

Área: Ciencias Sociales; Disciplina: Filosofía; Tema: Transformaciones humanas; Idioma: Español; Escritura: Colectiva

DOI: <https://doi.org/10.47133/respy43-25-2-2a-10>

BIBLID: 0251-2483 (2025-2), 258-278

Cuando un algoritmo elige el embrión. Algunas consideraciones éticas acerca de selección de embriones mediante IA

*When an algorithm chooses the embryo. The ethics of
embryo selection using AI*

Maurizio Balistreri¹ 

¹Universidad de Tuscia, Viterbo, Italia.

José Manuel Silvero² 

²Universidad Nacional de Asunción, Asunción, Paraguay.

Correspondencia: maurizio.balistreri@unitus.it

Artículo enviado: 16/6/2025

Artículo aceptado: 29/11/2025

Contribución de los autores: Los autores declaran que todos han formado parte del proceso de investigación, procesamiento, redacción y corrección del presente artículo.

Conflictos de Interés: ninguno que declarar.

Fuente de financiamiento: sin fuente de financiamiento.

- **Editor responsable:** Carlos Aníbal Peris  Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Asunción, Paraguay.
- **Revisor 1:** Javier N. Caballero  Universidad Nacional del Este, Facultad de Postgrado. Ciudad del Este, Paraguay.
- **Revisor 2:** Clara Orrego  Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Derecho y Ciencias Sociales. Asunción, Paraguay.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Citación Recomendada: Balistreri, M. y Silvero, J.M. (2025). Cuando un algoritmo elige el embrión. Algunas consideraciones éticas acerca de selección de embriones mediante IA. *Estudios paraguayos*, Vol.43(2), pp.258-278. <https://doi.org/10.47133/respy43-25-2-2a-10>

Resumen: En el campo de la fertilización in vitro (FIV), la inteligencia artificial (IA) se utiliza cada vez más para seleccionar embriones para transferencia. Este artículo explora las implicaciones éticas del uso de la IA en la selección de embriones, discutiendo dos modelos principales: uno basado en las preferencias y valores de los futuros padres y otro basado en los parámetros establecidos por programadores o profesionales de la salud. Se examinan los desafíos éticos de ambos modelos, incluido el potencial de una mayor desigualdad social, la deshumanización de la reproducción y las preocupaciones sobre las responsabilidades parentales. El artículo también considera las implicaciones de un futuro en el que la IA podría elegir embriones de una gran población, lo que plantea preguntas sobre la naturaleza del amor parental y las opiniones sociales sobre la mejora. Finalmente, evalúa si la selección de embriones a través de IA podría exacerbar las injusticias sociales en comparación con las intervenciones de edición genómica, lo que sugiere la necesidad de una supervisión ética cuidadosa en las tecnologías reproductivas.

Palabras clave: Inteligencia Artificial (IA); selección de embriones; Ética; fertilización in vitro (FIV); tecnología reproductiva.

Abstract: In the field of in vitro fertilization (IVF), artificial intelligence (AI) is increasingly used to select embryos for transfer. This article explores the ethical implications of using AI in embryo selection, discussing two main models: one based on the preferences and values of prospective parents and another based on parameters set by programmers or healthcare professionals. The ethical challenges of both models are examined, including the potential for increased social inequality, the dehumanization of reproduction, and concerns about parental responsibilities. The article also considers the implications of a future in which AI could choose embryos from a large population, raising questions about the nature of parental love and social views on enhancement. Finally, it assesses whether AI-assisted embryo selection could exacerbate social injustices compared to genomic editing interventions, suggesting the need for careful ethical oversight in reproductive technologies.

259

Keywords: Artificial Intelligence (AI); embryo selection; Ethics; In vitro fertilization (IVF); reproductive technology.

Introducción

En el campo de la fertilización in vitro (FIV), las metodologías basadas en inteligencia artificial (IA) irá ganando preponderancia y destaque a la hora de seleccionar embriones para su respectiva transferencia. La IA tiene la capacidad de analizar conjuntos de datos complejos, identificar patrones sutiles pero significativos y mantener un mayor nivel de objetividad que el juicio humano al seleccionar embriones y decidir cuáles deben transferirse *in vivo* (Salih et al., 2023). Esta capacidad avanzada de la IA podría mejorar significativamente la precisión y los resultados de los tratamientos de FIV, haciendo que el proceso de selección de embriones sea más eficiente y potencialmente más efectivo. Siguiendo a Suter (2018), se pueden imaginar al menos dos modelos de selección algorítmica de embriones. El primer modelo tiene en cuenta las preferencias y valores de los padres que se someten a procedimientos de reproducción asistida. El otro modelo, sin embargo, se basa, a nivel de programación del algoritmo, en parámetros establecidos por los programadores (ya sean profesionales de la salud u otros expertos, por ejemplo, de una empresa de programación privada). Los grupos profesionales, las clínicas de fertilidad o los laboratorios comerciales podrían desarrollar algoritmos individualizados o genéricos para ayudar a las personas a procesar y analizar los resultados del diagnóstico genético preimplantacional (DGP). Los algoritmos individualizados utilizarían las respuestas de los padres a cuestionarios sobre sus preferencias para evaluar los perfiles genómicos de los embriones y determinar qué embrión(es) obtuvo la puntuación general más alta. Los padres podrían identificar los rasgos patológicos o no patológicos que deseaban descartar o favorecer, y la ponderación relativa que asignarían a estas categorías, o simplemente podrían clasificar las características más importantes para ellos y dejar que el algoritmo les asigne la ponderación relativa (Suter, 2018, p. 288). Así, en este trabajo hemos dedicado un apartado donde abordamos los principales problemas morales que surgen con los algoritmos personalizados según las preferencias de quienes desean tener un hijo. Asimismo, pasamos a analizar los problemas éticos asociados con el otro modelo y finalmente discutimos cuestiones morales

fundamentales en torno a ambos modelos de selección embrionaria.

Consideraciones con respecto al uso de algoritmos personalizados

En primer lugar, el desarrollo de algoritmos personalizados para la selección de embriones puede ser un gran recurso para los padres, pero al mismo tiempo una gran responsabilidad (Suter, 2018; Tamir, 2023). Para que el algoritmo funcione de forma óptima, las personas (futuros padres) tendrían que considerar un gran número de escenarios posibles (p. ej., enfermedades, inteligencia, resistencia a las enfermedades, esperanza de vida, capacidad de tener éxito en la vida) y asignar un valor a cada uno de ellos, tanto en términos absolutos como en las diversas combinaciones (posibles) imaginables. Sin embargo, esto podría ser un reto imposible para cualquier persona. Las cosas se simplifican si se considera un número más limitado de parámetros (p. ej., la posibilidad de tener un hijo sano —no afectado por enfermedades genéticas—, una esperanza de vida alta o media y una buena inteligencia). De esta manera, sin embargo, podría parecer más razonable que los padres confiaran en sistemas de selección de embriones que ya consideran estos parámetros, pero dentro de un sistema de cálculo que también tenga en cuenta la conveniencia de otros factores. De hecho, en comparación con los sistemas informáticos generales, los algoritmos más personalizados pueden parecer no solo mucho menos eficaces (y capaces de gestionar un número mucho mayor de variables), sino también mucho más exigentes. Además, el uso de algoritmos personalizados podría generar tensiones entre los profesionales sanitarios (que participan en la FIV) y las personas que desean tener un hijo. Estas personas pueden tener preferencias y, en consecuencia, programar los algoritmos de selección de embriones según parámetros que los profesionales sanitarios pueden considerar cuestionables, o incluso moralmente inaceptables o repugnantes. Por ejemplo, quienes creen que la discapacidad no es un impedimento, sino una “mera diferencia”, pueden no solo considerar irracional preferir un embrión sano a uno enfermo, sino también desear individuos con

características socialmente percibidas como discapacidades (como la sordera u otras afecciones genéticas significativas) (Garland-Thomson, 2011, 2012, 2017). Naturalmente, es razonable asumir que quienes recurren a técnicas de reproducción asistida desean lo mejor para el feto. Sin embargo, esto no resuelve el problema, ya que las personas que desean tener un hijo y los profesionales sanitarios (que participan en técnicas de reproducción asistida) pueden tener diferentes perspectivas sobre qué constituye el interés superior del feto (Barnes, 2009, 2014, 2016). En estos casos, es legítimo preguntarse cuáles son los deberes de un profesional de la salud (Suter, 2018). Algunos argumentan que, en estos casos, la autonomía reproductiva de las personas siempre prevalece y, por lo tanto, los profesionales deben respetar sus decisiones (incluso cuando se trata simplemente de la selección o la elección entre embriones producidos). Otros, como Daar (2018), argumentan que, en tales circunstancias, «los profesionales no están obligados a atender todas las solicitudes de los pacientes con respecto a los tratamientos», ya que también deben considerar la idoneidad y aceptabilidad del tratamiento. Creemos que esta perspectiva es comprensible, ya que es correcto, si no totalmente obligatorio, que un padre considere las consecuencias de sus decisiones en el feto. Nos enfrentamos a un nuevo problema: en el pasado, de hecho, la posibilidad de elección no existía o no estaba permitida. Hoy, sin embargo, estamos llamados a afrontar este desafío. Una confrontación que solo puede darse mediante una reflexión sobre el tipo de responsabilidad —moral, incluso antes que legal— que tenemos hacia quienes traemos al mundo (Savulescu, 2001, 2007; Savulescu y Kahane, 2009; Magni, 2021; Battisti, 2021, 2024; Balistreri, 2022). ¿Qué significa, entonces, ser responsable hacia quienes nacen? ¿Es siempre bueno venir al mundo, bajo cualquier circunstancia? ¿O tenemos el deber, la responsabilidad moral, de garantizar a quienes traemos al mundo un cierto tipo de vida, o al menos algunos bienes fundamentales, para que su existencia realmente merezca la pena?

Consideraciones con respecto al uso de algoritmos genéricos (no personalizados)

Los algoritmos genéricos, no personalizados, ofrecen ventajas significativas porque son capaces de procesar un amplio espectro de parámetros, compararlos sistemáticamente y generar una escala de calificación objetiva de las diferentes combinaciones, colocándolas en un continuo que va desde las soluciones más deseables a las menos deseables (Rolfes et al., 2023): Los proveedores de DGP podrían desarrollar algoritmos genéricos. Por ejemplo, podrían crear algoritmos que otorguen puntos a genotipos asociados con enfermedades según diversas categorías: la posible gravedad, la edad de inicio, el grado de discapacidad o sufrimiento físico, etc. Se asignarían diferentes ponderaciones a las distintas categorías y las puntuaciones se descontarían mediante la asociación probabilística entre las variantes y el fenotipo (Suter, 2018, p. 288). Este proceso, por lo tanto, permite a los profesionales sanitarios (y a los padres) identificar con precisión las soluciones óptimas (el mejor embrión) basándose en criterios definidos (Savulescu, 2001). La debilidad de esta herramienta reside en la dificultad para comprender cómo el sistema (el algoritmo) llegó a este resultado (y, en consecuencia, la dificultad para evaluar si los cálculos de la máquina son realmente adecuados) (Afnan et al., 2021; Tamir, 2023). Además, en este caso, los parámetros de los algoritmos tendrían que ser programados por los propios profesionales sanitarios o por “expertos” ajenos al ámbito médico. En el primer caso, la principal preocupación es que las personas (los ciudadanos) pierdan cada vez más el control sobre las decisiones en favor de los médicos. Sabemos que en las últimas décadas se ha producido una transición desde un modelo de medicina paternalista —donde el médico decidía qué era lo mejor para el paciente— hacia un modelo donde la autonomía (y la elección) del paciente es cada vez más crucial. Utilizar algoritmos (para la selección de embriones) programados (exclusiva o casi exclusivamente) por profesionales sanitarios sería, por lo tanto, un retroceso, ya que serían los médicos quienes decidirían, con la ayuda de la IA, quién merece nacer. También es cierto que los médicos (profesionales de la salud), con base en su experiencia y

conocimientos, ya son responsables de seleccionar embriones, distinguiendo entre embriones de alta, baja y muy mala calidad. Sin embargo, el uso (y desarrollo) de algoritmos para la selección de embriones cambiaría radicalmente el panorama, ya que los profesionales de la salud podrían utilizarlos para imponer sus propias preferencias o creencias (sobre la vida y lo que constituye una vida verdaderamente valiosa) (Suter, 2018; Tamir, 2023). No obstante, también podrían surgir problemas similares si los algoritmos son desarrollados por expertos ajenos al ámbito médico: en este caso también surge el problema de la poca explicabilidad (en el sentido de que podríamos no entender por qué el algoritmo llegó a cierta conclusión) y la cuestión de los criterios (o parámetros) elegidos para la programación. En este caso también, la programación podría albergar prejuicios (sesgos) de quienes programaron (construyeron) los algoritmos. Es decir, creencias (sobre el nacimiento y una vida que valga la pena vivir) que pueden ser cuestionables, científicamente (o médicaamente) o que, de otro modo, podrían entrar en conflicto con las preferencias y valores de quienes desean tener un hijo. En ambos casos, el problema podría resolverse parcialmente permitiendo que las personas (que desean tener hijos) integren al menos algunas de sus preferencias en el sistema (Suter, 2018). Sin embargo, es más difícil imaginar que los sistemas computacionales (algoritmos) puedan someterse al escrutinio público o ser el resultado de procesos democráticos (en los que se tengan en cuenta las preferencias de cada individuo).

Implicancias éticas y sociales del uso de la inteligencia artificial en la selección de embriones para la reproducción asistida

¿Qué significa nacer por elección de algoritmos? Al intentar responder esta pregunta surge otro cuestionamiento antropológico crucial: qué significa (o podría significar) vivir en una sociedad donde el nacimiento (o mejor dicho, la decisión de quién nace) no la toman los humanos, sino una máquina? En este caso, se podría hablar de una especie de “deshumanización” de la medicina (y, en concreto, del nacimiento), ya que nacer/traer al

mando ya no sería una responsabilidad humana, sino de una máquina. En otras palabras, es legítimo preguntarse si quienes nacen/llegan al mundo podrían tener una percepción diferente de sí mismos, ya que deben su existencia a una máquina (inteligente).

Es cierto, sin embargo, que el resultado de la elección no sería estrictamente artificial, ya que esta habría sido programada por humanos de todos modos. Además, el nacimiento seguiría estando estrechamente ligado a los planes de las personas (humanos) que recurren a las máquinas porque desean un hijo. Quizás esto sea más que suficiente para abordar las preocupaciones previas. Cabe destacar también que aún depende de los futuros padres decidir si completar su proceso reproductivo, suspenderlo al menos temporalmente (por ejemplo, congelando los embriones) o interrumpirlo permanentemente. Por lo tanto, incluso si es la máquina la que identifica/sugiere el “mejor” embrión o el que se implantará, la decisión de tener en cuenta esta sugerencia (y utilizar los embriones “seleccionados”) recae en los humanos. En otras palabras, se puede argumentar que los humanos (los futuros padres) mantienen un control significativo tanto sobre los algoritmos como sobre los embriones, ya que aún pueden corregir las evaluaciones de las máquinas inteligentes. Sin embargo, es cierto que las personas que nacen pueden sentirse elegidas no por ser objeto del amor incondicional de sus padres, sino simplemente por poseer ciertas características genéticas. En este sentido, pueden, por un lado, sentirse obligadas a estar a la altura de su dotación genética y cumplir las expectativas de sus padres. Por otro lado, si no lo hacen, pueden sentirse incapaces y no haber logrado los resultados deseados.

Además, es cierto que, incluso si optan por utilizar algoritmos genéricos, las personas parecen conservar un control significativo sobre sus embriones, ya que pueden decidir si los utilizan o no con fines reproductivos. Sin embargo, es legítimo preguntarse qué margen de maniobra conservan una vez que el algoritmo ha evaluado los embriones y presentado sus conclusiones. En última instancia, estas personas recurren a los algoritmos porque desean tener un hijo: por lo tanto, es razonable esperar que se ajusten a la decisión del algoritmo y acepten transferir los embriones sugeridos

por la máquina. (Si, entonces, las conclusiones y decisiones de estas máquinas resultan inexplicables, los padres no tendrán más opción que confiar ciegamente en sus capacidades computacionales, ya que no podrán verificar la precisión de sus resultados). Desde esta perspectiva, por lo tanto, las personas que nazcan deberán su existencia no solo a la elección de (sus) padres, sino también a la de las máquinas. Es decir, también deberán su existencia a la evaluación de los algoritmos. Los padres iniciaron el proyecto reproductivo, pero fueron entonces las máquinas las que evaluaron los embriones producidos y eligieron (identificaron) a los que debían nacer. Es absurdo, entonces, afirmar que, incluso si optan por recurrir a algoritmos, los padres siguen siendo los únicos protagonistas en la escena reproductiva, ya que siempre tienen la posibilidad de analizar sus resultados y decidir si los aceptan o no. De hecho, una vez enfrentados a la elección de los algoritmos, tenderán a creer que es la opción más razonable y serán incapaces de cuestionarla. Incluso si tienen tiempo para analizar críticamente los resultados algorítmicos, tenderán a depender de ellos (y no considerarán que valga la pena cambiarlos). Por lo tanto, incluso desde esta perspectiva, se puede afirmar que las personas que nacen también deben su existencia a la elección de las máquinas. Dicho de otro modo, si sus padres no hubieran iniciado los procedimientos reproductivos, nunca habrían existido; pero existen también porque las máquinas han producido sus resultados.

¿Puede una máquina ser una progenitora amorosa?

En este punto corresponde indagar acerca de si es posible que la persona que nace se sienta menos querida (y menos deseada) por el hecho de haber sido gestionado su concepción por un máquina. ¿Es legítimo preguntarse si desarrollaría algún tipo de afecto hacia la máquina? En otras palabras, una máquina no puede ser progenitora o, en cualquier caso, no estamos acostumbrados a pensar que una máquina pueda ser (o ser percibida como) progenitora. ¿Podría la introducción de algoritmos para la selección de embriones cambiar este panorama? ¿Podrían las personas que nacen sentir algún tipo de apego (y afecto) hacia la máquina y desear mantener algún tipo de relación (o vínculo) con ella a lo largo

del tiempo? En las situaciones más importantes (de elección), ¿podrían sentir la necesidad de consultar con la máquina para conocer su opinión y recomendaciones?

Sabemos que las personas que interactúan con máquinas inteligentes pueden desarrollar un afecto (y sentimientos) significativo hacia ellas y que, incluso si comprenden racionalmente que son meros sistemas de inteligencia artificial, pueden tratarlas como algo más que simples objetos (herramientas). Es decir, somos conscientes de que las máquinas “inteligentes” son simplemente herramientas, pero al interactuar con ellas, a menudo las percibimos como algo más. Este fenómeno no siempre ocurre con todas las máquinas, pero es particularmente evidente cuando interactuamos con robots sociales, máquinas humanoides con características similares a las humanas. Estos robots, ahora utilizados en una amplia gama de contextos, están diseñados para realizar diversas tareas sociales, como el cuidado de personas mayores, la educación y el entretenimiento. No solo responden a nuestras preguntas con precisión (ya sea verbalmente, por escrito o mediante sus acciones), sino que también pueden comprender nuestras emociones. Y lo más importante, estos robots son emocionalmente atractivos. Incluso aquellos que no están específicamente diseñados para serlo pueden despertar nuestra empatía, lo que nos lleva a tratarlos como “animales sociales” (Navon, 2021). A este fenómeno nos referimos cuando hablamos del “problema de la brecha” (Coeckelbergh, 2013, 2021): desde la perspectiva de la razón, las máquinas con las que interactuamos son meros objetos, programados para realizar acciones específicas. Sin embargo, nuestra percepción de estas máquinas inteligentes es diferente y, por lo tanto, nos cuesta tratarlas —o considerarlas— de la misma manera que tratamos a los objetos (Gunkel, 2018, 2023; Coeckelbergh, 2010). Por lo tanto, es posible que lo que ocurre en nuestras interacciones con máquinas inteligentes, especialmente en forma de robots sociales o humanoides, pueda ocurrir mañana en las interacciones con máquinas algorítmicas programadas para ayudarnos a tomar decisiones reproductivas y seleccionar embriones. Además, es cierto que las máquinas (o algoritmos) utilizadas para seleccionar los “mejores” embriones no necesitan

ser capaces de interactuar de forma compleja con los humanos, ya que solo necesitan realizar una tarea de “identificación”. Sin embargo, es concebible que puedan actualizarse y mejorarse fácilmente para permitir diferentes formas de interacción con los humanos. En este caso, las máquinas inteligentes podrían utilizarse no solo para analizar los embriones producidos, sino también para contar con modos de interacción (comunicación, expresión, etc.) lo suficientemente avanzados como para satisfacer las necesidades (y expectativas) de las personas nacidas mediante selección algorítmica. No solo podrían entablar una conversación, sino también responder a sus preguntas, por ejemplo, sobre sus orígenes y las razones por las que fueron elegidas por el algoritmo. Si, además, estas formas de interacción con las máquinas fueran particularmente importantes (y valiosas) para las personas elegidas/seleccionadas por algoritmos, debería considerarse reconocer en el futuro el derecho de las personas nacidas mediante reproducción asistida a conocer estas máquinas. De la misma manera, en otras palabras, que hoy discutimos el derecho de las personas nacidas mediante reproducción asistida heteróloga a conocer la identidad del donante, mañana deberíamos discutir el derecho a conocer la identidad de la máquina algorítmica utilizada en los procedimientos de evaluación y selección de los embriones producidos. En cualquier caso, ¿podría el recién nacido percibir el hecho de que sus padres se encomendaran a una máquina como una falta de cuidado (abandono)? ¿O como una incapacidad para asumir las responsabilidades (morales) que ello implica? En otras palabras, deberíamos elegir a quién dar a luz, pero en cambio dejamos que una máquina elija. Además, como decíamos, ¿podría el recién nacido sentirse elegido (querido) por sus padres simplemente porque exhibe características que las máquinas valoran positivamente? De hecho, el recién nacido podría pensar que sus padres podrían haber tenido dificultades para aceptarlo sin esas características (o con características muy diferentes). Y podría pensar que sus padres pueden seguir amándolo solo si demuestra que es digno de esas características genéticas (originales).

¿Qué significa ser elegido entre una gran población de embriones?

Independientemente de las expectativas de los demás, el individuo nacido (por elección algorítmica) puede sentir la responsabilidad de alcanzar metas importantes y el deber de distinguirse y destacar entre sus pares. En otras palabras, tener una vida que no se distinga, ni positiva ni negativamente, del promedio podría ser percibido por los participantes como un fracaso, al haber sido identificados por el algoritmo como el embrión más prometedor. Además, la decepción podría ser mucho más profunda de lo que imaginamos, ya que el individuo nacido podría ser seleccionado (por el algoritmo) no de un número muy limitado de embriones, sino de una gran población. Actualmente, al debatir la posibilidad de utilizar algoritmos de selección de embriones en procedimientos de reproducción asistida, se suele considerar el escenario estándar (de un procedimiento de fertilización), en el que los médicos producen un máximo de 6 a 10 embriones al final del procedimiento. Sin embargo, una vez que se introduce en el procedimiento de reproducción asistida un algoritmo capaz de identificar el embrión genéticamente “mejor” entre muchos, carecería de sentido permitir que operara solo con una muestra limitada de embriones. De hecho, cuanto mayor sea la muestra, mayor será la probabilidad de que emerja el embrión con las características genéticas excepcionales (y sea identificado por el algoritmo). Crear una muestra grande de embriones (podemos imaginar miles o decenas de miles) no plantea dificultades técnicas insalvables. En primer lugar, las mujeres que recurren a la reproducción asistida podrían optar por someterse a múltiples tratamientos de estimulación ovárica para tener la posibilidad de comenzar con un mayor número de embriones. O podrían usar (y comprar) óvulos de uno o más donantes. El principal problema no sería encontrar espermatozoides, ya que los hombres generalmente los producen en cantidades muy grandes, sino encontrar ovocitos, ya que las mujeres nacen con un número finito de ovocitos, que luego disminuye con el tiempo. De cara al futuro, sin embargo, este problema también podría superarse en gran medida con el desarrollo de los llamados gametos *in vitro* (o artificiales), obtenidos mediante la transformación de células

somáticas en células madre pluripotentes inducidas (Smajdor et al., 2018; Smajdor y Cutas, 2015; Villalba, 2024; Balistreri, 2016). De esta manera, en cualquier momento de su vida, cualquier persona podría tener un suministro inagotable de gametos para usar con fines reproductivos. Con el desarrollo de gametos artificiales (o *in vitro*), una persona podría obtener grandes cantidades de espermatozoides u ovocitos, incluso de los embriones que ella misma produce. Es decir, sería suficiente producir un embrión con sus gametos —espermatozoides u óvulos— y luego, a partir de sus células madre, se podrían producir otros gametos. Además, las células madre embrionarias representan una fuente inagotable de cualquier tipo celular en el cuerpo humano, ya que pueden cultivarse indefinidamente (sin perder su pluripotencia durante su cultivo). Sin embargo, para una persona que recurre a algoritmos de selección de embriones, desarrollar gametos *in vitro* (artificiales) a partir de sus células somáticas sería mucho más ventajoso que desarrollar gametos a partir de sus embriones (es decir, a partir de embriones previamente producidos con sus gametos “naturales”). En primer lugar, los gametos *in vitro* (o artificiales) producidos a partir de un embrión no serían los gametos de quienes lo produjeron (sino los gametos del embrión), sino del embrión utilizado para obtener las células madre embrionarias. Por esta razón, Sparrow (2012) ha argumentado que cualquier individuo nacido de espermatozoides u óvulos obtenidos de esta manera nacería huérfano ya que al menos uno de los progenitores habría sido un embrión posteriormente destruido. Además, una pareja que desee tener un hijo biológico tendría que fecundar los óvulos (*in vitro* o artificiales) producidos por sus embriones con sus propios gametos, pero esto aumentaría el riesgo de transmitir al niño nacido problemas genéticos muy graves, similares a los que ocurren entre parientes cercanos (consanguinidad). En este caso, al igual que en la reproducción entre parientes cercanos, como primos o hermanos, la probabilidad de que los gametos porten los mismos alelos recesivos aumentaría, ya que compartirían una cantidad significativa de ADN. Es cierto que, para reducir el riesgo de transmisión de anomalías genéticas al feto, los embriones producidos mediante este procedimiento podrían monitorizarse genéticamente y se podría desarrollar un procedimiento que permita

distinguir los embriones sanos de los enfermos o con mayor riesgo. Sin embargo, el procedimiento podría ser especialmente largo y complejo, además de costoso, y quizás no excluya la remota posibilidad de falsos negativos (Donohue et al., 2021).

¿El proceso de selección basado en algoritmos será accesible sólo para los más ricos?

Naturalmente, un procedimiento de selección (mediante algoritmos) como el que imaginamos implicaría la destrucción de un gran número de embriones. Sin embargo, si creemos que la selección de embriones es moralmente aceptable, incluso cuando implique necesariamente la destrucción de embriones humanos, deberíamos ser indiferentes al número de embriones producidos y, por lo tanto, destruidos. Si, de hecho, los embriones tienen relevancia moral, no deberíamos descartarlos; si, por el contrario, carecen de relevancia, no tenemos la obligación de preservarlos (protegerlos). No obstante, podemos (también) imaginar que, a largo plazo, los procedimientos algorítmicos para identificar el mejor embrión podrían depender cada vez menos de la producción (y destrucción) de una gran población de embriones y basarse completamente en la capacidad de evaluar el potencial reproductivo de los gametos. En este caso, el procedimiento de selección ya no implicaría la destrucción de un gran número de embriones, ya que los algoritmos podrían calcular (y predecir) los resultados genéticos de cualquier par de gametos utilizables. Sin embargo, un procedimiento de selección realizado en una muestra grande de embriones (o gametos) podría, en última instancia, ser un procedimiento algorítmico muy costoso. Por lo tanto, existe una posibilidad real de que el desarrollo de sistemas de selección de embriones basados en algoritmos pueda exacerbar las injusticias sociales (y hacerlas irreversibles), ya que solo unas pocas personas (o al menos un pequeño grupo) podrán costear estos procedimientos y tener un hijo genéticamente seleccionado (Casado, 2009). Además, el niño que nazca sería un individuo mejorado. (Silvero, 2019) Incluso si la selección no implica modificar el embrión, el resultado de este procedimiento sería un individuo mejorado, con mejores predisposiciones genéticas que cualquier

otro niño (que pudiera haber nacido). No hace falta mucha imaginación para identificar las injusticias sociales que podrían surgir. En tal escenario, por ejemplo, las personas genéticamente modificadas podrían lograr (o lograr con mayor facilidad) resultados que nadie más podría lograr. Además, podrían tener acceso a mejores oportunidades educativas y laborales, ampliando aún más la brecha entre ricos y pobres. Dados los (significativos) costos, las mejoras podrían convertirse en un privilegio exclusivo de las clases más pudientes, exacerbando la desigualdad económica. Con el tiempo, esto podría conducir a graves formas de discriminación y estigmatización, ya que a las personas modificadas les resultaría cada vez más difícil interactuar y establecer relaciones con personas genéticamente diferentes, que podrían ser percibidas como pertenecientes a otra especie. El resultado final podría ser una sociedad profundamente basada en castas (donde cada grupo de población se percibe a sí mismo como su propia especie). Finalmente, también deberíamos considerar las cosas desde la perspectiva de aquellas personas que no tendrían la “suerte” de ser seleccionadas de una gran muestra de embriones. En una sociedad donde dicho procedimiento es accesible y donde se seleccionan personas mediante un algoritmo entre miles y miles de embriones, ¿cómo podrían sentirse las personas concebidas de forma natural o seleccionadas de un número limitado de embriones? ¿Podrían estas personas sufrir un complejo de inferioridad? Además, ¿podrían percibirse como menos afortunadas o, de alguna manera, carentes de recursos en comparación con los demás? Hoy en día, tendemos a asociar la discapacidad con deficiencias, es decir, con capacidades físicas y cognitivas (mentales) que parecen inferiores a lo que consideramos promedio. Si mañana fuera posible interactuar con personas con capacidades mejoradas en nuestra sociedad, lo que hoy parece normal podría percibirse como una discapacidad.

¿Son las intervenciones de edición genómica formas más democráticas de empoderamiento?

Ante este escenario, también se podría argumentar que tenemos la responsabilidad (moral) de desarrollar intervenciones de

edición genómica de la línea germinal, ya que podrían garantizar formas de mejora más democráticas (es decir, más compatibles con sociedades basadas en principios democráticos liberales). En primer lugar, las intervenciones de mejora podrían, en principio, realizarse en cualquier embrión, corrigiendo su herencia genética (Jotterand e lenca, 2023). Si bien la mejora (genética) producida mediante selección siempre implica la necesidad de distinguir entre embriones adecuados e inapropiados (y, en consecuencia, la necesidad de descartar aquellos que no lo son), las intervenciones de edición genómica no implican la selección de los embriones (producidos). Cualquier embrión podría ser el candidato ideal para una intervención de mejora. Además, cabe imaginar que las intervenciones de edición genómica podrían ser menos costosas y, por lo tanto, accesibles para una población mucho mayor, ya que no requieren la producción (y posiblemente, una vez producida, la criopreservación) de un gran número de embriones (humanos). Finalmente, producir una mejora por medios genéticos (modificando la composición genética del embrión) no parece peor que obtener el mismo resultado mediante selección. En el debate bioético, una postura ampliamente representada sostiene que la edición genómica con fines terapéuticos siempre es moralmente aceptable, mientras que las mejoras son (en cambio) intrínsecamente inmorales (Harris, 2007). Entre las razones para adoptar una postura de principios contra la mejora humana se encuentra la preocupación de que las modificaciones para mejorar puedan privar al feto de su autonomía y someterlo a la voluntad de sus padres (Habermas, 2013). Además, existe el temor de que, con un rediseño radical de nuestra naturaleza, las personas que nacen ya no puedan percibirse como protagonistas de sus vidas o, en cualquier caso, pierdan para siempre su humanidad o dejen de compartir nuestros valores (Kass, 2002). Sin embargo, no es cierto que el mejoramiento pueda privar a los nacidos de su autonomía (Balistreri, 2020, 2022), ya que las intervenciones de mejoramiento generalmente incluyen predisposiciones genéticas que las personas pueden elegir/decidir si cultivar o no. Por el contrario, las intervenciones de mejoramiento promueven la autonomía de los nacidos en el mundo, ya que les permiten realizar más fácilmente sus propios proyectos/objetivos. Finalmente, al menos en principio, el mejoramiento (humano) que

podríamos lograr a través de la biotecnología también podría lograrse de forma natural (a través de la reproducción sexual o las tecnologías de reproducción asistida). Por esta razón, hemos argumentado que la selección (de embriones) realizada en una muestra suficientemente grande podría permitir la producción de un embrión mejorado, es decir, uno con características genéticas superiores a la media (de la población). En este caso, nadie diría que la persona que (entonces) viene al mundo con estas características estaría condenada a vivir una vida que no eligió o que, debido a estas características, ya no sería percibida como humana. Es difícil comprender, entonces, por qué deberíamos pensar que una persona con las mismas características genéticas, resultantes no de procesos naturales sino de la modificación genética deliberada de seres humanos, deba esperar un destino diferente. Además, en ambos casos, la mejora mejoraría la vida de los nacidos y les permitiría disfrutar de una mejor calidad de vida (por ejemplo, no solo una mayor resistencia a las enfermedades o una esperanza de vida mucho mayor, sino también una mayor capacidad para razonar).

Conclusiones

Hemos explorado en este artículo las complejidades éticas que rodean el uso de la inteligencia artificial en la selección de embriones para la fertilización in vitro, centrándose en dos modelos principales: uno que personaliza algoritmos según las preferencias de los padres y otro que utiliza parámetros estandarizados establecidos por expertos. Destacamos los dilemas morales y éticos clave que surgen cuando los deseos de los padres con respecto a rasgos específicos en su hijo no nacido entran en conflicto con estándares médicos y sociales más amplios, lo que plantea la necesidad de equilibrar la autonomía parental con normas éticas que protejan el bienestar del niño. El uso de la IA en la selección de embriones también conlleva el riesgo de profundizar las desigualdades sociales, si solo quienes tienen recursos económicos significativos pueden permitirse estas tecnologías avanzadas, lo que resulta en una profunda división social en la que el estatus socioeconómico impacta directamente la ventaja genética. También

surge la preocupación por la posible deshumanización de la reproducción, ya que involucrar a las máquinas en la decisión sobre quién nace podría alterar la percepción de la existencia individual, haciendo que las personas se sientan más valoradas por sus atributos genéticos que por sus cualidades intrínsecas. Además, los niños nacidos de embriones seleccionados mediante IA podrían sufrir impactos psicológicos, sintiéndose presionados a alcanzar el potencial genético determinado por un algoritmo o sintiéndose inadecuados si no cumplen estas expectativas. Por lo tanto, nuestro artículo busca enfatizar la necesidad de un escrutinio ético más amplio y un escrutinio público minucioso en el desarrollo y la aplicación de estos algoritmos, reconociendo la tensión entre las decisiones reproductivas personalizadas y la necesidad de regulaciones éticas que garanticen la equidad. Sin embargo, a medida que las tecnologías de IA avanzan, el marco ético debe evolucionar para abordar nuevos desafíos, incluyendo la posible afirmación de un derecho a la transparencia en los procesos algorítmicos, similar al derecho actual a conocer la identidad de los donantes de gametos en la reproducción asistida. Si bien la IA ofrece herramientas poderosas para optimizar la selección de embriones (Medenica et al., 2022), es crucial abordar cuidadosamente las implicaciones éticas, sociales y psicológicas para evitar exacerbar las desigualdades y comprometer los valores humanos en la reproducción.

275

Referencias

- Afnan, M. A. M., Liu, Y., Conitzer, V., Rudin, C., Mishra, A., Savulescu, J., & Afnan, M. (2021). Interpretable, not black-box, artificial intelligence should be used for embryo selection. *Human Reproduction Open*, 2021(4), hoab040. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoab040>
- Balistreri, M. (2016). *Il futuro della riproduzione umana*. Fandango.
- Balistreri, M. (2020). *Superumani: Etica e potenziamento*. Edizioni Espress.
- Balistreri, M. (2022). *Il bambino migliore? Che cosa significa essere genitori responsabili al tempo del genome editing*. Fandango.
- Barnes, E. (2009). Disability, minority, and difference. *Journal of Applied Philosophy*, 26(4), 337–355. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5930.2009.00443.x>
- Barnes, E. (2014). Valuing disability, causing disability. *Ethics*, 125(1), 88–113. <https://doi.org/10.1086/677021>
- Barnes, E. (2016). *The minority body: A theory of disability*. Oxford University Press.

- Battisti, D. (2021). Affecting future individuals: Why and when germline genome editing entails a greater moral obligation towards progeny. *Bioethics*, 35(5), 487–495. <https://doi.org/10.1111/bioe.12861>
- Battisti, D. (2024). *Procreative responsibility and assisted reproductive technologies*. Routledge.
- Casado, M. (2009). *Sobre la dignidad y los principios: Análisis de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO*. Civitas.
- Coeckelbergh, M. (2010). Moral appearances: Emotions, robots, and human morality. *Ethics and Information Technology*, 12(3), 235–241. <https://doi.org/10.1007/s10676-010-9221-y>
- Coeckelbergh, M. (2013). The moral standing of machines: Towards a relational and non-Cartesian moral hermeneutics. *Philosophy & Technology*, 27(1), 61–77. <https://doi.org/10.1007/s13347-013-0133-8>
- Coeckelbergh, M. (2021). Should we treat Teddy Bear 2.0 as a Kantian dog? Four arguments for the indirect moral standing of personal social robots, with implications for thinking about animals and humans. *Minds and Machines*, 31(3), 337–360. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09554-3>
- Daar, J. (2018). A clash at the petri dish: Transferring embryos with known genetic anomalies. *Journal of Law and the Biosciences*, 5(2), 219–261. <https://doi.org/10.1093/jlb/lzy012>
- Donohue, K. E., Dolan, S. M., Watnick, D., Gallagher, K. M., Odgis, J. A., Suckiel, S. A., Teitelman, N., Gelb, B. D., Kenny, E. E., Wasserstein, M. P., Horowitz, C. R., & Bauman, L. J. (2021). Hope versus reality: Parent expectations of genomic testing. *Patient Education and Counseling*, 104(8), 2073–2079. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2021.01.030>
- Fukuyama, F. (2003). *Our posthuman future: Consequences of the biotechnology revolution*. Farrar, Straus and Giroux.
- Garland-Thomson, R. (2011). Misfits: A feminist materialist disability concept. *Hypatia*, 26(3), 591–609. <https://doi.org/10.1111/j.1527-2001.2011.01206.x>
- Garland-Thomson, R. (2012). The case for conserving disability. *Journal of Bioethical Inquiry*, 9(3), 339–355. <https://doi.org/10.1007/s11673-012-9380-0>
- Garland-Thomson, R. (2017). Disability bioethics: From theory to practice. *Kennedy Institute of Ethics Journal*, 27(2), 323–339. <https://doi.org/10.1353/ken.2017.0020>
- Gunkel, D. J. (2018). *Robot rights*. MIT Press.
- Gunkel, D. J. (2023). *Person, thing, robot: A moral and legal ontology for the 21st century and beyond*. MIT Press.
- Habermas, J. (2003). *The future of human nature*. Polity Press.
- Harris, J. (2007). *Enhancing evolution: The ethical case for making better people*. Princeton University Press.
- Jotterand, F., & lenca, M. (Eds.). (2023). *The Routledge handbook of the ethics of human enhancement*. Routledge.
- Kass, L. R. (2002). *Life, liberty and the defense of dignity: The challenge of bioethics*. Encounter Books.
- Magni, S. F. (2021). In defence of procreative beneficence that affects the person. *Bioethics*, 35(5), 473–479. <https://doi.org/10.1111/bioe.12853>
- Medenica, S., Zivanovic, D., Batkoska, L., Marinelli, S., Basile, G., Perino, A., Cucinella, G., Gullo, G., & Zaami, S. (2022). The future is coming: Artificial intelligence in the treatment of infertility could improve assisted reproduction outcomes—The value of regulatory frameworks. *Diagnostics*, 12(12), Article 2979. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12122979>

- Navon, M. (2021). The virtuous servant owner—A paradigm whose time has come (again). *Frontiers in Robotics and AI*, 8, Article 715849. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.715849>
- Rolfes, V., Bittner, U., Gerhards, H., Krüssel, J.-S., Fehm, T., & Fangerau, H. (2023). Artificial intelligence in reproductive medicine—An ethical perspective. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, 83(1), 106–115. <https://doi.org/10.1055/a-1866-2138>
- Salih, M., Austin, C., Warty, R. R., Tiktin, C., Rolnik, D. L., Momeni, M., Rezatofighi, H., Reddy, S., Smith, V., Vollenhoven, B., & Horta, F. (2023). Embryo selection through artificial intelligence versus embryologists: A systematic review. *Human Reproduction Open*, 2023(3), Article hoad031. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoad031>
- Sandel, M. J. (2007). *The case against perfection: Ethics in the age of genetic engineering*. Harvard University Press.
- Savulescu, J. (2001). Procreative beneficence: Why we should select the best children. *Bioethics*, 15(5-6), 413–426. <https://doi.org/10.1111/1467-8519.00251>
- Savulescu, J. (2007). In defence of procreative beneficence. *Journal of Medical Ethics*, 33(5), 284–288. <https://doi.org/10.1136/jme.2006.018184>
- Savulescu, J., & Kahane, G. (2009). The moral obligation to create children with the best chance of the best life. *Bioethics*, 23(5), 274–290. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2008.00687.x>
- Silvero Arévalos, J. M. (2019). Tecnología per il miglioramento umano: Tra speranza e timore. *NEU*, 4, 81–89.
- Smajdor, A., & Cutas, D. (2015). Will artificial gametes end infertility? *Health Care Analysis*, 23(2), 134–147. <https://doi.org/10.1007/s10728-013-0254-0>
- Smajdor, A., Cutas, D., & Takala, T. (2018). Artificial gametes, the unnatural and the artefactual. *Journal of Medical Ethics*, 44(6), 404–408. <https://doi.org/10.1136/medethics-2017-104351>
- Sparrow, R. (2012). Orphaned at conception: The uncanny offspring of embryos. *Bioethics*, 26(4), 173–181. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2010.01824.x>
- Suter, S. M. (2018). The tyranny of choice: Reproductive selection in the future. *Journal of Law and the Biosciences*, 5(2), 262–300. <https://doi.org/10.1093/jlb/lsy010>
- Tamir, S. (2023). Artificial intelligence in human reproduction: Charting the ethical debate over AI in IVF. *AI and Ethics*, 3(3), 947–961. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00216-x>
- Villalba, A. (2024). Artificial gametes and human reproduction in the 21st century: An ethical analysis. *Reproductive Sciences*, 31(8), 2174–2183. <https://doi.org/10.1007/s43032-024-01558-z>

Sobre los autores:

Maurizio Balistreri: Profesor Asociado de Filosofía Moral (M-Fil/03) en DISTU, Universidad de Tuscia. Previamente se desempeñó como Investigador a Plazo Fijo en el Departamento de Filosofía y Ciencias de la Educación de la Universidad de Turín (2013-2021). Cuenta con la Titulación Científica Nacional como Profesor Asociado en Filosofía Moral (sector 11/C3), obtenida en 2014 y renovada en 2019. Es Licenciado en Filosofía por la Universidad de Roma "La Sapienza" (1994), con calificación de 110/110 cum laude. Doctor en Filosofía por la Universidad de Roma "La Sapienza".

José Manuel Silvero: Licenciado en Filosofía (UNA) y Doctor en Filosofía (Universidad de Oviedo, España). Cuenta con diplomados en Estudios Avanzados en Filosofía (Oviedo) y en Políticas de Inclusión Social (IMF-CIRF, Roma). Realizó estancias posdoctorales en la Universidad de Lisboa, el CIALC-UNAM (México) y la Fundación Bruno Kessler (Italia). Investigador Categorizado Nivel I (PRONII-CONACYT). Miembro del consejo del CONEC, ANEAES y CONACYT. Docente en programas de maestría y doctorado.