso de crear un transhumano a cualquier precio?
7. ¿El mejoramiento moral acelerado por la tecnología conducirá a una moral que estime inmoral acelerar la moral?
8. ¿El criterio de moralidad viene dado en mayor grado por la supervivencia, por la vida buena, por ambos o por ninguno de estos?
9. ¿En qué podría diferir el vivir bien del humano del vivir bien del transhumano?
10. ¿Qué papel jugará la educación en un contexto de capacidades cognitivas casi infinitas?
11. ¿No es preciso recordar el aviso platónico acerca de la inhumanidad de la escritura en detrimento de la memoria?
12. ¿La escritura, que permitió extender la mente, no fue el primer paso hacia la transhumanización?

Mientras esperamos que algún día pueda responderse a estas preguntas, es probable que surja la *humanoia* —un transhumanismo debido a la aparición de una inteligencia artificial (IA) que convierta en obsoletos a los seres humanos actuales— o que surja la *humanobia* —un transhumanismo derivado de una manipulación genética profunda del ser humano actual, dando paso a una nueva especie—. Es por esta posibilidad —y otras inimaginables a las que nos enfrentaremos en los próximos años— por lo que las Naciones Unidas van por el buen camino en la búsqueda de consensos globales acerca de una ética de la inteligencia artificial en el que la educación jugará un papel relevante (Grupo Especial de Expertos (GEE), 2020); si no es así, los peores designios del transhumanismo se harán realidad.

## Bibliografía

---

- ARMESILLA CONDE, S.J. (2018). ¿Es posible un transhumanismo marxista?. *Eikasia*, 49-86. Obtenido de: <http://revistadefilosofia.com/82-02.pdf>
- BECKER, A. (2018). *What is Real? The Unfinished Quest for the Meaning of Quantum Physics*. John Murray.
- BLUMENBERG, H. (2013). *Historia del espíritu de la técnica* (Trad. P. Madrigal). Pre-Textos.
- CLARK, A. (2003). *Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence*. Oxford University Press.
- CLARK, A. Y CHALMERS, D. (2011). *La mente extendida*. KRK.
- COLOM, R. (2018). ¿Se puede mejorar las capacidades cognitivas?. En F. García Moriyón, E. Duthie y R. Robles Loro (Ed.), *Parecidos de familia. Propuestas actuales en Filosofía para Niños*. Anaya.
- CORTINA, A. (2011). *Neuroética y neuropolítica*. Tecnos.
- DELILLO, D. (2011). *Ruido de fondo* (Trad. C. Gian). Austral.
- DIAMANDIS, P.H., KURZWEIL, R., ANDERSON, E.J., STONE, L., JAIN, N. Y LEONARD, S. (s.f.). *Singularity Group*. Recuperado el 6 de diciembre de 2021 de: <https://www.su.org/>
- DIÉGUEZ, A. (2017). *Transhumanismo. La búsqueda tecnológica del mejoramiento humano*. Herder.
- DINH, C., HUMPHRIES, S. Y CHATTERJEE, A. (16 de noviembre de 2020). Public Opinion on Cognitive Enhancement Varies across Different Situations. *AJOB Neuroscience*, 11(4), 224–237. <https://doi.org/10.1080/21507740.2020.1811797>
- FUKUYAMA, F. (2003). *El fin del hombre*. Ediciones B.
- GLOVER BLACKWELL, A. (s.f.). *Partnership pn AI*. Recuperado el 6 de diciembre de 2021 de: <https://partnershipnai.org/>
- GOOGLE ACADÉMICO. (s.f.). Recuperado el 1 de diciembre de 2021 de: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=transhumanism&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=transhumanism&btnG=)
- GRUPO ESPECIAL DE EXPERTOS (GEE). (2020). *Anteproyecto de recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. Obtenido de: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373434\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373434_spa)
- HARARI, Y.N. (2017). *Homo Deus. Breve historia del mañana*. Debate.
- HASSABIS, D., LEGG, S., IBRAHIM, L., KAVUKCUOGLU, K. Y MURDOCH, C. (s.f.). *Deepmind*. Recuperado el 6 de diciembre de 2021 de: <https://deepmind.com/safety-and-ethics>
- Ji, X., PAULSEN, B.D., CHIK, G.K.K., WU, R., YIN, Y., CHAN, P.K.L. Y RIVNAY, J. (2021). Mimicking associative learning using an ion-trapping non-volatile synaptic organic electrochemical transistor. *Nature communications*, 12(1), 2480. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22680-5>
- KURZWEIL, R. (2012). *La singularidad está cerca. Cuando los humanos trascendamos la biología*. Lola Books.
- LATORRE, J. (2019). *Ética para máquinas*. Ariel.

- MOOR, J.H. (2005). Why we need better ethics for emerging technologies. *Ethics and Information Technology*, 7(3), 111–119.  
<https://doi.org/10.1007/s10676-006-0008-0>
- MORE, M. (1990). Transhumanism: Toward a Futurist Philosophy. *Extropy*, 6–11.
- O ´CONNELL, M. (2017). *To Be a Machine*. Granta.
- ROBOT OPERATING SYSTEM (ROS). (2021). Recuperado el 6 de Diciembre de 2021 de:  
<https://www.ros.org/>
- RUSSELL, S. (2019). *Human Compatible. Artificial Intelligence and the problem of Control*. Penguin Random House.
- SAVULESCU, J. Y PERSSON, I. (2008). The Perils of Cognitive Enhancement and the Urgent Imperative to Enhance the Moral Character. *Journal of Applied Philosophy*, 25(3), 162–177.  
<https://doi.org/10.1111/j.1468-5930.2008.00410.x>
- SAVULESCU, J. Y PERSSON, I. (julio de 2012). Moral Enhancement, Freedom and the God Machine. *Monist*, 95(3), 399–421.  
<https://doi.org/10.5840/monist201295321>
- SAVULESCU, J. Y PERSSON, I. (2019). *¿Preparados para el futuro? La necesidad del mejoramiento moral*. (I. Ramia, Trad.). TEELL. Zaragoza.
- SPINOZA, B. (2000). *Ética demostrada según el orden geométrico*. (A. Domínguez Basalo, Trad.). Trotta.

**Resumen.** \_\_\_\_\_

Mucho se está publicando acerca de la relación entre el transhumano y sus implicaciones educativas y, sobre todo, morales; el problema es que no se alcanza un acuerdo acerca de cómo serán dichas implicaciones entre las dos sensibilidades enfrentadas por este acontecimiento: transhumanistas y bioconservadores. En las siguientes páginas tratamos de hacer un retrato de la situación actual del debate y proponemos más preguntas abiertas desde nuestra postura más próxima al bioconservadurismo.

**Palabras clave.** Transhumanismo; Moral; Educación; Riesgos existenciales; Inteligencia artificial; Biomejoramiento; Bioconservador.

**Abstract.** \_\_\_\_\_

Much is being published about the relationship between the transhuman and its educational and, above all, moral implications; the problem is that no agreement is reached about how these implications will be between the two sensibilities confronted by this event: transhumanists and bioconservatives. In the following pages we try to make a portrait of the current situation of the debate and propose more open questions from our position closer to bioconservatism.

**Key-words.** Transhumanism; Morality; Education; Existential risks; Artificial intelligence; Bio-improvement; Bioconservatism.

**Rafael Robles Loro**  
Profesor de Filosofía en Enseñanza Secundaria  
roblesloro@gmail.com



# La mejora tecnológica del ser humano \_\_\_\_\_

## Technological enhancement of human beings \_\_\_\_\_

Lydia Feito

La posibilidad de la mejora del ser humano abre numerosos interrogantes éticos. Cada vez más nos vemos insertos en un constructo que afecta en general a la medicina y a todas las técnicas que pueden aplicarse al ser humano, y que se refiere a la búsqueda del bienestar. En nuestro tiempo, y de modo creciente, a la medicina no se le pide sólo que cure las enfermedades, sino que aporte bienestar, que nos haga sentirnos mejor con nosotros mismos. Además, las tecnologías van poniendo a nuestro alcance nuevas posibilidades que abren y expanden esas opciones de bienestar, de mejora. Esto no es, ciertamente, algo nuevo. Venimos introduciendo desde antaño cambios en el medio que tienen claras repercusiones en el modo y calidad de vida de las personas. Y en general son bien aceptadas esas modificaciones ambientales. Estamos satisfechos de poder mejorar nuestras condiciones de vida, nuestra alimentación o nuestras capacidades. Sin embargo, cuando se plantea que estos cambios vengan propiciados por una modificación biológica, por una alteración de nuestra misma naturaleza, entonces aparecen la sospecha, el miedo y el rechazo.

Ya existen bastantes modificaciones con interés perfectivo: tenemos prótesis biónicas; agentes psicotrópicos con relativamente pocos efectos secundarios usados con fines no terapéuticos para mejorar nuestras funciones psicológicas, como la atención, la memoria o el ánimo; técnicas no farmacéuticas para alterar la función cerebral, etc. Esto quiere decir que las técnicas de mejora ya están entre nosotros. Sin embargo, lo que ahora nos genera más inquietud es que estamos hablando de modificaciones que son cuantitativamente mayores, hasta el punto de estar llegando a una situación en la cual se han realizado tantos cambios en el ser humano que ya no seríamos capaces de reconocer el original. Esto es, a fuerza de hacer modificaciones llegaría un momento en que ya no sabemos cómo es ese sujeto que está siendo alterado. Pero además, potencialmente, se podrían introducir modificaciones cualitativamente diferentes, es decir, generar capacidades nuevas, capacidades inexistentes en los humanos actuales.

### Las mejoras farmacológicas

Una de las opciones actuales de modificación del ser humano son las técnicas de mejora neurocognitiva, esto es, la utilización de drogas y otras intervenciones no farmacológicas en el cerebro (psicocirugía, estimulación cerebral profunda, etc.) para mejorar a las personas en cuanto a sus capacidades mentales. En muchos casos, estas nuevas posibilidades generan preocupación e interrogantes éticos. Se discute sobre los objetivos de las transformaciones, sobre los fines que persiguen. Pero también, obviamente, sobre los medios para lograrlos. Por ejemplo, es muy posible



encontrar un acuerdo mayoritario en considerar que tener más memoria es algo mejor que conformarse con la capacidad actual y sus olvidos. Sin embargo, no hay tal acuerdo en la utilización de neurofármacos o chips integrados en el cerebro para lograrlo. La novedad del planteamiento actual reside en la disponibilidad de una serie de tecnologías que abren espacios de mejora antes inimaginables.

En algunos casos se trata de cambios realmente espectaculares, pero en otros, los que probablemente se van incorporando con más facilidad y rapidez en la sociedad, son simplemente aplicaciones nuevas de cosas conocidas, o nuevos desarrollos que van más allá de lo inicialmente buscado. Así, fármacos que se habían desarrollado originalmente para tratar enfermedades como la narcolepsia o el déficit de atención con hiperactividad (TDAH) —por tanto, con un objetivo claramente terapéutico— se utilizan ahora, fuera de la indicación inicial, para incrementar la memoria, el período de atención, o la capacidad para concentrarse en tareas cognitivas (Butcher, 2003). Incluso, algunos de estos fármacos pueden mejorar las funciones ejecutivas, o la capacidad de resolver problemas (Mehlman, 2004) lo cual, sin duda, es algo atrayente para multitud de personas. De hecho, existen estudios que muestran cómo algunos de estos medicamentos para el TDAH, el *Ritalin* (metilfenidato), o el *Adderall* (anfetamina) son los más utilizados por los estudiantes universitarios para rendir mejor en los exámenes (se estima en un 20% en Estados Unidos) (MacLaren, 2019).

Muchas personas valoran este uso de los fármacos, por una parte, como algo preocupante que tiene que ver con el problema, más global, del uso de las drogas y, por otra parte, como una forma de engaño o falsificación, pues los logros obtenidos de este modo no serían fruto del esfuerzo personal sino de una ayuda química (President's Council of Bioethics, 2003).

Así, algunos de los problemas éticos generados por esta posibilidad son similares a los que se han planteado ante otras posibilidades de mejoras físicas, como el dopaje en el deporte para lograr marcas o ganar competiciones. Pero también hay algunos problemas éticos nuevos que surgen en relación a la mejora cerebral, pues estos cambios afectan al modo de pensar y sentir de la gente, lo que genera nuevas preocupaciones en relación a lo que se ha dado en llamar "libertad cognitiva".

La libertad cognitiva es la libertad de tener el control soberano sobre la propia conciencia. Es una extensión de los conceptos de libertad de pensamiento y autoposesión. El "Centro para la libertad cognitiva y la ética" —un centro americano, sin ánimo de lucro, fundado y dirigido por el neuroeticista Wrye Sententia y el teórico legal Richard Glen Boire— define la libertad cognitiva como "el derecho de cada individuo a pensar independiente y autónomamente, para utilizar todo el espectro de su pensamiento, e implicarse en múltiples modos de pensamiento" (CCLE, 2003).

Un individuo que disfruta de libertad cognitiva es libre para alterar el estado de su conciencia utilizando cualquier método de su elección, incluyendo elementos tan variados como la medicación, el yoga, las drogas psicoactivas, la oración, etc. Tal individuo nunca sería forzado a cambiar su conciencia contra su voluntad. Así, por ejemplo, un niño que es obligado a consumir *Ritalin* como prerequisite para ir a la escuela pública, no disfruta de libertad cognitiva, y tampoco un individuo que fuera forzado a tomar anti-psicóticos para poder ir a juicio.

El papel creciente de la psicofarmacología en la vida cotidiana suscita también problemas éticos, como la influencia del mercado farmacéutico en nuestras concepciones de la salud mental y la normalidad, y el sentido crecientemente maleable de identidad personal que resulta de lo que Peter Kramer llamó "psicofarmacología cosmética" (Kramer, 1994), esto es, el uso de drogas para mejorar la cognición de los individuos normales y sanos. La mejora de los estados de ánimo es, probablemente, uno de los aspectos que más dudas suscitan, en la medida en que parecen no sólo propiciar un cambio adaptativo, posibilitando que ciertas capacidades puedan desarrollarse mejor, sino que parecen influir y modificar aspectos que tienen que ver con la identidad de los individuos. El ejemplo más conocido es el uso de los ISRS (inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina), como el *Prozac* (fluoxetina), una clase de compuestos

típicamente usados en el tratamiento de cuadros depresivos, trastornos de ansiedad, y algunos trastornos de personalidad. Son los antidepresivos más prescritos en muchos países. Algunos casos relacionados con el *Prozac* indicaban que los pacientes parecían “mejor que bien”, y los autores lanzaron la hipótesis de que este efecto se podría observar también en individuos sin ningún trastorno psiquiátrico. A partir de ese momento, el uso de la llamada “píldora de la felicidad” se ha extendido de un modo vertiginoso. Sin embargo, sigue siendo controvertido este uso de un fármaco en situaciones no patológicas, que refleja de modo visible cómo nuestras sociedades desarrolladas amplían progresivamente sus demandas de salud hacia la búsqueda incesante del bienestar. Por otro lado, es también objeto de debate la veracidad de las promesas y expectativas generadas por estos fármacos y, en general, la idoneidad del uso cosmético de estos antidepresivos.

Los opositores a la farmacología cosmética creen que el uso de estos fármacos es la manifestación de un consumismo propiciado por el mercado y, por tanto, sometido a intereses económicos (Healy, 2000). Sin embargo, sus defensores, como A. Caplan, consideran que los individuos tienen derecho a determinar si quieren usar esos fármacos o no y, por tanto, es un ejercicio de la autonomía individual (Caplan, 2003).

La pregunta abierta es si estas técnicas de mejora son adecuadas. Por una parte, como apunta Caplan, parece que los individuos deberían tener la posibilidad de elegir cómo quieren vivir y lograr sus objetivos. Así, al disponer de técnicas que puedan favorecer el desarrollo de las capacidades, elegir su uso o no sería una cuestión de libertad.

Este es el planteamiento de Julian Savulescu quien, partiendo de la constatación de que todos buscamos mejorarnos, esto es, ser más inteligentes, estar más sanos, tener más fuerza, estar más atractivos, etc., afirma que, en el caso de que dispusiéramos de una técnica biomédica que nos permitiera hacer mejoras, no sólo no sería inmoral utilizarla sino que sería obligatorio. Savulescu considera que si pudiéramos hacer que nuestros hijos tuvieran más posibilidades, desde el punto de vista biológico, sería legítimo ofrecérselas. No habría razón para aceptar las mejoras ambientales y no las biológicas. Éstas también deben ser utilizadas, pues pueden ser igual de determinantes y/o posibilitadoras. En buena medida, su argumentación trata de buscar la coherencia: si aceptamos tratar enfermedades debemos aceptar la mejora, pues hay una difícil distinción entre enfermedad o discapacidad —que justifica la terapia— y malestar —que abre paso a la mejora— teniendo en cuenta la pluralidad en la definición de salud (Savulescu, 2012).

Por otro lado, las modificaciones biológicas introducen de modo muy palpable una cuestión importante: el cambio de la identidad de los individuos. Conviene tener en cuenta que esto no es exclusivo de las intervenciones farmacológicas, ni de las técnicas de mejora biológica. También los cambios educativos, culturales, ambientales, son determinantes para la vida de los individuos, los configuran y les dotan de unas capacidades y posibilidades, a costa de perder otras. Y sus cambios pueden ser tan irreversibles e impuestos como los biológicos. No obstante, permanece una convicción, quizá irracional, de que sólo —o mayormente— lo biológico es lo que puede cambiar “nuestra naturaleza” y, por tanto, puede hacernos perder nuestra misma humanidad. A ello cabe añadir que nuestra cultura ve con buenos ojos el esfuerzo, la constancia, el empeño en ser mejor, como virtudes que muestran un afán de superación y un cultivo y desarrollo de nuestras capacidades. Pero siempre por medios ambientales y culturales.

## La pregunta por la deseabilidad de la mejora

**P**ara poder pensar en la mejora, resulta necesario plantearse qué es lo que queremos mejorar, cuál es el punto de partida, y también cuál sería el objetivo, el punto de llegada. “Mejor” no define una cualidad específica, sino que es una optimización de algo que ya existe. Por tanto, se trataría de una acción que trata de llevar a una realización más elevada, más eficaz o más deseable, algo que, en principio, es susceptible de ser modificado. Por otro lado, habría que tener en cuenta que el grado óptimo de esa realización sería alcanzar la perfección. Se podría así ir modificando hasta un punto

límite máximo más allá del cual no sería posible seguir perfeccionando. Lo perfecto, dice el diccionario, es aquello que tiene el mayor grado posible de bondad o excelencia en su línea, o aquello que posee el grado máximo de una determinada cualidad.

Esto abre muchas preguntas interesantes: ¿cuál sería ese modelo perfecto? ¿cuál es ese ideal que queremos lograr? ¿existe un modelo que vamos a intentar lograr acercándonos progresivamente a él? ¿sería posible definir un modelo único, universalmente válido, en el que todos pudiéramos estar de acuerdo? ¿o en realidad hay modelos diversos y no existe tal modelo ideal de perfección unívoco sino que hay contemplar que existen distintas opciones de modelos que cada uno elige subjetivamente? ¿supone ampliar al máximo nuestras capacidades, como un desarrollo de nuestro potencial, o lo que estamos buscando es un modo nuevo de ser, una alternativa a nuestro modo humano?

Una buena definición de mejora es la que propone David DeGrazia (2013). Según este autor, mejora sería «cualquier intervención deliberada cuyo objetivo sea mejorar una capacidad existente, seleccionar para una capacidad deseada, o crear una nueva capacidad en un ser humano» (p. 361). Así, asume una intención en la modificación que puede dirigirse a un perfeccionamiento de las características del ser humano o a la generación de algo cualitativamente diferente.

Algo que, según los transhumanistas, es un ideal aceptable. A pesar de las diferencias entre los distintos autores de este grupo (Diéguez, 2017), en general todos ellos promueven la idea de que el ser humano es un trabajo en progreso, algo que podemos ir mejorando, remodelando, y que este no es el punto final de la evolución sino que tenemos que ir más allá. Incluso afirman que tenemos la obligación moral de llegar más lejos y desarrollar nuestras capacidades hasta sus límites. Ese límite vendría determinado por el posthumano, es decir, alguien que va a tener capacidades muy superiores, mucho más grandes y mucho más potentes que las que tienen los seres humanos en el presente.

Los transhumanistas esperan que a través de un uso responsable de la ciencia, la tecnología y otros medios racionales, seamos capaces de convertirnos, antes o después, en posthumanos: seres con capacidades mucho mayores que las que tienen los seres humanos en el presente, que se habrán logrado por medio de transformaciones radicales o a través de pequeños cambios que de modo progresivo configurarán un nuevo humano. El posthumano es un ser futuro cuyas capacidades básicas exceden radicalmente las de los humanos actuales hasta el punto de que no pueden ser calificados de ningún modo como humanos según nuestros criterios. Estos posthumanos alcanzarán capacidades intelectuales mucho más altas de las actuales, tendrán más memoria y más inteligencia; serán resistentes a las enfermedades y al proceso de envejecimiento, por lo que tendrán un tiempo extendido para aprender más y generar más habilidades; tendrán vigor ilimitado y no se sentirán cansados, hartos o irritados; controlarán sus deseos, estados mentales y emociones; tendrán una capacidad más grande para el placer, el amor, la apreciación del arte y la serenidad; experimentarán estados de conciencia que el cerebro del humano actual no puede siquiera sospechar, etc. Hasta tal punto serán los posthumanos capaces de diseñarse a sí mismos y su mundo de un modo radicalmente nuevo y diferente que nosotros, los humanos, sencillamente no podemos ni imaginarlo.

El transhumano es, entonces, un ser transitorio que está más allá del humano actual, pero que no alcanza aún las capacidades del posthumano. Es un estado intermedio del que algunos se preguntan si no es, realmente, el estado actual, dadas las capacidades de intervención tecnológica de que disponemos, en comparación con nuestros antepasados. El término “transhumano” se lo debemos a un futurista que se hacía llamar FM-2030 y que acuñó este término como forma abreviada de “humano transicional” (FM-2030, 1989). Las características de este tipo de humano, los signos de transhumanidad, serían, según FM-2030, las prótesis, la cirugía plástica, el uso intensivo de las telecomunicaciones, un estilo de vida cosmopolita y trotamundos, la androginia, la reproducción artificial, la ausencia de creencias religiosas y el rechazo de los valores familiares tradicionales. Obviamente, aunque ciertas posibilidades nos acercan a esa previsión posthumana, muchos defensores del transhumanismo no se identifican con la posición de

este autor, especialmente en cuanto a los valores a defender. Lo cual es una muestra más de la diversidad existente en este movimiento.

Nick Bostrom afirma con claridad que el valor central del transhumanismo es tener la oportunidad de explorar el ámbito de lo posthumano (Bostrom, 2003). Esto significa que pueda haber valores mayores que los que ahora alcanzamos a comprender, pero no implica que no se puedan definir en términos de nuestras capacidades actuales. Desde su perspectiva no se está exigiendo favorecer a los seres posthumanos por encima de los humanos, sino que se defiende que el modo correcto de favorecer a los seres humanos es permitiéndoles darse cuenta de cuáles son sus propios ideales y de que algunos de ellos pueden estar fuera de los “modos de ser” accesibles a nuestra constitución biológica actual.

Para lograr este objetivo se necesitan ciertos medios tecnológicos que nos lancen al espacio posthumano y una organización social que permita tal exploración sin producir riesgos o daños inaceptables. Esto quiere decir que han de darse unas condiciones básicas: la seguridad global (es decir, eliminar o evitar a toda costa cualquier amenaza de aniquilación, o reducción drástica del potencial de la vida inteligente sobre la Tierra), el progreso tecnológico, y el acceso amplio y abierto para todas las personas (pues todo el mundo debería tener la oportunidad de convertirse en posthumano).

Llevar a la práctica esos requisitos implica una serie de valores derivados: los transhumanistas enfatizan la libertad individual y la capacidad de elección en el área de las tecnologías de mejora, lo cual supone que puede haber muchas concepciones diferentes acerca de qué signifique la mejora y que no es aceptable la imposición de un modelo único. Por otro lado, es también una prioridad colocarnos en una posición mejor para hacer elecciones sabias acerca de hacia dónde vamos. Esto significa que se concede gran importancia a la mejora en el poder de comprensión, individual y colectivo, y de la capacidad de implementar decisiones responsables. Algo que se puede lograr mediante la investigación científica, el debate público, la divulgación de información, la educación, el pensamiento crítico, la apertura de mente, las técnicas de estudio, las tecnologías de la información, o incluso algunas drogas que mejoren la memoria u otros tipos de tecnologías de mejora cognitiva. Todo ello porque se enfatiza, una y otra vez, la urgencia moral de salvar vidas, de luchar contra la enfermedad, el envejecimiento o la demencia.

## Objeciones a la mejora

**A** pesar de la aparente bondad del objetivo de mejora, son muchas las voces críticas que consideran que no es aceptable como ideal o que sus consecuencias pueden ser negativas. La mayor parte de las objeciones contra el uso de los neurofármacos u otras técnicas para la mejora humana se remiten a alguno de estos argumentos:

- a) Las técnicas de mejora son poco seguras y tienen efectos secundarios.
- b) Las mejoras y logros obtenidos no son fruto del esfuerzo y la lucha.
- c) Reducen la diversidad y la creatividad.
- d) Reducen la solidaridad, el cuidado, la responsabilidad por los otros seres humanos.
- e) No podrían ser utilizados por toda la humanidad, so pena de desvirtuar y perder lo que nos define como seres humanos. Atentan por tanto contra la naturaleza.
- f) Incrementan la desigualdad, generando mayor desventaja para los menos favorecidos.

Este tipo de argumentos son los que habitualmente se esgrimen en contra de los neurofármacos y, en general, de todas las técnicas o modificaciones que puedan producir una mejora en las capacidades y rendimiento de los individuos. Uno de los más frecuentes es el que promueve una cultura del esfuerzo y una defensa de la diversidad. Este planteamiento se ha utilizado frecuentemente al analizar el uso de drogas en el deporte. Se considera que esto genera ventajas

injustas, rompiendo la idea de competición en condiciones de igualdad. Sin embargo, si analizamos la situación de los deportistas, lo cierto es que genéticamente unos están naturalmente más dotados que otros, lo cual supone que no existe esa condición de presunta igualdad. Más aún, mayores recursos económicos también pueden producir una ventaja selectiva frente a otros competidores que no cuentan con entrenadores, fisioterapeutas, nutricionistas, psicólogos, gimnasios, tecnología, etc., a su disposición para lograr el máximo rendimiento.

Aunque no es desdeñable el valor del esfuerzo personal por lograr los objetivos deseados, sí conviene revisar si el uso de un factor de mejora puede suponer una desigualdad injusta, o es uno más de los elementos que diferencian a los competidores (Cacik, 2009). Esto conduce al análisis de la objeción de la desigualdad y la pérdida de diversidad. Esta cuestión de la justicia es, probablemente, la crítica más rotunda que se pueda plantear a estas técnicas.

Introducir estas posibilidades de mejora sin duda generaría mayores desigualdades y aumentaría la brecha entre ricos y pobres, pues parece ingenuo pensar que pudieran estar disponibles igualmente para todos. O, lo que es peor, estaríamos intentando mejorar a los individuos para adaptarse a un mundo injusto, lleno de desigualdades y competitividad, en lugar de cambiar una estructura social inadecuada. Este es el diagnóstico de Michael Sandel (2007). En su opinión, el deseo de dominar la naturaleza lleva a una actitud de control que va asociada a una pérdida de la apreciación de la vida tal como nos ha sido dada, lo cual conllevaría también la lesión de valores como la humildad, la responsabilidad y la solidaridad.

También preocupa notablemente la alteración de la “naturaleza” humana. Es lo que plantea, por ejemplo, el President’s Council on Bioethics (2003). Pero para saber en qué consiste esa naturaleza y en qué medida podría verse amenazada, sería necesario, en primer lugar, determinar cuáles son esos aspectos nucleares, que son comunes a todos los individuos y, por tanto, equivaldrían a definir una naturaleza humana dada. El tema es largo y complejo y no es nuestro objetivo analizarlo aquí, baste decir que hablar de una “esencia” humana resulta, cuando menos, complejo. Sólo sería posible hablar de unas capacidades básicas que se modulan de modo diferente en cada individuo (por ejemplo, pensar, proyectar, comunicarse, etc.), dando como resultado un núcleo de rasgos que el propio sujeto considera básicos y definitorios de su persona y modo de ser (por ejemplo, alguien considerará que su capacidad de comunicación lo define y caracteriza, por ser éste un factor determinante en su biografía, sin el cual no podría entenderse ni ser él mismo o ella misma).

Así, una modificación o mejora de esas capacidades o rasgos básicos podría concebirse como un desarrollo máximo de lo que la naturaleza humana puede “dar de sí” y no tanto como una pérdida de la misma. Sería necesario determinar en qué momento, con cuántas modificaciones (cuantitativamente) o con cuáles (cualitativamente) empezaría a destruirse o perderse dicha naturaleza.

La pregunta acerca de la bondad o corrección de una modificación que pretende mejorar estos rasgos no se puede responder de modo simplificador afirmando que ese núcleo de identidad es inviolable. De hecho, los seres humanos son dinámicos y están en permanente cambio. Y las modificaciones que todos experimentamos a lo largo de nuestro tiempo vital, y que configuran nuestra biografía, son en ocasiones casuales e inesperadas (por ejemplo, un accidente que deje secuelas físicas o psíquicas en una persona), pero también, en otros casos, buscadas deliberadamente (por ejemplo, alguien que solicite algunos cambios quirúrgicos en su cuerpo, para sentirse mejor y más seguro).

El problema se sitúa en el rechazo a una modificación deliberada de rasgos, considerados nucleares, que parecerían inviolables por su posibilidad de hacer perder la identidad de las personas, de hacer perder la misma humanidad. Resulta evidente que definir estos rasgos resulta complejo, quizá imposible, pero sí es necesario subrayar que, sean cuales sean, y aun suponiendo que pudiéramos acordar universalmente cuáles son, no son resultado exclusivo de la biología, no están determinados de modo absoluto por lo orgánico, sino que son el resultado de una interacción entre la naturaleza y el medio, entre lo biológico y lo cultural. Y por ello, insistir en la objeción a la modificación biológica

puede ser un planteamiento parcial del problema.

La neurociencia va demostrando algunas afirmaciones que hemos asumido como válidas desde la experiencia: que todos los seres humanos están sujetos a interacciones ambientales, culturales y sociales. Este es el terreno de la llamada neurociencia cultural que se define como «un campo interdisciplinar que tiende un puente entre la psicología cultural, las neurociencias y la neurogenética para explicar cómo los procesos neurobiológicos, como la expresión genética y la función cerebral, dan lugar a valores, prácticas y creencias culturales, además de cómo la cultura moldea los procesos neurobiológicos a escala macro y micro temporal» (Chiao, 2010). La neurociencia cultural trata de analizar cómo los rasgos culturales modulan y configuran la neurobiología y el comportamiento y, en sentido inverso, cómo los mecanismos neurobiológicos facilitan la emergencia y transmisión de los rasgos culturales (Chiao y Bebko, 2011).

La importancia de estos estudios sobre las influencias de lo cultural y lo genético en la función cerebral descansa en la evidencia creciente de que la cultura influye en los procesos psicológicos y en el comportamiento. Se revela así la naturaleza sensible a las diferencias culturales del cerebro humano, lo que nos permite comprender que este órgano, a nivel biológico, puede ser modulado y configurado por los contextos socioculturales. Estos contextos tienen que ver con espacios de interacción social, en los que puede darse la cooperación o la lucha, y en los que el cerebro humano podrá desarrollar procesos neurocognitivos que ayuden al individuo a funcionar y adaptarse a un ambiente sociocultural específico.

Las implicaciones que esto tiene desde el punto de vista educativo y sociopolítico son evidentes. Por supuesto que no podemos desdeñar ni prescindir del arraigo biológico del que somos deudores. Y posiblemente no sea descabellado introducir algunas modificaciones, pues el afán de mejora es lícito, y, si aceptamos las modificaciones ambientales, también deberíamos ser capaces de diseñar racionalmente, con prudencia y responsabilidad, cómo introducir algunas modificaciones biológicas. Pero, precisamente por esa doble interacción entre lo biológico y lo cultural, de la que somos resultado, conviene evitar la ingenuidad de pensar que las técnicas de mejora cerebral harán todo sencillo y evidente.

La confianza en los neurofármacos u otras técnicas de mejora no puede ser la clave para resolver todos los problemas. Difícilmente podremos crear un mundo más justo, o podremos ser mejores personas, si no tomamos en consideración que los seres humanos somos un conjunto articulado y dinámico de elementos biológicos y elementos culturales, que construimos nuestras vidas en un espacio de interacción y convivencia en el que vamos generando nuevas posibilidades continuamente, y en el que tenemos una grave responsabilidad de pensar si es inteligente confiar en las drogas inteligentes, si nuestra identidad y nuestra existencia tienen que ver con el desarrollo de nuestras capacidades y si en su logro han de tenerse en cuenta otros factores, otros medios, que contribuyan a los fines deseados.

Parece claro que, a mayor poder, se hace necesaria también mayor responsabilidad. Y eso implica una cuidadosa toma de conciencia respecto del análisis de beneficios y riesgos, de los límites de la responsabilidad y la libertad en la toma de decisiones, de la consideración del papel que ocupa el ser humano en el conjunto de la naturaleza, y supone, entre otras cosas, determinar si las elecciones adoptadas proporcionan mayores oportunidades a los individuos para desarrollarse a sí mismos y a sus vidas, por tanto ampliando su autonomía y libertad.

## Bibliografía

---

- BENSON, K., FLORY, K., HUMPHREYS, K.L. Y LEE, S.S. (2015). Misuse of stimulant medication among college students: a comprehensive review and meta-analysis. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 18(1), 50–76.  
<https://doi.org/10.1007/s10567-014-0177-z>
- BUTCHER, J. (2003). Cognitive Enhancement Raises Ethical Concerns. *Lancet*, 362(9378), 132–133.  
[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)13897-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)13897-4)
- BOSTROM, N. (2003). Transhumanist Values. En F. Adams (Ed.), *Ethical Issues for the 21st Century*. Philosophical Documentation Center Press.
- CAKIC V. (2009). Smart drugs for cognitive enhancement: ethical and pragmatic considerations in the era of cosmetic neurology. *Journal of Medical Ethics*, 35(10), 611–615.  
<https://doi.org/10.1136/jme.2009.030882>
- CAPLAN, A. (2003). Is Better Best? A Noted Ethicist Argues in Favor of Brain Enhancement. *Scientific American*, 289(3), 104–105
- CENTER FOR COGNITIVE LIBERTY & ETHICS (CCLE). (2003). *General Info. Center for Cognitive Liberty and Ethics*. Recuperado el 8 de noviembre de 2020 de:  
[https://www.cognitiveliberty.org/ccle1/faqs/faq\\_general.htm](https://www.cognitiveliberty.org/ccle1/faqs/faq_general.htm)
- CHIAO, J.Y. (2010). At the frontier of cultural neuroscience: introduction to the special issue. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5(2-3), 109–110.  
<https://doi.org/10.1093/scan/nsq064>
- CHIAO, J.Y. Y BEBKO, G.M. (2011). Cultural Neuroscience of Social Cognition. En S. Han y E. Pöppel (Eds.), *Culture and Neural Frames of Cognition and Communication*. Springer-Verlag.
- DEGRAZIA, D. (2013). Moral enhancement, freedom, and what we (should) value in moral behaviour. *Journal of Medical Ethics*, 40(6), 361–368.  
<https://doi.org/10.1136/medethics-2012-101157>
- DIÉGUEZ, A. (2017). *Transhumanismo. La búsqueda tecnológica del mejoramiento humano*. Herder.
- FM-2030. (1989). *Are You a Transhuman?*. Warner Books.
- GREELY, H., SAHAKIAN, B., HARRIS, J. ET AL. (2008). Toward Responsible Use of Cognitive-Enhancing Drugs by the Healthy. *Nature*, 456 (7223), 702–705.  
<https://doi.org/10.1038/456702a>
- HEALY, D. (2000). Good Science or Good Business?. *Hastings Center Report*, 30(2), 19–22.  
<https://doi.org/10.2307/3528308>
- KRAMER, P. (1994). *Escuchando al Prozac*. Seix Barral.
- MACLAREN, E. (2019). *History and statistics of “study drugs”*. Recuperado el 8 de noviembre de 2020 de:  
<https://drugabuse.com/adderall/history-and-statistics-of-study-drugs/>
- MEHLMAN, M.J. (2004). Cognition-Enhancing Drugs. *Milbank Quarterly*, 82(3), 483–506.  
<https://doi.org/10.1111/j.0887-378X.2004.00319.x>

PRESIDENT'S COUNCIL ON BIOETHICS (2003). *Beyond Therapy: Biotechnology and the Pursuit of Happiness*. Recuperado el 8 de noviembre de 2020 de:

[http://bioethics.georgetown.edu/pcbe/reports/beyondtherapy/beyond\\_therapy\\_final\\_webcorrected.pdf](http://bioethics.georgetown.edu/pcbe/reports/beyondtherapy/beyond_therapy_final_webcorrected.pdf)

SANDEL, M. (2007). *Contra la perfección. La ética en la era de la ingeniería genética*. Marbot.

SAVULESCU, J. (2012) *¿Decisiones peligrosas? Una bioética desafiante*. Tecnos.



**Resumen.** \_\_\_\_\_

Mejorar la condición humana puede ser un sueño o una pesadilla. Las técnicas actuales, especialmente las farmacológicas, que comienzan a estar disponibles, generan importantes problemas éticos. Muchas de sus promesas nos obligan a pensar si es deseable alcanzar el objetivo del posthumano, una suerte de humano mejorado cuyas características distan tanto del humano actual que es prácticamente inimaginable. Se trata de determinar si existe un modelo único de mejora, si buscamos alterar nuestras capacidades para alcanzar nuevos logros o si estamos aspirando a configurar un nuevo modo de ser, si con ello vamos a generar mayores desigualdades e injusticias. El análisis de los argumentos de este debate es el objeto de este texto cuya conclusión no puede ser otra que la llamada a la responsabilidad en las decisiones sobre nuestro futuro como seres humanos.

**Palabras clave.** Mejora; Psicofármacos; Responsabilidad; Posthumano; Transhumanismo.

**Abstract.** \_\_\_\_\_

Improving human condition can be a dream or a nightmare. Current techniques, especially pharmacological ones, which are beginning to become available, raise important ethical problems. Many of their promises force us to think about whether it is desirable to reach the goal of the posthuman, a sort of improved human whose characteristics are so far removed from the existing human that it is practically unimaginable. The question is whether there is a single model of improvement, whether we are seeking to alter our capacities to achieve new accomplishments or whether we are aspiring to configure a new way of being, if by doing so we will generate greater inequalities and injustices. The analysis of the arguments of this debate is the object of this text whose conclusion cannot be other than the call for responsibility in decisions about our future as human beings.

**Key-words.** Enhancement; Psychotropic drugs; Responsibility; Posthuman; Transhumanism.

Lydia Feito

Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

lfeito@ucm.es

# El impacto de las redes sociales en las personas y en la sociedad: redes sociales, redil social, ¿o telaraña? \_\_

## The impact of social networks on individuals and society: social networks, social sheepfold, or spider's web? \_\_\_\_\_

Hilario Blasco Fontecilla

### Introducción

Personalmente, no tengo consciencia de haber usado el término *red social* (*social network*) hasta el siglo XXI. Creo posible que el mismo genere un cierto equívoco si no es adecuadamente contextualizado. En el presente artículo haremos un uso del término *red social* en la acepción reconocida por la Real Academia de la lengua Española (RAE), que lo define como aquel “Servicio de la sociedad de la información que ofrece a los usuarios una plataforma de comunicación a través de internet para que estos generen un perfil con sus datos personales, facilitando la creación de comunidades con base en criterios comunes y permitiendo la comunicación de sus usuarios, de modo que pueden interactuar mediante mensajes, compartir información, imágenes o videos, permitiendo que esas publicaciones sean accesibles de forma inmediata por todos los usuarios de su grupo”.

Las *redes sociales* surgieron en la primera década del siglo XXI tras la generalización del uso de Internet y de los teléfonos móviles a finales de los años 90. El nacimiento de Internet creó el substrato perfecto para el nacimiento de empresas como *Facebook*. Así, las redes sociales tendrían dos funciones primordiales: 1) Facilitar la comunicación y el intercambio de información; y 2) Facilitar la creación de comunidades.

El objetivo del presente artículo es evidenciar la contradicción inherente al término *red social*, y explorar si las mismas cumplen otras funciones más allá de las señaladas. Porque, si las redes sociales facilitan la comunicación y la generación de comunidades, ¿por qué la incomunicación y soledad asolan a aquellas Sociedades que las dan cobijo? Considero que el carácter paradójico se deriva del término *red*. Según la RAE, este término hace referencia a un “Conjunto de elementos organizados para determinado fin”, a un “Conjunto de computadoras o de equipos informáticos conectados entre sí y que pueden intercambiar información” o a un “Conjunto de personas relacionadas para una determinada actividad, por lo general de carácter secreto, ilegal o delictivo”, entre otras acepciones. Una red puede proteger de una muerte segura a los funambulistas circenses precipitándose al vacío. Pero también puede tratarse de un aparejo que convenientemente dispuesto sirve para “para pescar, cazar, cercar, sujetar, etc.” o de un “ardid o engaño de que alguien se vale para atraer a otra persona” (<https://dle.rae.es/red>).

## Parte 1. Redes sociales

La comunicación cuenta con 5 elementos: emisor, receptor, mensaje, medio o canal, y contexto. Todos y cada uno de ellos son importantes para una comunicación adecuada a su fin: la transmisión consciente de una determinada información. Pasaremos a continuación a desgranar estos elementos.

### Nuevos comunicadores (emisores)

Recientemente, Fernando Vallespín hacía referencia a la “muerte de los intelectuales” (Vallespín, 2019). Su influencia emanaba, entre otras, de su autoridad en un campo específico y su carácter provocador. Así, podríamos decir que el intelectual era un “provocador sensato”. Pero, ¿es posible provocar hoy en día dada la creciente dificultad para el pensamiento complejo que caracteriza a un número creciente de individuos de la especie *homo sapiens sapiens*?

La muerte de los intelectuales permitió la emergencia de dos nuevas especies de comunicadores sociales, los tertulianos, y los *influencers*. Los tertulianos son comunicadores que usan los medios tradicionales para opinar. Su característica predominante es su buena capacidad comunicativa derivada de la simplificación de la realidad. Pero es que, ante el creciente número de analfabetos funcionales derivado de un proceso deliberado de *imbecilización* a escala planetaria (Blasco, 2016a), resultaría imposible que la gente pudiera entender razonamientos de una cierta complejidad.

El caso de los *influencers* o *manipuladores sociales*, como pasaremos a llamarles a partir de ahora (su traducción al español en *influyentes* o *influentes* creo que no aprehende su verdadero significado) resulta más inquietante. Estos “comunicadores” ejercen su influencia principalmente a través de las redes sociales, independientemente de que tengan o no la formación adecuada o el mínimo sentido común para sostener sus afirmaciones. Sin restarle mérito a su capacidad para erigirse en tales (no es un *manipulador social* quien quiere, sino quien puede... ¡y quiere!), lo que determina en última instancia su poder es el número de seguidores y de *likes* conseguidos en los últimos tiempos.

El “fenómeno *influencer*” es particularmente preocupante, dado que afecta a la capa de población cuyo cerebro es más maleable, y presenta una menor tendencia al pensamiento crítico, y un uso excesivo e inadecuado de las redes sociales. Las marcas (empresas) están aprovechando a los *manipuladores sociales* adolescentes para llegar a sus iguales (los consumidores adolescentes). Dadas las características únicas de la adolescencia, muchos adolescentes consideran que la información recibida de los *manipuladores sociales* a través de las redes sociales es honesta y digna de confianza (Lin et al., 2019). El problema es que, el mensaje de los *manipuladores sociales* no sólo se dirige a influenciar sus compras, sino sus pensamientos, comportamientos, imagen personal, o incluso valores. Así, el núcleo de su mensaje se centra en la belleza, bienestar, felicidad y salud (Pilgrim et al., 2019). Es decir, en la *felisalud* (Blasco, 2016b). Así, en las sociedades narcisistas que habitamos, la felicidad se conseguiría a través de un cuerpo moldeado que se equipara, de manera obscenamente falsa, a tener un cuerpo hermoso y lo que es peor, saludable... Como reza el anuncio, *no pesan los años...* Y para conseguir esto, era necesario substituir la influencia de las figuras de autoridad sobre la Generación Z por la de los *manipuladores sociales* (Pilgrim et al., 2019).

### Funambulistas en la sociedad del vacío

Conocidos los nuevos comunicadores, ¿qué podemos decir de los receptores de información? Desde una perspectiva socio sanitaria, es probable que el impacto de las *redes sociales* afecte sobremanera a la llamada Generación Z, aquellos

nacidos entre mediados de los años 90 y 2006 (Christensen, 2018; Mitchel, 2008). Se trata de una generación caracterizada por su elevada competencia digital, y auto-aprendizaje, pero su escasa capacidad para el juicio crítico (Shatto, 2016)

Esta escasa capacidad para el juicio crítico es, según el periodista David Robson, característica de un número creciente de personas (inteligentes), como señala en su ensayo *La trampa de la inteligencia* (Robson, 2019). En el mismo, David Robson señala cómo grandes científicos, como Albert Einstein, o literatos, como Arthur Conan Doyle, defendieron ideas peregrinas. Y cómo la capacidad de generar argumentos convincentes en personas de elevada inteligencia se erige en una trampa que les impide valorar otro tipo de argumentos. Pero, si esto pasa con las personas inteligentes, ¿qué no pasará con las legiones que no lo son y pueblan nuestras sociedades?

Asimismo, resulta particularmente preocupante la expansión epidémica de la *sensación crónica de vacío* en las nuevas generaciones, en el contexto de un creciente aumento de la prevalencia de problemas de salud mental en la población general en el mundo (Blasco, 2016b). Dentro de ellos, destaca una entidad conocida como *trastorno límite de la personalidad*, caracterizada, entre otros, por la difusión e inestabilidad de la personalidad en todos sus aspectos (Klonsky, 2008). ¿Acaso podríamos esperar algo diferente viviendo en la *era del vacío*? (Lipovetsky, 1986).

Las redes sociales nos permiten mostrar “un perfil con sus datos personales”. Es decir, nos permiten construir una identidad digital ficticia que puede, o no, tener nada que ver con quien realmente somos. En las redes aireamos todo: dónde estamos, con quién comemos, o hacia dónde vamos. En Román paladino, las *redes sociales* permiten la banalización de nuestra vida privada en aras de una transparencia engañosa. Nos publicitamos ¿gratis?, como señalo en *Hacia un mundo feliz*: «la banalidad de la privacidad —reflejada en la publicitación gratuita de nuestra vida privada en las redes sociales» (Blasco, 2016b, p. 60).

En este contexto, ¿se puede argumentar que las redes sociales podrían ayudarnos a enfrentar el vacío? ¿Será cierto que, si nos caemos cual funambulista torpe desde una altura de 10 metros, estará allí la *red social* para protegernos con un mullido abrazo digital? ¿Estarán allí las *redes sociales* para protegernos y cuidarnos cuando mueran nuestros seres queridos o perdamos aquello que más amamos?

### Noticias falsas y Bulocracia: el mensaje del vacío embotellado

Conocidos ya la figura de madre nutricia del emisor, y el bebé receptor ansioso de información, ¿qué caracteriza a los mensajes, a la información transmitida en la *era de las redes sociales*? ¿qué caracteriza a los mensajes que se quieren comunicar?

Las redes sociales han permitido la glorificación de la información distorsionada, magnificándose su capacidad para propagar de manera deliberada todo tipo de bulos y noticias falsas (*fake news*). La distorsión de la información que se quiere comunicar no es nueva. Ocultar información, desinformar y hacer propaganda son característica del uso de la información desde que los seres humanos somos seres humanos. Así, la primera constatación documentada de este uso torticero de la información fueron los eslóganes que, como cuchillos afilados, acuñó en monedas el emperador Octavio para desacreditar a Marco Antonio, pintándolo como un mujeriego, alcohólico y títere enamorado de Cleopatra. La sucesiva creación de medios de comunicación más eficientes (primero la imprenta, en 1493; posteriormente, la radio y televisión; y hoy en día, internet y las redes sociales) ha derivado en que, nunca como hoy, la tecnología haya sido tan eficaz en transmitir información falsa (Posetti y Matthews, 2018). Y como sabemos, la (des)información es poder.

De hecho, la transmisión de los bulos en Twitter es 6 veces más rápida que la de las noticias verdaderas (Vosoughy et al., 2018). En este estudio realizado con los mensajes de 2006 a 2017 se comprobó cómo las noticias falsas se difundían no sólo más rápido, sino también de manera más profunda y llegaban más lejos que las noticias verdaderas. Además,

lo hacían en todo tipo de información, aunque era particularmente relevante en las noticias políticas, incluso más que en las noticias falsas sobre ciencia, terrorismo, desastres naturales, leyendas urbanas o información financiera. Además, la difusión de las noticias falsas no era debido a los robots, sino a que las personas las difundían más.

Pero sería ingenuo pensar que con la suerte de nuevos comunicadores y receptores que hemos descrito, el mensaje a comunicar podía ser diferente. Tal y como nos advirtió Giovanni Sartori, el problema con el hombre posmoderno es que nunca hemos tenido tantos altavoces, y tan poco para comunicar (Blasco, 2016b; Sartori, 2005).

### El contexto: Hacia un mundo feliz

Pero, ¿qué podríamos esperar de los emisores, receptores y del contenido de sus mensajes cuando vivimos en la *era del vacío*? Cuando uno señala desde una perspectiva sociológica algunas de las características negativas de la posmodernidad, como son la homogenización y pérdida de la diversidad cultural y del pensamiento; la intolerancia por aquello que es diferente; la sobreabundancia de lo material; la aceleración de los ritmos de vida y la escasez del tiempo para la reflexión y para el aburrimiento (no hacer nada); el eclecticismo y la superficialidad (picotear sin profundizar); la transparencia mal entendida; la banalización de la vida privada; el triunfo de la estética sobre la ética, y de la imagen sobre la palabra; la externalización de la responsabilidad y el descrédito de la autoridad; y el triunfo de la *lumpenintelligentsia* y la generación deliberada de una cultura audiovisual inculta, banal, superficial.... (Blasco, 2016b, 2020; Sartori, 2005).

Las sociedades posmodernas están habitadas por legiones de *homo videns* quienes, al perder la capacidad para la abstracción, han perdido la capacidad para distinguir entre lo falso y lo verdadero... (Blasco, 2016b, 2020; Sartori, 2005). De ahí el florecimiento y expansión de las noticias falsas... Con el advenimiento de la televisión, el acto de discurrir fue substituido por el acto de ver. Las imágenes suplantaron a las palabras, y comenzamos a vivir sociedades que, en cierto modo, se podrían ver como dictaduras blandas o sociedades TT (Tecnocracias Totalitarias) en las que todos y cada uno de sus miembros pueden ser controlados en esta suerte de *Gran Hermano* que hemos creado.

Como señalo en *Hacia un mundo feliz*, “todo el mundo es «mercantilizable» y la identidad se construye a través de lo material, de manera que, como reza el refrán, «tanto tienes, tanto vales». Tengo, luego existo (Blasco, 2016b, p. 71). Así, todo se supedita en nuestra sociedad al bombardeo de información publicitaria para la compra de productos sin función; la información es basura y nos llega a través de las redes sin que se haya comprobado su veracidad; nuestros menores se educan sin apenas frustración y lo material está al golpe de un clic; vivimos en sociedades de riesgo, pero no queremos pagar su precio..., queremos un riesgo controlado, algo que, en su propia definición, es contradictorio.

Y por supuesto, todo el mundo quiere ser auténtico y feliz... ¡comprando! No es de extrañar que nos encontremos que, si algo caracteriza a las sociedades que habitamos son precisamente la soledad y el vacío.

### El quinto elemento: Redes ¿sociales?

El quinto elemento de la comunicación, el canal o medio que permite la comunicación, es precisamente el objeto de este artículo: las redes sociales, y su impacto en los seres humanos. Cada red social tiene una función, nicho de negocio y público. No podemos negar que dos de las principales funciones de las redes sociales son comunicar y hacer “comunidad”. Así, las redes sociales permiten la conexión de un número ilimitado de personas y, teóricamente, podrían ayudar a sobrellevar la soledad y enfrentarnos al *horror vacui*, el vacío que caracteriza a estas sociedades seculares en las que las iglesias han sido substituidas por centros comerciales (Blasco, 2006b).

La primera parte de este artículo se ha centrado en elucubrar sobre si las redes sociales cumplen las funciones para las

que teóricamente fueron creadas, es decir, comunicar y crear comunidades. La segunda parte de este artículo se centrará en un aspecto a priori más inquietante de las redes ¿sociales? Porque, ¿podrían las redes sociales ejercer otras funciones, más profundas, más allá de las funciones superficiales ya mentadas de comunicar y generar comunidad?

## Parte 2. 1984 2.0

La primera parte de nuestra exposición se ha centrado en dirimir si las *redes sociales* sirven dos propósitos principales, a saber: 1) favorecer la comunicación; y 2) servir de soporte social, emocional, y afectivo de sus usuarios a través de la comunicación y de la generación de comunidades de soporte. Porque, si no cumplieren esas funciones o las mismas no fueran primordiales, ¿podría ser que las *redes sociales* se estuvieran usando básicamente para otras dos funciones menos “altruistas” como serían vigilar, controlar y/o manipular los pensamientos y comportamientos de la población?

Así, en el célebre documental *The social dilemma*, el cofundador del Centro de Tecnología Humana (CTH) y ex "ético del diseño" de Google, Tristan Harris, llamaba la atención sobre el hecho de que las redes sociales intentan denodadamente captar tu atención (tiempo). Sin embargo, captar la atención sería sólo su objetivo superficial, el envoltorio, para conseguir su objetivo último: cambiar el comportamiento de las personas.

### Propaganda y Poder

Si alguien a principios del siglo XX era lo suficientemente inocente como para pensar que vivía en un mundo feliz, no tenía más que leer el clásico *Propaganda* de Edward Bernays (2010). En el mismo, Bernays deja meridianamente claro que cualquier acción de calado requiere de la propaganda, que se convierte en la herramienta que “hace posible moldear la mente de las masas” (p. 27), y permite a una minoría manejar a su antojo a una mayoría. Es decir, la propaganda es difusión intencional de un determinado contenido o mensaje. Manipulación, en Román paladino.

El uso de la propaganda no es nuevo. Sin embargo, a diferencia de tiempos pasados, las redes sociales han logrado la viralización de la propaganda, particularmente en dos áreas: 1) la generación de noticias falsas con objetivos políticamente desestabilizadores y/o influenciar sobre el poder; y 2) influir sobre el comportamiento humano, con fines comerciales –a través de la manipulación de sus sentimientos en aras de la mercantilización de nuestra existencia y la compra, masiva y engañosa, de la felicidad– o políticos –el control de la población–.

### Borregos digitales, churras y merinas, y neuronas espejo

En un celebre vídeo colgado en youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=ynd98scAt5g>), un “simple y pobre” pastor francés llamado Marcel García, quien sostiene asesorar a numerosos políticos en Francia, explica cómo es posible que un único pastor, quien no sería rival de apenas una oveja enfurecida, es capaz, sin embargo, de controlar a un rebaño de miles de ovejas y lograr que se comporten de manera sumisa, dócil y obediente. Como explica el sabio pastor, el secreto se basa en actuar sobre un sentimiento (el miedo) y la necesidad de seguridad de las ovejas. Como señala el pastor, cuando se genera miedo en el rebaño, el miedo “cortocircuita la reflexión”, es decir, la razón. Además, el estrés que genera el miedo, si es crónicamente mantenido en el tiempo, es tóxico y capaz de destruir las neuronas, lo que va minando la capacidad de respuesta de los borregos.

Claro está, de vez en cuando es fundamental actuar sobre las “ovejas negras”, que, cual espíritu libre, pretenden generar la rebelión del rebaño. Con ellas es particularmente importante generar miedo, a través del maltrato o incluso

sacrificio público dirigido a aleccionar al resto del rebaño. Una única oveja negra sacrificada aterroriza al resto del rebaño. Así, a nadie le debiera extrañar que personajes como *Julian Assange* o *Edward Snowden* se conviertan en enemigos públicos.

Aunque el pastor no lo menciona, las ovejas, como los ñus, se caracterizan por el “efecto manada”, también conocido como “efecto de arrastre”, “*bandwagon effect*” o “efecto de la moda”, que es la tendencia a aceptar como válidos los razonamientos o las ideas de la mayoría sin analizar si son correctas desde un punto de vista lógico (O'Connor y Clark, 2019). El bueno de Marcel no menciona el “efecto manada” porque habla de ovejas y no de seres humanos, ¿no? Claro que, como señala el pastor, la única diferencia entre las ovejas y el ser humano es precisamente... ¡que no hay ninguna diferencia!

Las redes sociales aúnan tanto el “efecto manada” como el “efecto redil”. Una vez que se ha conseguido atemorizar a los seres humanos y que actúen como una manada, y estén ya dentro del redil, entra en juego el “efecto redil”. El “efecto redil” está dirigido a estrechar el campo del conocimiento del ser humano, a limitar la expansión. ¿Cómo lo hacen? Anulando la capacidad de reflexión de las personas, para lo que les ofrecen toda suerte de entretenimientos vacuos dirigidos a controlar indirectamente los pensamientos y comportamientos de las personas, a través de la manipulación directa de las emociones.

### Éramos pocos y parió la abuela

Una de las consecuencias que está teniendo la actual pandemia COVID-19 es la sensación de que el control férreo de la población a través de la ciencia de los datos y de la información vertida en las *redes sociales*, ha salido reforzada. Como señala el filósofo surcoreano Byung-Chul Han, «Los apologetas de la vigilancia digital proclamarían que el *big data* salva vidas humanas» (Han, 2020). Así, China, un país en el que sus habitantes tienen dificultades para entender conceptos como los de *protección de datos* o *vida privada* “podrá vender ahora su Estado policial digital como un modelo de éxito contra la pandemia. China exhibirá la superioridad de su sistema aún con más orgullo. Y tras la pandemia, el capitalismo continuará aún con más pujanza. [...] Es posible que incluso nos llegue además a Occidente el Estado policial digital al estilo chino.” Como señala Han, “la digitalización elimina la realidad. La realidad se experimenta gracias a la resistencia que ofrece, y que también puede resultar dolorosa. La digitalización, toda la cultura del “me gusta”, suprime la negatividad de la resistencia.”

La reclusión obligada de la pandemia nos hace topar con una realidad insoslayable: la inmensa mayoría de las personas ha perdido la capacidad de estar en soledad. Así, es probable que un gran número de personas se haya enfrentado al aislamiento generado por la pandemia COVID-19 aumentando el uso ya previamente exagerado de las redes sociales. Ingenuamente, muchos habrán pensado o incluso se nos haya vendido la gran bendición que ha sido tener “redes sociales”, como si las mismas fueran un sucedáneo de las relaciones interpersonales reales que las personas atesoramos. Sin quitarle mérito a algunos beneficios de su uso, como es el de estar mejor informado sobre cómo evitar comportamientos de riesgo relacionados con la diseminación de la enfermedad (Li y Liu, 2020), parece que los riesgos podrían superar a esos beneficios. Lamentablemente, la información científica que ya se está publicando desvela la realidad de las redes sociales en el contexto de la pandemia. Así, su uso masivo se asocia a: 1) un elevado riesgo de depresión, y... ¡soledad! en los adultos jóvenes (Hunt et al., 2018); 2) agrava el miedo de las personas al facilitar la difusión de información falsa (Lee et al., 2020); y 3) precipitan enfermedades mentales en personas vulnerables (Zhao y Chou, 2020). Lamentablemente, en los momentos iniciales de la pandemia muchos ingenuos hablaban de las virtudes de las redes sociales, pasado el momento inicial de emoción, lo que se está confirmando es que el COVID-19 está aumentando la prevalencia y la gravedad tanto de las sustancias como de la adicción al comportamiento (Panno et al., 2020), y de todos los problemas mencionados previamente.

Sin embargo, hay personas que no han tenido que recurrir a las redes sociales para enfrentarse a la situación de aislamiento físico derivado de la pandemia. Así, Alain Touraine, el autor de *La Crítica de la Modernidad*, en una entrevista realizada el 29 de marzo en el País respondía así a la pregunta del entrevistador: “¿Le angustia esta situación?” Y responde, Alain: “No, porque mi vida consiste en estar en casa trabajando. Me siento, de alguna manera, protegido en las mismas condiciones que todos los días” (Bassets, 2020). O en las palabras de Ai Wei. Al preguntarle sobre el confinamiento respondió que “Personalmente, no me afecta en nada. Paso más tiempo con mi familia, lo cual es una razón de alegría. Me permite reflexionar sobre los temas que generalmente me interesan” (Morillo, 2020). Sus reflexiones son interesantes porque ofrecen una vía de escape para al menos algunas personas que no esté relacionada con el uso masivo de redes sociales que, a medio plazo, va a generar un importante problema de adicción a las nuevas tecnologías, como veremos en la tercera parte de este artículo. Las redes sociales parecen servir más bien a un objetivo de control y monitorización de la población general, pero ¿se trata únicamente de un redil social, o de algo aún más grave?

### Parte 3. Atrapados en la tela de araña

**E**n las dos partes previas hemos analizado si las redes sociales sirven el propósito de soporte y conexión social (primera parte) o si, más bien, están siendo usadas como instrumentos de control masivo y/o dirigidos a entresacar información personal y manipular a las personas con fines comerciales (segunda parte). La tercera parte de este artículo se centra en desentrañar los mecanismos ocultos que impiden que las personas se puedan liberar de las redes sociales y les permiten conseguir sus objetivos de la manera más eficiente.

#### Chupetes digitales y otras adicciones

Las redes sociales no han sido creadas únicamente para captar tu atención (tiempo), sino para que, una vez conseguido ese primer objetivo, no la desvíes. Es decir, son diseñadas para que sean lo más adictivas posibles. Cualquiera que use regularmente las redes sociales se da cuenta de esta característica. Lo cual no es de extrañar porque las adicciones comportamentales, como la adicción a las redes sociales, comparten con las adicciones a las sustancias los mismos circuitos cerebrales.

Pero el proceso de convertir a un porcentaje significativo de la población en un tecnoadicto es mucho más eficiente si el proceso es inconsciente. Por ello, las redes sociales han sido diseñadas para manipular nuestros sentimientos. Nos emocionan para, precisamente, tomar el control sobre nosotros.

Al menos, como Sociedad, empezamos a descubrir que no todo el monte era orégano, y ha empezado a emerger el lado oscuro de las redes sociales. Así, la adicción a las redes sociales está asociado con consecuencias negativas como la reducción de la productividad, las relaciones sociales no saludables y la reducción de la satisfacción con la vida (Sun y Zhan, 2020).

#### Atracción fatal

En el discurso de ingreso en la Real Academia de Doctores de España, el Dr. Manuel Elices Calafat pronunció un interesante discurso titulado *Las arañas y sus telas. Un paradigma multidisciplinar* (Elices, 2009). Como ingeniero, al Dr. Elices le interesaba principalmente la telaraña por sus propiedades con capacidades industriales. Aunque hace referencia a su carácter multidisciplinar y a su presencia en diferentes campos como son la Teología, Economía,



Literatura o Ingeniería, resulta curioso que no mencione en su discurso el campo paradigmático hoy en día, que es precisamente Internet y las redes sociales. Porque la telaraña es, efectivamente, el paradigma perfecto, incluso más que el redil, para describir en lo que se han convertido hoy en día las redes sociales. De hecho, se basa en uno de los principios evolutivos más exitosos de todos los tiempos: cazar usando telarañas...

Pero sí hace también referencia a algunos elementos que a mí me interesa resaltar de las telarañas, como son: su carácter ambivalente –parece frágil e inocente, y sin embargo, la telaraña es elegante, mortífera y resistente por igual–; su carácter dual, ya que aunque en nuestra cultura se la ha relacionado principalmente como un símbolo amenazante y potencialmente mortal (del cual se deriva la *aracnofobia*), en algunas culturas primitivas ha sido considerada un símbolo maternal o vital, y así han sido representadas, de hecho, por Louise Bourgeois; su invisibilidad, lo que implica que no se percibe su peligro hasta que ya es demasiado tarde; su construcción con seda pegajosa, un colchón mullido mortífero del que es difícil escapar; y, finalmente, aunque su elaboración es costosa, posteriormente permiten cazar a la presa sin apenas gasto de energía y riesgo.

A nadie se le escapará que el término “World Wide-Web” o internet significa algo así como “la red (o telaraña) global” (Adell y Bellver, 2009). Aunque su cometido inicial fue la distribución de información, el principal cometido de las telarañas es que sus presas no escapen de redes. Como una telaraña, las redes sociales tejen una red invisible de contactos, de tiempos de espera, de anzuelos..., que permiten atrapar a sus presas, sean estas un ligue virtual o un potencial consumidor. Y si hoy no lo consiguen, lo conseguirán mañana, cuando la sobreabundancia de datos nos permita dar con la tecla correcta para que la persona pique... Y si no es así, tampoco pasa nada. Nos sale gratis “la cobardía del anonimato”.

Por otra parte, una vez que la atención de la persona ha sido presa de las telarañas sociales, ¿cuál sería el mecanismo último por el que la persona cedería el control de su comportamiento a las mismas? ¿Cómo consiguen mantener el foco de la atención en las mismas? ¿Cómo consiguen manipular y controlar (*hackear*) el comportamiento humano? A través de la manipulación y control de las emociones. A través de la persuasión o manipulación, como quieran. Así, el uso del término “herramienta” para hacer referencia a las redes sociales es inexacto: las herramientas son instrumentos y, por ende, pasivos. Somos las personas las que manejamos las herramientas, y no al revés. Sin embargo, las redes sociales son muy pro-activas en alcanzar su objetivo: modificar nuestros comportamientos, emociones y deseos, y perder el control sobre su uso. El objetivo último de las redes sociales sería controlar el aparato emocional de sujeto, quien, una vez “infectado” por las mismas, se encargará de recomendar a otros amigos la citada red social, propagando la infección. Las redes sociales, como las emociones, pueden ser contagiosas.

De hecho, este paralelismo con el mundo de la infectología no es gratuito. Esta estrategia de manipulación y control del comportamiento humano a través de las emociones tiene diferentes ejemplos en la naturaleza, tratándose principalmente de estrategias víricas (por ejemplo, el cambio de comportamiento que provoca el virus de la rabia) o parasitarias. Una de las más conocidas es la infección por *Toxoplasma Gondii*: es capaz de inhibir la respuesta de huida o lucha en ratas infectadas ante el olor de los gatos, o incluso generan atracción al mismo (*atracción fatal*) (Lathe y St Clair, 2020). Así, este parásito invade el cerebro emocional de las ratas (hipocampo y amígdala) y altera la transmisión hormonal y de neurotransmisores facilitando ser presa del hospedador definitivo del parásito, el gato. Así, de manera similar al *Toxoplasma*, un parásito que, por cierto, se encuentra presente en estudios de sero-prevalencia en el 20-50% de la población humana (Lathe y St Clair, 2020), las redes sociales consiguen que no luchemos por huir de la telaraña en la que caímos cual funambulista en la era del vacío.

## Conclusión: Tecnocracia o Jaque mate a la humanidad

**M**e gustaría concluir hablando de los dos principales retos a los que creo que se enfrenta la Humanidad y que están intrínsecamente relacionados con el tema aquí abordado. Y con un pequeño rayo de esperanza.

Los dos aspectos de las redes sociales que me generan mayor inquietud son que están ayudando a: 1) acelerar el proceso de deshumanización de nuestra especie en todos sus ámbitos; y 2) aumentar el porcentaje de cretinos hasta niveles difícilmente soportables. Estos dos hechos creo que aumentan la probabilidad de auto-destrucción de nuestra especie.

En relación a la progresiva deshumanización de nuestra especie, la magistral *Blade runner* refleja cómo nos estamos dirigiendo hacia un mundo en el que las máquinas son más humanas que los seres humanos. ¿Cómo es esto posible? La tecnología está substituyendo al contacto humano. Eso sí, un rayo de esperanza aparece cuando el deseo de abrazar a nuestros seres queridos ha aparecido con mayor fuerza que nunca. Como médico, me preocupa sobremanera la deshumanización rampante que se ha adueñado de mi profesión. Nunca antes se había hablado tanto de la “humanización de la Medicina”. Si no fuera por los tiempos que corren, sería un sinsentido hablar de esto: ¿caso es posible una Medicina no humana? Lamentablemente, su progresiva tecnificación y deshumanización parecen haberla deformado de tal manera, que a veces es difícil reconocerla (Blasco, 2016). Por no hablar de la insensibilización, o más bien, la negación de la muerte.

En relación al segundo problema, que no es otro que la existencia de un número creciente de cretinos en el mundo, coincido plenamente con los análisis realizados por el pastor Marcel García, o el filósofo Gustavo Bueno. Ambos señalan que, una de las razones principales para la deshumanización humana es el proceso de *imbecilización* de la población mundial. Hace tiempo señalé que esto no es fruto del azar (Blasco, 2016) y la pandemia les ha dado una oportunidad única a los gobiernos teóricamente democráticos del mundo. De un plumazo les ha caído un regalo inesperado del cielo: poder analizar y monitorizar a todos sus habitantes, sin ningún atisbo de protesta, en una suerte de 1984 en el siglo XXI. Sorprende la facilidad con la que la pandemia actual ha permitido que se acepte de manera sencilla, sin apenas lucha, la pérdida de libertades. Da idea del tipo de animal en que nos han convertido. Como bien dice el pastor francés que aconseja a su gobierno, para manejar a un rebaño, sólo es necesario “jugar sobre el miedo y sobre su necesidad de seguridad”. Dicho esto, ¿hablamos de la *red social*? ¿o del *redil social*?

Esta ingente cantidad de necios tiene que ver con la ausencia de pensamiento crítico (Robson, 2019). Porque si algo distingue al ser humano del resto de animales es su capacidad para el pensamiento abstracto, a la que sólo se llega a partir de los 12 años según las etapas señaladas de Piaget. La consecuencia es precisamente que cada vez haya un mayor número de seres humanos que no son capaces de pensar abstractamente, de tener juicios críticos, y, por lo tanto, se convierten en seres humanos, de alguna manera, deshumanizados. Ya ni siquiera podemos hablar del homo videns de Sartori, sino que tendríamos que hablar del *Homo insipiens*, *asinus* o *stultus*. Nos han convertido en tontos útiles. De igual manera que es un contrasentido hablar de una Medicina deshumanizada, hablar de un *Homo sapiens sapiens* que no piensa, que no reflexiona, resulta un contrasentido. Así, un ser humano necio, que es quien estando capacitado para pensar, renuncia por las razones que sea a la capacidad que le hace precisamente humano y, en ese acto, se deshumaniza.

Pero es que en los últimos 30 años el mundo se ha llenado de necios. Recuerdo haberme reído de la predicción ¿distópica? de los *Simpson* de que un día un rubiales narcisista y sin modales empresario estadounidense llamado *Donald Trump* fuera su presidente... Por otra parte, la gente confunde tener muchos datos, con el conocimiento. Se nos venden las nuevas tecnologías de la información como un gran avance cuando lo único que están suponiendo es un gran retroceso y lo único que están sirviendo es para generar legiones de “dementes digitales” (Spitzer, 2013). ¿Cómo

entender, si no, que la transmisión de bulos sea 6 veces más rápida que la de las noticias reales? La realidad parece ser mucho más aburrida. Y los bulos, al fin y al cabo, se convierten en dinero. Eso hace que incluso ideas peregrinas como las defendidas por los terraplanistas tengan cabida en nuestras sociedades. Esto se da en un magma en el que la gente no reflexiona, sólo actúan sus emociones (Robson, 2019). Pero, ¿queremos ser esto, una sociedad de cotillas? Porque tenemos un deber ético. Nuestros hijos, la generación Z (aquellos nacidos entre 1995 y 2010) o *postmillenials* se caracterizan por su gran inseguridad, dificultad para tomar riesgos y fragilidad. No nos debieran extrañar, pero sí preocupar, sus elevadas tasas de suicidio.

Es probable que las redes sociales sean héroes y villanos al mismo tiempo. En un plan superficial, las redes sociales sirven para comunicar y para crear comunidades. En un plano más profundo, sus funciones reales tienen más que ver con entretener para llenar el vacío y la infelicidad de las personas a través de las compras y el cotilleo. Es decir, son pasatiempos. En la ecuación Tener/Ser, el numerador ha crecido de tal manera que, en mi opinión, se ha erigido en uno de los grandes determinantes de las sociedades contemporáneas postmodernas (Fromm, 1978), y cuando somos, somos banales, superficiales, insustanciales. Unos auténticos infelices cuya única manera de enfrentarse al vacío e infelicidad es a través de lo material (tener); o eso nos quieren vender, como reza el anuncio, *ser feliz cuesta muy poco...* (Blasco, 2016b). Pero también sirven para controlarnos y manipular nuestro comportamiento. De igual manera que al Universo se le ha descrito como una telaraña que atrapa galaxias y estrellas (Elices, 2009), las redes sociales cazan y atrapan a multitud de seres humanos en sus redes. Esperemos que, al revés que sucede con la moraleja *La telaraña al ratón deja y a la mosca apaña*, la mayor parte de las personas nos comportemos como ratones, y no como moscas.

A pesar de todo lo aquí dicho, quisiera acabar con un mensaje de esperanza. Somos una especie rara que necesita de experiencias “cumbre” para reaccionar. Sólo en el último suspiro no apretamos el botón rojo. Como dice Jesús Díaz (2020) *“Si queremos salvar a la humanidad, hay que destruir Facebook”*.

## Bibliografía

---

- ADELL, J. Y BELLVER, C. (1994). *La internet como telaraña: el world-wide web*. Universitat Jaume I. Recuperado el 21 de julio de 2021 de:  
<https://www.uv.es/~biblios/mei3/Web022.html>
- BASSETS, M. (29 de marzo de 2020). Alain Touraine, sociólogo: “Esta crisis va a empujar hacia arriba a los cuidadores”. *El País*.  
<https://elpais.com/ideas/2020-03-28/alain-touraine-esta-crisis-va-a-empujar-hacia-arriba-a-los-cuidadores.html>
- BERNAYS, E. (2010). *Propaganda*. Melusia.
- BLASCO FONTECILLA, H. (17 de octubre de 2016a). *Hay una deliberada imbecilización del ser humano*. Farmacosalud.  
<https://farmacosalud.com/dr-blasco-fontecilla-hay-una-deliberada-imbecilizacion-del-ser-humano/>
- BLASCO FONTECILLA, H. (2016b). *Hacia un mundo feliz*. Libros.com.
- BLASCO FONTECILLA, H. (2020). *Jaque Mate al TDAH. Una guía para padres y profesionales*. Libros.com.
- CHRISTENSEN, S.S., WILSON, B.L. Y EDELMAN, L.S. (2018). Can I relate? A review and guide for nurse managers in leading generations. *Journal of Nursing Management* 26(6), 689–695.  
<https://doi.org/10.1111/jonm.12601>
- DÍAZ, J. (12 de noviembre de 2020). Si queremos salvar a la humanidad, hay que destruir Facebook. *Hasta los diodos*.  
[https://blogs.elconfidencial.com/tecnologia/hasta-los-diodos/2020-11-12/facebook-mark-zuckerberg-sacha-baron-cohen\\_2828687/](https://blogs.elconfidencial.com/tecnologia/hasta-los-diodos/2020-11-12/facebook-mark-zuckerberg-sacha-baron-cohen_2828687/)
- ELICES CALAFAT, M. (2009). *Las arañas y sus telas. Un paradigma multidisciplinar. Discurso de ingreso*. Real Academia Española de Doctores. Madrid.
- FROMM, E. (1978). *¿Tener o ser?*. Fondo de cultura económica.
- HAN, B.-C. (22 de marzo de 2020). La emergencia viral y el mundo de mañana. Byung-Chul Han, el filósofo surcoreano que piensa desde Berlín. *El País*.  
<https://elpais.com/ideas/2020-03-21/la-emergencia-viral-y-el-mundo-de-manana-byung-chul-han-el-filosofo-surcoreano-que-piensa-desde-berlin.html>
- HUNT, M.G.; MARX, R.; LIPSON, C. Y YOUNG, J. (2018). No more FOMO: Limiting social media decreases loneliness and depression. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 37(10), 751–768.  
<https://doi.org/10.1521/jscp.2018.37.10.751>
- KLONSKY, E.D. (2008). What is emptiness? Clarifying the 7th criterion for borderline personality disorder. *Journal of Personality Disorders*, 22(4), 418–426.  
<https://doi.org/10.1521/pedi.2008.22.4.418>
- LATHE, R. Y ST CLAIR, D. (2020). From conifers to cognition: Microbes, brain and behavior. *Genes, Brain, and Behavior*, 19(8), e12680.  
<https://doi.org/10.1111/gbb.12680>

- LEE, Y., YANG, B. X., LIU, Q., LUO, D., KANG, L., YANG, F., MA, S., LU, W., CHEN-LI, D., ROSENBLAT, J.D., MANSUR, R.B., NASRI, F., SUBRAMANIPILLAI, M., LIU, Z., MCINTYRE, R.S. Y LIN, K. (2020). Synergistic effect of social media use and psychological distress on depression in China during the COVID-19 epidemic. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 74(10), 552–554.  
<https://doi.org/10.1111/pcn.13101>
- LI, X. Y LIU, Q. (2020). Social Media Use, eHealth Literacy, Disease Knowledge, and Preventive Behaviors in the COVID-19 Pandemic: Cross-Sectional Study on Chinese Netizens. *Journal of Medical Internet Research*, 22(10), e19684.  
<https://doi.org/10.2196/19684>
- LIN, M.H., VIJAYALAKSHMI, A. Y LACZNAK, R. (2019). Toward an Understanding of Parental Views and Actions on Social Media Influencers Targeted at Adolescents: The Roles of Parents' Social Media Use and Empowerment. *Frontiers in Psychology*, 10, art. 2664.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02664>
- LIPOVETSKY, G. (1986). *La era del vacío. Ensayos sobre el individualismo contemporáneo*. Anagrama.
- MITCHELL, D.A. (2008). Generation Z--striking the balance: healthy doctors for a healthy community. *Australian Family Physician*, 37(8), 665–667.
- MORILLO, I. (5 de abril de 2020). Ai Weiwei: "El capitalismo ha llegado a su fin". *El País*.  
<https://elpais.com/ideas/2020-04-04/ai-weiwei-el-capitalismo-ha-llegado-a-su-fin.html>
- O'CONNOR, N. Y CLARK, S. (2019). Beware bandwagons! The bandwagon phenomenon in medicine, psychiatry and management. *Australasian Psychiatry*, 27(6), 603–606.  
<https://doi.org/10.1177/1039856219848829>
- PANNO, A., CARBONE, G.A., MASSULLO, C., FARINA, B. Y IMPERATORI, C. (2020). COVID-19 Related Distress Is Associated With Alcohol Problems, Social Media and Food Addiction Symptoms: Insights From the Italian Experience During the Lockdown. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 577135.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.577135>
- PILGRIM, K. Y BOHNET-JOSCHKO, S. (2019). Selling health and happiness how influencers communicate on Instagram about dieting and exercise: mixed methods research. *BMC Public Health*, 2019. 19(1), 1054.  
<https://doi.org/10.1186/s12889-019-7387-8>
- POSETTI, J. Y MATTHEWS, A. (2018). *Una breve guía de la historia de la s 'noticias falsas' y la desinformación*. International Center for Journalist. Accesible en:  
[https://www.icfj.org/sites/default/files/2019-06/HistoryPropaganda\\_Espanol2\\_final\\_5.pdf](https://www.icfj.org/sites/default/files/2019-06/HistoryPropaganda_Espanol2_final_5.pdf)
- ROBSON, D. (2019). *La trampa de la inteligencia*. Paidós.
- SARTORI, G. (2005). *La sociedad teledirigida*. Punto de lectura (Anagrama).
- SHATTO, B. Y ERWIN K. (2016). Moving on From Millennials: Preparing for Generation Z. *Journal of Continuing Education in Nursing*, 47(6), 253–254.  
<https://doi.org/10.3928/00220124-20160518-05>
- SPITZER, M. (2013). *Demencia digital. El peligro de las nuevas tecnologías*. Ediciones B.
- SUN, Y. Y ZHANG, Y. (2020). A review of theories and models applied in studies of social media addiction and implications for future research. *Addictive Behaviors*, 114(20), 106699.  
<https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106699>

- VALLESPÍN, F. (1 de septiembre de 2019). Cómo los tertulianos suplantaron a los intelectuales. *El País*.  
[https://elpais.com/elpais/2019/08/30/ideas/1567167306\\_897434.html](https://elpais.com/elpais/2019/08/30/ideas/1567167306_897434.html)
- VOSOUGHI, S., ROY, D. Y ARAL, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, *359*(6380), 1146–1151.  
<https://doi.org/10.1126/science.aap9559>
- ZHAO, N. Y ZHOU, G. (2020). Social Media Use and Mental Health during the COVID-19 Pandemic: Moderator Role of Disaster Stressor and Mediator Role of Negative Affect. *Applied Psychology. Health and Well-Being*, *12*(4), 1019–1038.  
<https://doi.org/10.1111/aphw.12226>

**Resumen.** 

---

Las redes sociales tienen dos funciones bien claras, facilitar la comunicación y el intercambio de información y hacer favorecer la creación de comunidades. Esas dos funciones pueden ayudar a entender su rápido crecimiento y su omnipresencia en la vida de las personas. No obstante, este fenómeno puede entenderse como una consecuencia indirecta de vivir en una sociedad del vacío, profundamente infeliz a pesar la amplia oferta de una felicidad basada en el consumo. Y eso nos lleva a tener que explorar la complejidad del problema y el daño que esas redes están provocando en la sociedad. Es probable que las redes sociales tengan un rostro bifronte, héroes y villanos al mismo tiempo. Una primera aproximación nos dice que sirven para comunicar y para crear comunidades; pero profundizando algo más quizá su función sea aparentar que se llena el vacío y la infelicidad de las personas a través de las compras y el cotilleo. El riesgo de imbecilización de la población o de su transformación en una tela de araña que nos atrape a todas las personas en una dictadura encubierta, 1984 que no proporciona más felicidad que la que del mundo feliz de Huxley. No obstante, conviene mantener la esperanza de que no llegaremos a esas situaciones tan negativas. Posiblemente volvamos a pararnos a punto de pulsar el botón rojo de nuestra autodestrucción.

**Palabras clave.** Redes sociales; Influencers; Bulocracia; Espíritu crítico; Tecnocracia.

**Abstract.** 

---

Social networks have two very clear functions: facilitating communication and the exchange of information and favoring the creation of communities. Those two functions can help you understand their rapid growth and their omnipresence in people's lives. However, this phenomenon can be understood as an indirect consequence of living in a society of emptiness, deeply unhappy despite the wide offer of happiness based on consumption. And that leads us to have to explore the complexity of the problem and the damage that those networks are causing in society. Social media is likely to have a two-sided face, heroes and villains at the same time. A first approach tells us that they serve to communicate and to create communities; but deepening something more perhaps its function is to pretend that the emptiness and unhappiness of people is filled through shopping and gossip. The risk of imbecilitating the population or its transformation into a spider's web that catches all of us in a covert dictatorship, 1984 that provides no more happiness than that of Huxley's brave new world. However, it worth maintaining the hope that we will not reach such negative situations. Possibly we will once again stop short of pressing the red button of our self-destruction.

**Key-words.** Social networks; Influencers; Fake news domination; Critical spirit; Technocracy.

**Hilario Blasco Fontecilla**

Médico Psiquiatra del Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda

hmblasco@yahoo.es