



Universidad
Nacional
de Córdoba

Edición de genes y evolución. Un proyecto de podcast sobre manipulación genética y sus potenciales implicancias en evolución humana

Presentado ante la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y
Computación como parte de los requerimientos para la obtención del
grado de Especialista en Comunicación Pública de la Ciencia y
Periodismo Científico

Autora. Claudia Patricia Tambussi

Tutores: Pedro Servent y Leonardo Salgado



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

2021

Para José

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
COMUNICAR CIENCIA, DESDE AQUÍ PARTIMOS	3
LA COMUNIDAD DE ADOLESCENTES Y JÓVENES COMO DESTINATARIA	6
LA COMUNICACIÓN EN LA ERA DE LA COMUNICACIÓN	8
LA ELECCIÓN DEL TEMA	10
EL PODCAST COMO INTERMEDIARIO EN LA COMUNICACIÓN	11
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
SÍNTESIS DE LA PROPUESTA	14
HACIENDO PODCASTS	18
SÍNTESIS DE CONTENIDOS	22
Acido desoxirribonucleico, genes y cromosomas	23
El proyecto genoma humano	23
¿De quién es, si es que es de alguien, esta información?	24
Reescribiendo el genoma	25
Editando embriones	27
¿Hay que aplicar límites a la manipulación genética?	28
¿Es legal la modificación genética de embriones?	29
¿Hay derecho de imponer deliberadamente alguna característica a nuestra descendencia?	31

¿Cuáles son los límites éticos de aplicar manipulación genética para imponer algún perfil a la ciudadanía?	32
La genética y los medios	35
Las células madre	36
Charles Darwin, Alfred Wallace y la teoría de la evolución	37
Unas palabras sobre diversidad y herencia	40
Otras pocas palabras sobre evolución en el mundo contemporáneo	42
Breve biografía de notables, los Huxley	44
La ciencia como verdad	45
El deber de enseñar y el derecho a saber evolución	46
ESCRIBIR PARA EL OÍDO: GUIÓN DE LOS EPISODIOS	48
EPISODIO 1. A mi imagen y semejanza	48
EPISODIO 2. Ser alfa en la metrópolis de un mundo feliz.	54
EPISODIO 3. En lucha contra el genoismo. Vincent versus Jerome	58
EPISODIO 4. Las vicisitudes de elegir un vientre	64
EPISODIO 5. Los Huxley, familia de notables.	68
EPISODIO 6. Evolución en viaje al centro de la tierra	72
EPISODIO 7. El violinista del Beagle y la mujer de las hierbas	78
EPISODIO 8. Darwin el palomero	82
EPISODIO 9. Darwin, Malthus y Kropotkin: Competencia versus solidaridad	86
EPISODIO 10. ¿Querrías saber tu perfil genético?	90
EPISODIO 11. Evolución y el maestro encarcelado	93
EPISODIO 12. ¿Por qué creerle a la ciencia?	96
UNAS PALABRAS DE CIERRE	102

REFERENCIAS	104
ANEXOS	110
AGRADECIMIENTOS	111

En medio de ese paisaje, que parece muchas veces de desconexión y desentendimiento, han aparecido iniciativas de cooperación que, aún sin quererlo, pueden servir de escaparate de buenas prácticas, que fortalecen ese vínculo tan razonable pero tan divorciado, entre ciencia y sociedad. La esperanza está fundada...

RESUMEN

En este Trabajo Final Integrador se propone la implementación de un programa de comunicación en formato de audio descargable y libre, destinado a adolescentes y jóvenes, dedicado a la temática de la edición de genes y sus potenciales implicancias en la evolución humana.

Adolescentes y jóvenes tienen potencialidad y recursos para incidir en el entorno como actores sociales y en este sentido, son protagonistas estratégicos del desarrollo y transformadores sociales. Eso implica empoderarles, brindarles herramientas que les permitan discernir, reconociendo sus derechos y capacidades y auspiciando su participación en la toma de decisiones.

La elección del formato podcast se debe a su uso cada vez más frecuente, accesibilidad desde múltiples plataformas, fácil circulación y producción económica.

La edición de genes (metodologías CRISPR-Cas9 y Prime Editor), la terapia génica, la manipulación de embriones y clonación, son temas de vanguardia que avanzan a ritmos abrumadores. Por medio de estas técnicas de edición es posible reemplazar, duplicar, eliminar ciertos genes e incluso transportarlos a otras especies por lo cual se rescribe el ADN y sus consecuencias son aún impredecibles. Su aplicación eventual a nivel poblacional, podría ser responsable de un sesgo futuro de la sociedad hacia ciertas características o con ciertas predisposiciones. En términos evolutivos, la homogenización de las poblaciones reduce peligrosamente su resiliencia. La ingeniería social podría dejar de ser ficción como la de los clásicos libros de Huxley o de George Orwell del siglo 20. Si bien existe una recomendación internacional que prohíbe ciertas prácticas en el manejo de embriones, la Argentina aún no tiene implementada la reglamentación correspondiente.

La idea que subyace a este trabajo es provocar el enfrentamiento entre viejos y nuevos conocimientos científicos y convicciones para fomentar la toma de posturas. Con este propósito, cada episodio fue abordado desde una historia inspirada en libros, películas o notas periodísticas relacionada con algún aspecto específico de la temática general y pensados para que involucre e interpele al oyente a través de un lenguaje y formato accesibles.

Los contenidos científicos y jurídicos relacionados con la temática general se agruparon en cuatro núcleos (Manipulación genética, Evolución, La ciencia como verdad, La legalidad de las investigaciones) y sobre los cuales se construyeron 12 guiones y grabado tres a modo de demo (ver Anexo).

Este proyecto fue desarrollado durante la etapa de confinamiento debido a la pandemia ocasionada por el SARS-CoV-2, por lo cual se realizó íntegramente con computadora y micrófono personales y de uso común, softwares libres y gratuitos para grabar y editar.

Indudablemente en muchos escenarios sociales y ambientales, los saberes científicos aportan herramientas claves para la toma de decisiones. Sin embargo, los científico-técnicos no pueden, no deben, ser los únicos saberes que se confrontan a la hora de decidir aspectos cruciales de nuestra existencia. Es el mejor de los casos, es deseable que se recuperen otras miradas y prácticas. Con ese norte, este proyecto intenta construir espacios para escuchar y escucharse, para pensar y pensarse, para conversar y generar intercambios.

COMUNICAR CIENCIA, DESDE AQUÍ PARTIMOS

Los científicos, ingenieros, científicos sociales, políticos, ONG y público en general tienden a pensar y hablar sobre ciencia y tecnología de diferentes maneras, de modo que los significados compartidos y los potenciales puntos en común, a menudo se pasan por alto y las diferencias genuinas se tergiversan. El lenguaje que usamos puede oscurecer los valores, suposiciones y los intereses que aportamos a la conversación (original en inglés, tomado de [Wilsdon, Wynne and Stilgoe 2005: 24-25](#))

La comunicación pública del conocimiento experto a una audiencia no especializada ha sido una prioridad en muchas agendas gubernamentales -aunque no en todas- a partir del final de la Segunda Guerra Mundial ([Stilgoe et al. 2014](#)). Desde entonces, hemos sido testigos de siete décadas durante las cuales el incremento de conocimientos científicos y tecnológicos ha modificado nuestras vidas a ritmos veloces. Aunque no fue acompañando linealmente a ese ritmo de crecimiento, también se fueron consolidando diferentes maneras de establecer interrelaciones entre los productores de conocimiento científico y el resto de la sociedad, sin dudas potenciado por Internet, la herramienta más disruptiva, poderosa, idílicamente descentralizada y horizontal jamás inventada.

El 4 de diciembre de 2020, la UNESCO y la Conferencia Internacional de Comisionados de Información formalizaron, a través de un memorándum, la intención de mejora de la cooperación existente a fin de promover el acceso a la información. Esta intención quedó plasmada en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la UNESCO, que fomenta la promoción y supervisión de las leyes para el acceso a la información y el fortalecimiento de su aplicación. Elizabeth Denham, presidenta del Grupo de trabajo de Gobernanza de ICIC decía al respecto “El derecho a saber no puede basarse en una promesa; requiere entidades de garantía jurídica, fiscalización y apelación, especialmente cuando los ciudadanos demandan acceso a información políticamente sensible o de alto perfil. Eso es especialmente cierto en nuestro mundo digital. Este año, la aceleración en la adopción de servicios digitales ha sido extraordinaria. Eso conlleva muchos beneficios para la sociedad, pero también desafíos” ([en: https://es.unesco.org/news/se-potencia-acceso-informacion-mediante-memorando-unesco-y-conferencia-internacional](https://es.unesco.org/news/se-potencia-acceso-informacion-mediante-memorando-unesco-y-conferencia-internacional)).

La intención de democratizar el conocimiento científico no es nueva y está estrechamente vinculada al origen de la sociedad del conocimiento, arraigada en el siglo 21 pero enraizada en procesos iniciados en el siglo pasado. Dice [Miquel Domènech \(2017: XXVI\)](#): “Los cambios que ha implicado la creciente consolidación del papel preponderante del conocimiento en nuestras sociedades, han transformando radicalmente las condiciones contemporáneas de participación en la vida pública y política”. Estas transformaciones tienen al menos, dos aristas: por un lado, la intervención de científicos y técnicos en procesos deliberativos y en tomas de decisiones del Estado. El caso más reciente, sin dudas, es el de la promulgación de la Ley 27610 de Acceso a la interrupción voluntaria del embarazo, publicada en el Boletín Oficial de la República Argentina el 15 de enero de 2021 y todos los debates que pudieron escucharse en los dos últimos años. Por otro lado, y para algunos autores (e.g. [Aceros y Domènech 2010](#)), esta expertización tiene como correlato el alejamiento de los ciudadanos en la participación activa de la vida pública como consecuencia de que no sienten tener o disponer de recursos para obtener los conocimientos apropiados. En estos escenarios disruptivos, difícilmente podrán ser escuchadas sus opiniones o intenciones. Como consecuencia, se origina una red cada vez más extensa pero muy poco integrada de conocimientos y propósitos. Entonces, la declaración de intención de la UNESCO que mencionamos previamente, quedará solo como una intención y no será suficiente, sino se implementan mecanismos apropiados para revertir esta des-comunicación.

[Liberatore y Funtowicz \(2003\)](#) utilizan un juego de palabras muy provocativo para hacer referencia a esta relación biunívocamente necesaria: democratizar la experticia y provocar la expertización de la democracia. Independientemente de las lógicas de democracia (la opinión de las mayorías) y experticia (habilidad desarrollada sobre cierto conocimiento) son comunes o no (una discusión sobre ello puede leerse en [Liberatore y Funtowicz 2003](#) y [Rayner 2003](#)), cierto es que los escenarios óptimos en los cuales tomar decisiones responsables y apropiadamente fundadas, sería aquel que vincule diversas prácticas, saberes, instituciones, actores y audiencias. Lograr transformar un conocimiento confiable en un conocimiento socialmente sólido es el puntapié inicial para la construcción de un saber que sea pluralista. Lograrlo es, sin dudas, el gran desafío que tiene entre otros muchos campos, la comunicación pública de la ciencia.

Resulta muy interesante el análisis realizado por [Bill Durodiè \(2003\)](#) en su artículo sobre las limitaciones del diálogo público en la ciencia y el surgimiento de nuevos expertos, donde critica detalladamente esta relación para el Reino Unido. Durodiè es presidente de Riesgo y Seguridad en Relaciones Internacionales en la Universidad de Bath, Reino Unido y fue uno de los miembros fundadores del Manifesto Club (disponible en <http://www.manifestoclub.com/>), la red de intelectuales originalmente establecida para celebrar los logros humanos y desafiar el pesimismo social, cultural y político.

Es evidente que aún existen desacuerdos y opiniones encontradas sobre cómo sería la mejor manera de gestionar la relación entre conocimiento científico y sociedad. Un análisis sobre políticas públicas en Reino Unido ([Lock 2008](#)) evidenció que, para mantener la confianza del público en las decisiones políticas sobre áreas críticas de la ciencia y la tecnología, era necesario establecer previamente un diálogo constructivo entre ciudadanos por fuera de la academia, la comunidad científica y los responsables de formular políticas públicas. La idea de diálogo en [Lock \(2008\)](#) no implica limitarse a brindar una plataforma para que los científicos expliquen cómo ocurren los procesos sino un intercambio abierto de ideas, un espacio para compartir conocimientos, valores, actitudes entre partes interesadas. Asimismo, señala la necesidad de legitimar los puntos de vista y opiniones públicas tanto de parte de los científicos como de quienes formulan las políticas públicas de ese país. En el mismo sentido, se ha señalado insistentemente que las opiniones que forja el público sobre distintos conocimientos se construyen a partir de distintos valores y visiones que tiene del mundo, y desde allí, pueden aportar y complementar las miradas de los expertos ([Tula-Molina y Vara 2013](#)). En otras palabras, la construcción de conocimiento desde múltiples saberes lo resignifica y potencia su apropiación.

[Moreno Castro \(2010\)](#) en un análisis de cómo se difunden los hechos científicos en los medios de comunicación en España, asume que, en general, los conocimientos que tienen los ciudadanos se construyen a partir de la producción periodística y reafirma el valor que conlleva la forma de narrar la ciencia en los medios. En el mismo sentido, [Mangione \(2021\)](#) señala que las distancias entre ciudadano y científicos, se acrecientan a partir de un déficit discursivo entre el cómo se originó el conocimiento y la narración que se hace del mismo, una situación que pudiera verse modificada de incorporarse en las noticias la información referida a los complejos procesos de construcción de conocimiento científico, incluyendo entre otros aspectos, los obstáculos, metas, ideas y metodología aplicados.

El interés y la preocupación compartidos entre distintos actores y audiencias alrededor de una determinada cuestión científica podría fortalecerse a partir de contar la ciencia no sólo sobre la base de resultados sino, además, provocando la reflexión sobre las posibles consecuencias de su aplicación. Para [McKechnie \(1996\)](#), el punto de partida no debe ser lo que la gente sabe o no sabe sobre ciencia, hechos o procesos científicos, sino cómo reflexionan sobre el estado de su propio conocimiento y se sitúan frente a la ciencia y frente a otros en relación con la ciencia. Esta es la postura que adoptamos aquí.

En este contexto, las preguntas rectoras que enmarcan este proyecto son muchas: ¿qué pasaría si...? ¿qué pienso yo? ¿qué haría yo? ¿Por qué esta tecnología? ¿Por qué no otra? ¿Quién lo necesita? ¿Quién lo controla? ¿Quién se beneficia de ella? ¿Se puede confiar? ¿Qué significará para mí y mi familia? ¿Qué representará para las personas del resto del mundo?

Como señalan [Wilsdon et al. \(2005\)](#), el desafío - y la oportunidad - para la participación pública es forzar algunas de estas preguntas a volver a la mesa de negociaciones, y hacerlo en un punto en el que aún puedan influir en las trayectorias del desarrollo científico y tecnológico.

LA COMUNIDAD DE ADOLESCENTES Y JÓVENES COMO DESTINATARIA

En la era digital, la juventud porta el título de alfabetos expertos y actores sociales de cambio.

Adolescentes (14 a 18 años) y jóvenes, forman parte de una generación que mantiene un gran contacto con los diferentes medios de comunicación y aprendizaje, más clásicos o más nuevos, y que está sujeta a diversas expectativas sobre cómo y para qué usarlos. Pertenecen a la generación Z por lo cual han interactuado con los medios digitales desde su más temprana niñez. Los usan de manera habitual y constituyen aproximadamente el 23,7 % de la población mundial. Se les considera nativos digitales y serán parte de esta comunidad, en dependencia de sus posibilidades de acceso a dispositivos.

Adolescentes y jóvenes resultan ser una dimensión interesante sobre la cual destinar acciones comunicativas por muchas razones: son capaces de formular y comprobar hipótesis, de analizar y criticar los valores familiares y sociales pudiendo percibir los conflictos que provienen de sus diferentes roles e identificar incongruencias; porque impactan de alguna manera en sus grupos de pertenencia; porque son generalmente proactivos dentro de su entorno; porque entienden cuáles son las necesidades dentro de su población; porque tienden a buscar razones para romper con el adultocentrismo y cuestionan ser considerados solamente como receptores de proyectos que no los han tenido en cuenta. En suma, tienen potencialidad y recursos para incidir en el entorno como actores sociales y en este sentido, son verdaderos actores estratégicos del desarrollo.

Los contenidos y mensajes disponibles en las redes casi nunca son neutros. Al asumir que la participación y sensibilización de las y los jóvenes es esencial como transformadores sociales, es crucial que dispongan de herramientas que les permitan discernir. Eso implica empoderarles, reconociendo sus derechos y capacidades y auspiciando su participación en la toma de decisiones.

¿Cómo captar el interés de un público que en principio pasa de estos contenidos? ¿cómo captar a jóvenes que son los destinatarios de este proyecto? Algunos autores plantean que estimular la curiosidad aumenta el interés por la ciencia (e.g. [Silva Luna y Bering 2020](#) y bibliografía allí citada) pero la respuesta a este estímulo no es tan lineal. Los dinosaurios inmensos, el fósil humano más viejo, los viajes lejanos a los confines del universo, la invención de un robot como Sofía que semeja a una humana, por mencionar algunos pocos ejemplos, atraen porque de alguna manera causan una respuesta emocional. Hay asombro, perplejidad, cautivación, sensaciones que quizás aumenten el interés y pudieran ser relevantes para la comunicación de la ciencia. Pero sin dudas, hay otras cuestiones más cercanas a las vivencias de cada sujeto o a su relación con la naturaleza entre otros muchos asuntos que también son relevantes y que tienen que estar en la agenda de la comunicación. Las emociones, entre ellas el asombro, se desatan en un contexto determinado y en respuesta a las experiencias personales, grupales y a los contextos culturales a los cuales pertenecemos. Obviamente, a todos no nos interesa lo mismo. En la visión constructivista del asombro, que postulan [Silva Luna y Bering \(2020\)](#) las emociones son flexibles y emergentes y se ajustan al contexto sociocultural. De esto se fortalece algo que es una verdad de Perogrullo: es importante conocer a quien

pretendemos dirigirnos con cualquier acto comunicacional para gestar el tipo de sensación que se pretende evocar.

LA COMUNICACIÓN EN LA ERA DE LA COMUNICACIÓN

...las posturas dilemáticas difícilmente permiten avanzar; que no se pueden dimensionar los riesgos de un comportamiento sin tener muy presentes lo positivo que está en juego; que no hay conducta problemática que no presente alguna ventaja ni se pueden disfrutar los beneficios de una situación, por grandes que sean las oportunidades que ésta ofrece, sin pagar un cierto precio en asunción de riesgos o aceptación de costes. [En Gordo López et al. 2018.](#)

Hasta no hace tanto, nuestras expresiones y opiniones sobre un asunto equis, quedaban contenidas en un radio limitado: el club, el barrio, el colegio, la familia, etc. El resto del planeta no se enteraba de nuestros, quizás, muy mal formados o apresurados puntos de vista. Comenzada la tercera década del siglo 21, el uso generalizado de Internet y de las redes sociales, permite a diversos usuarios participar en debates públicos sobre cuestiones científicas; hasta los estudiosos de la divulgación científica consideran que las redes sociales son herramientas eficaces para facilitar el compromiso público con la ciencia y la tecnología ([Della Giusta et al. 2020](#), [Kouper 2010](#), [Schäfer 2009](#)). El paradigma de la circulación de información ha cambiado y todo parece indicar que no hay vuelta atrás: las redes sociales/tecnologías han llegado para quedarse.

Hay extensos debates que demonizan o contrariamente idolatran, la comunicación digital contemporánea. Entre las primeras posturas, hay quienes afirman que la digitalización compulsiva de nuestras opiniones empobrece el debate público. En una entrevista realizada por [Amiguet \(2021\)](#) publicada el 25 de enero del 2021 en La Vanguardia, James Williams, ganador del Founders Awards de Google decía que creía trabajar para democratizar el conocimiento, pero tras convencerse que la digitalización, en verdad, democratiza la banalidad y tiene un impacto negativo sobre los usuarios de la tecnología digital, abandonó Google y se fue a estudiar a la Universidad de Oxford. Desde allí, aboga por una tecnología menos invasiva y más respetuosa de los individuos. En 2018 publicó

Stand out of our light: freedom and resistance in the attention economy, traducido al español y publicado en enero de 2021 con el título “Clics contra la humanidad: libertad y resistencia en la era de la distracción tecnológica” de la editorial Gatopardo. Básicamente su libro es una profunda crítica sobre la atención. En el prólogo señala: “Para hacer cualquier cosa que valga la pena, hay que ser capaz de prestar atención a las cosas que importan. No es tarea fácil, no lo ha sido nunca, pero de un tiempo a esta parte se ha vuelto aún más complicado, por nuevas e insospechadas razones”. Y sigue: “Mientras mirábamos hacia otra parte, una amenaza de última generación para la libertad del ser humano se ha materializado ante nuestros ojos. ... Ha llegado trayendo consigo el regalo de la información, un recurso escaso y valioso hasta la fecha, pero que se nos ha brindado en tal abundancia y a tal velocidad que se ha convertido en una rémora. Y, para acabar de seducirnos, ha llegado con la promesa de que está de nuestra parte, de que ha sido diseñada para ayudarnos a conducir nuestras vidas por los derroteros que nosotros mismos nos hemos marcado” ([Williams 2021: prólogo](#)).

Con tanta abundancia de YouTubers, Influencers, expertos en muros de Facebook, generadores de largos hilos en twitter o de historias en Instagram, ¿cómo diferenciar entre un crítico con argumentos y formación específica de un opinólogo? Utilizamos aquí el término opinólogo despectivamente, no como de quien sabe de lo que habla -la palabra opinólogo etimológicamente deriva de opinión + ciencia-, sino como de quien opina sin argumentar apropiadamente. Además, el problema no es solo discernir críticas y argumentaciones de opiniones, sino además distinguir entre lo que importa y aquello que no. De alguna manera es preciso encontrar la manera de establecer el puente que permita conectar de manera apropiada, los sucesos con los procesos, la información con la documentación, y no perder de vista que sea en el plano individual como en el colectivo, la información digerida y apropiada tendrá injerencia en nuestras decisiones.

En palabras de [Gordo López et al. \(2018:10\)](#): “...la revolución digital se construye con unos instrumentos y unos recursos (con potencialidades, contenidos y mensajes que casi nunca son neutros), con una determinada manera de usar esos instrumentos (que es preciso aprender y que pueden tener, tienen de hecho, consecuencias positivas o negativas), con unas posturas sociales (que pueden ser muy distintas, incluso contrapuestas, en diferentes grupos, y que favorecen o dificultan el desarrollo del proceso y las reglas para ordenarlo), con un clima comunicacional que crea un contexto de influencia decisiva, con unos

intereses enormemente potentes que pretenden impulsar la dinámica en una u otra dirección; en definitiva, con un entramado de factores y de fuerzas que condicionan un fenómeno de abrumadora complejidad, con multitud de aristas, con facetas muy diversas, acaso contrapuestas, y con una evidente capacidad de modular en infinidad de aspectos el mundo que estamos acostumbrados a vivir”.

En cualquier caso, el discurso dominante se decanta por lo positivo de la comunicación digital, fundamentalmente porque es masiva y de amplia aceptación. Se ha señalado de manera insistente que, para mantener la confianza del público en las decisiones políticas sobre áreas críticas de la ciencia y la tecnología, se requiere establecer previamente un diálogo constructivo entre ciudadanos de a pie, la comunidad científica y los responsables de formular políticas públicas de la manera más ágil posible. La comunicación digital brinda el sustrato apropiado.

LA ELECCIÓN DEL TEMA

Los genes son la versión corporal de un código de barras con el que se nos puede definir, analizar e identificar. ¿Son acaso propiedad privada de interés público?

La temática de la manipulación genética y sus potenciales implicancias en la evolución humana, ejes temáticos de este trabajo final integrador, pone en evidencia la necesidad de que la sociedad conozca sus aristas científicas y tecnológicas y que vislumbre otros aspectos que están asociados tanto sociales, políticos, económicos y por supuesto, éticos. Comunicar en este marco se vuelve relevante para facilitar la construcción de vínculos entre ciencia y sociedad. Es necesario que haya apropiación de conocimientos para que nos convirtamos en receptores críticos y decisores responsables. En este tema de la manipulación genética y en otros tantos temas de actualidad, es clave conocer para decidir mejor.

La manipulación genética fue desarrollada para corregir defectos genéticos (al menos así se supone) y de esa manera solucionar y disminuir el índice de mortalidad a causa de enfermedades congénitas y heredadas. Desde este punto de vista, es una tecnología de

aplicación aceptable en tanto el beneficio sería para un gran número de personas que ya no estarían susceptibles a enfermedades hereditarias. Sin embargo, es sabido que también la técnica permite eliminar ciertos rasgos heredables que no son enfermedades, y es aquí que comienzan los problemas. Indiscutiblemente, la técnica provoca una modificación tanto del genotipo como del fenotipo. Seleccionar caracteres condiciona el posible desempeño del individuo; en la sociedad contemporánea parece prevalecer aquel que “*sirve mejor para hacer*” independientemente de su idiosincrasia, forma y estilo de vida o preferencias. La aplicación de técnicas de edición de genes podría ser la responsable de un sesgo futuro de la sociedad hacia ciertas características o con ciertas predisposiciones. Consideramos impostergable buscar respuestas a la pregunta: ¿el manejo genético conlleva soluciones o perjuicios? La sociedad en su conjunto debe evaluar las implicancias y decidir qué es aceptable. En el apartado Síntesis de contenidos, se amplían estos temas.

EL PODCAST COMO INTERMEDIARIO EN LA COMUNICACIÓN

Si se utiliza bien, (el sonido) es un elemento extremadamente potente que puede estimular respuestas emocionales que nunca se activarían por medio de solamente texto y gráficos (Coorrough & Shuman, 2005).

Un podcast es una publicación digital periódica en audio o vídeo que se puede reproducir y/o descargar de internet. Una vez recibido este archivo puede ser reproducido tanto en equipos estables como en reproductores portátiles o teléfonos móviles. Desde el punto de vista del receptor, el podcasting significa capacidad de decidir qué, cuándo y dónde escuchar, recepción automática y portabilidad. Desde el punto de vista del emisor, el podcasting elimina las limitaciones para la generación de audios. Sin dudas, estas cualidades aventajan a los podcasts de otros formatos de circulación de información y tiene una influencia creciente en los medios de comunicación tradicionales y en los productores independientes. De hecho, su uso se ha proyectado en muy diversos ámbitos no solo el radiofónico, se ocupan de muy diferentes temáticas, los hay con diversos estilos y es creciente su utilización en la educación superior (Piñeiro-Otero 2012).

El nombre, que surge de la conjunción de las palabras Ipod (cápsula) y broadcasting (radiodifusión), se le atribuye al columnista del sitio británico de noticias The Guardian, Ben Hammersley quien hacía referencia a un nuevo formato de transmisión de uso frecuente entre blogueros. Remitimos a quien le interese la historia del origen y desarrollo de esta herramienta a la obra de [Gallego \(2010\)](#) por mencionar una fuente.

En mayor o menor medida, todos los grupos sociales tienen diferencias en sus costumbres. Hay nutridas estadísticas sobre el consumo de podcast, sobre todo en los Estados Unidos de América. Las de Edison Research y Triton Digital se publicaron recientemente (disponible aquí <https://www.edisonresearch.com/the-infinite-dial-2020/>). Interesante es señalar que los oyentes mayores de 12 años de podcasts han aumentado un 37,5% entre los años 2017 a 2020. Durante el 2020, el tiempo semanal de escucha aumentó sustancialmente y en promedio un ciudadano de Estados Unidos de América, emplea 6 horas y media por semana en, al menos, seis podcasts diferentes.

Un estudio efectuado en una población de 1000 adolescentes (de 13 a 19 años) hispanoparlantes de México, Colombia y España, muestra la preponderancia por escuchar música que contenidos de palabra de radio y podcasts ([Pedrero -Esteban et al. 2019](#)). El 68% de la población encuestada asume nunca haber escuchado un podcast y solamente el 9% de jóvenes de 14 y 15 años son oyentes habituales de este formato. Una de las razones que adjudican a esta situación [Pedrero-Esteban y colaboradores \(2019\)](#), es que solo pueden accederse desde dispositivos conectados a Internet, una situación que está claramente en ascenso a nivel mundial pero que aún se distribuye de manera inequitativa. Según estos mismos autores, se suma a la poca penetración del formato, la homogeneidad temática en los podcasts que se seleccionan. De acuerdo al reporte de The Podcast Consumer Report 2019 ya mencionado, un 39% de la población entre 14 y 19 años que los escucha dice estar interesada en podcasts sobre música, un 36% en noticias e información, un 32% en entretenimiento y celebridades, un 31% en deportes y un 30% en comida. Resulta interesante, además, que el consumo se hace en soledad mediante auriculares (el 74%), sólo el 37% de la población encuestada lo hace en familia y el 41% con amigos. De alguna manera esto último revela una actitud individualista, en la cual la elección de qué escuchar es muy personal, consciente y activa. [Fernández-de-Arroyabe et al. \(2018\)](#) y [Pedrero-Esteban et al. \(2019\)](#) señalan enfáticamente que para captar la

atención de los oyentes juveniles son necesarios productos comunicativos cortos y ágiles, explorando nuevos formatos y estructuras vinculadas a soportes virtuales y plataformas de interacción. Cuando describen el consumo de audio de nativos digitales, millennials y adultos con competencias y alfabetización digital, [Fernández-de-Arroyabe et al. \(2018\)](#) hacen hincapié en la necesidad de instalar la idea de que los podcasts son de consumo asincrónico alejado de la radiofonía clásica y del streaming y responder mejor a la demanda de escucha y contenidos específicos, que persiguen una programación abierta.

OBJETIVO GENERAL

Promover una reflexión crítica sobre la manipulación genética, sus potenciales aplicaciones en ingeniería social y sus eventuales consecuencias en la evolución humana, facilitando la comprensión de estos fenómenos y propiciando la toma de decisiones con una base de información sólida.

Con este proyecto proponemos la implementación de una publicación digital quincenal en audio descargable y libre, dedicada a la temática de la edición de genes y sus implicancias, con especial atención a la evolución humana. Esta elección tiene dos pilares. Por un lado, el formato podcast es cada vez más frecuentemente utilizado por ser accesible, de fácil circulación y de producción económica. Por otro, la terapia génica, la edición de genes (metodologías CRISPR-Cas9 y Prime Editor o editor de genes), la manipulación de embriones y sus consecuencias en la evolución humana, son temas de actualidad y vanguardia que requieren de una reflexión y análisis que la sociedad debe encarar. Existen enorme cantidad de posibles aplicaciones de edición génica, que van desde el nacimiento de bebés de diseño a la creación de nuevas especies en el laboratorio, construcción de biorobots e inteligencias artificiales. La aplicación de técnicas de edición de genes, en tanto puede ser direccionada, podría ser la responsable de un sesgo futuro de las poblaciones hacia ciertas características o con ciertas predisposiciones, lo que se conoce como ingeniería social. Si bien existe una recomendación internacional que prohíbe ciertas prácticas en el manejo de embriones, la Argentina aún no tiene implementada la reglamentación correspondiente. Tampoco hay mucho establecido sobre qué hacer con la manipulación genética. Nos enfrentaremos más temprano que tarde a la necesidad de responder a preguntas ¿Cómo se haría y en base a qué? ¿Quiénes deberían hacerlo? ¿No deberíamos regular de alguna forma este tipo de conocimientos y técnicas?

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

(1) Desarrollar un proyecto de podcast narrativo de escucha no secuencial como parte de una estrategia comunicativa que involucre al público adolescente y joven que trate la problemática que impone la manipulación genética humana.

(2) Brindar información acerca de la legislación vigente, internacional y de la Argentina, sobre la manipulación de embriones e ingeniería genética que permita tomar posturas acerca de ventajas y desventajas potenciales del manejo genético.

SÍNTESIS DE LA PROPUESTA

Cada episodio contiene reflexiones y comentarios sobre un tema concreto de temática general, de modo que se generan pequeñas “cápsulas” de contenido destinadas al usuario.

Para este proyecto que llamamos *Perspectiva Científica*, asumimos que es posible cautivar a partir de sensaciones como el asombro y la sensación de incomodidad, incluso en temáticas a priori ajenas a la experiencia cotidiana de las y los adolescentes y jóvenes, como podría ser la eugenesia o la manipulación genética. Incomodidad no en el sentido de obligar a otra persona a enfrentar una situación molesta, sino en provocar estupor, en provocar en quien escucha la reflexión sobre algo que no había pensado previamente y de lo cual quizás no sepa mucho. Como consecuencia, se genera un conocimiento nuevo, que no estaba disponible previamente y que es personal. La apropiación de ese nuevo conocimiento, queda facilitada en estos contextos. *Perspectiva Científica* abordará contenidos relacionados con algo que nos toca muy de cerca: nuestros propios genes, nuestra propia herencia y nuestro futuro como sociedad. Pretende generar la necesidad de acomodar la información previa a la nueva, que, dicho sea de paso, se genera a pasos agigantados. Parafraseando a Andrés Rieznik cuando describe las intenciones de su libro *Tabú*, se pretende que este proyecto sea “un disparador de conversaciones”.

Para este proyecto se confeccionó una lista de posibles episodios y para cada uno se cumplieron estas etapas básicas: definición de las temáticas para cada uno,

contenidos científicos que se iban a desarrollar, redacción de textos y guionado, selección de audios y grabación. Fueron pensados para que independientemente del orden en que se publiquen, puedan ser escuchados y descargados de manera no secuencial. Para cada uno se seleccionó una historia que podría hilvanarse con algún aspecto más concreto de la temática general y relacionada con el guion de todo el proyecto. Esa historia surgió de la selección de libros, de películas, noticias periodísticas de actualidad y están consignadas en las Referencias. Cada uno finaliza con comentarios y reflexiones sobre la temática. La periodicidad será quincenal.

Para definir las temáticas de cada episodio y los contenidos científicos que se desarrollan en cada uno, se confeccionó una lista de cuatro temas generales y se agruparon algunos interrogantes que se encuadran en ellas:

(1) Manipulación genética: ¿qué es el proyecto genoma humano?, ¿qué es editar genes?, ¿por quién y para quién?, ¿alberga hoy la ingeniería genética algún peligro para la población?, ¿qué ventajas aporta actualmente y en un futuro próximo?

(2) Evolución: ¿terminó la evolución humana?, ¿podemos condicionar la composición de la sociedad?, ¿qué peligros y ventajas podría tener un sesgo en la composición de la población?

(3) La ciencia como verdad: ¿por qué creerle a la ciencia?, ¿cómo juzgar una acción que, siendo ilegal, es moral?, ¿debemos obrar conforme a deberes de acuerdo a principios dictados por la razón o de acuerdo a derechos producto del consenso o contrato social?

(4) La legalidad de las investigaciones: ¿tiene el Estado argentino una postura institucional de dominio público acerca de la manipulación génica? Si no la tiene, ¿debería tenerla?

Para *Perspectiva científica*, se utilizó Audacity para grabar y editar los episodios; Spotify para el alojamiento y Anchor (disponible en <https://anchor.fm/>) para obtener automáticamente el feed de distribución. Ambos sitios son gratuitos y en el caso de Spotify, no se necesita cuenta premium. Spotify exige que se posean las licencias de autoría de cada material que se emplea en la construcción del MP3 incluidas las pistas de música. En este proyecto se seleccionó una pista instrumental del sitio Jamedo (disponible en www.jamedo.com) con licencia libre. La imagen de portada de cada episodio fue diseñada especialmente por Federico Degrange.



Perspectiva científica

Dra. Claudia P. Tambussi
Investigadora Principal CONICET
CICTERRA (UNC, CONICET)



En el esquema siguiente y a la derecha y centro, se explicitan las temáticas que se desarrollan en cada episodio y relacionados con las preguntas enunciadas arriba.

EPISODIO	CONTENIDOS ESPECÍFICOS	CONTENIDOS GENERALES
1. A mi imagen y semejanza	ADN, HGP	GENÉTICA EDICIÓN DE GENES CLONACIÓN PROYECTO GENOMA HUMANO
2. Ser Alfa en la Metrópolis de Un Mundo feliz	clonación, manipulación de embriones, legalidad de la clonación	
3. En lucha contra el genoisimo. Vincent vs. Jerome de Gattaca	edición de genes, legalidad, ingeniería social	
4. Las vicisitudes de elegir un vientre	fecundidad, reproducción, población mínima viable, diversidad demográfica y genética	
5. Los Huxley, familia de notables	epigenética	EVOLUCIÓN
6. Evolución en viaje al centro de la tierra	teoría de la evolución	
7. El violinista del Beagle y la mujer de las hierbas	el registro en ciencia	
8. Darwin, el palomero	selección artificial	
9. Darwin, Malthus y Kropotkin: competencia versus solidaridad	lucha mutua o ayuda mutua	
10. Uso de perfiles genéticos: ventajas y riesgos	puntajes poligénicos	LEGISLACIÓN EDUCACIÓN
11. Evolución y el maestro encarcelado	el deber de enseñar y el derecho a saber evolución	
12. ¿Por qué creerle a la ciencia?	la construcción del conocimiento científico	

HACIENDO PODCASTS

El podcast es un medio de difusión, de generación de tráfico y de audiencia que estimula la autonomía del escucha.

La característica más sustancial del podcast y que lo diferencia de la descarga de cualquier archivo de sonido, es que los contenidos están sindicados por el creador o desarrollador del podcast (podcaster), que el receptor u oyente puede suscribirse según sus intereses y consumirlo según sus tiempos. Es, en resumen, la posibilidad de sintonizar bajo demanda.

El contenido sindicado o feed es una fuente cuya función es el suministro de información a los usuarios. Puede consistir en un contenido o en la información sobre el contenido. La idea básica es que los contenidos pueden relacionarse con otro documento o parte de un documento. De esta manera los datos pueden ser compartidos y reutilizados a través de aplicaciones para ser procesados e incluso encontrar nuevas relaciones entre esos datos. Se presentan en dos formatos, RSS (Really Simple Syndication) o Atom que permiten no solo la descarga sino también, las actualizaciones de aquellos podcasts seleccionados (Gallego 2010). Las páginas que utilizan este protocolo RSS tienen un ícono naranja o azul con las siglas correspondiente. Haciendo clic en ese ícono se obtiene la dirección que permite suscribirse al feed. Una vez hecha la suscripción, las actualizaciones disponibles son automáticas.

Como los feeds pueden vincularse, es importante la manera en que están etiquetados los contenidos para facilitar su acceso y también su clasificación. Se efectúa mediante los metadatos, que describen el contenido informativo de un objeto o recurso, además de su ubicación, accesibilidad y formas de acceso, propiedad intelectual y valoración.

Además de los datos del podcaster, suelen estar disponibles las temáticas que aborda el podcast, generalmente clasificados en base a una lista que brinda el servidor a partir de las cuales se construyen clasificaciones más rígidas o las llamadas folcsonomías que son gestionados por los usuarios en base a palabras claves. Para el primer caso, por ejemplo, iTunes discrimina 16 categorías: arte, economía y empresa, comedia, educación, juegos, gobiernos y organizaciones, noticias y política, religión y espiritualidad, salud, para toda la familia, cultura y sociedad, deportes y ocio, cine y televisión, ciencia y medicina, música y

tecnología. IVOOX, otro servicio muy conocido para alojar podcasts, adiciona subcategorías a cada género, por ejemplo, radio temática, radio generalista, blogs, webs, podcasts, etc.

La clasificación colaborativa o folksonomía, puede ser totalmente libre, por lo cual las etiquetas son disímiles hasta pueden estar en distintos idiomas o puede ser más restringida, en la que solo el podcaster o algunas pocas personas seleccionadas pueden etiquetar.

El formato de audio digital más popular es el MP3 desarrollado MPEG (Moving Picture Experts Group, por eso el nombre original del MP3 es MPEG-1 layer 3), que realiza una compresión generando un archivo de menos de la mitad del tamaño del archivo original sin perder calidad.

La grabación del podcast puede variar en función del equipamiento con el que se realiza y el lugar, desde muy casero a profesional. Este proyecto fue desarrollado durante la etapa de confinamiento debido a la pandemia ocasionada por el SARS-CoV-2, por lo cual se realizó íntegramente con computadora y micrófono personales y de uso común, softwares libres y gratuitos para grabar y editar. Para esto último se utilizó la aplicación multiplataforma Audacity distribuida bajo la licencia GPLv2+ (free software license with copyleft, versión 3.0.2 o posterior, disponible en <http://www.audacity.com.es/>).

El siguiente paso luego de la grabación y edición, es el de la creación del archivo RSS, que como hemos comentado, lleva los metadatos sobre las fuentes de información y está basado en lenguaje XML. Para poder hacerlo se utilizan softwares llamados agregadores que hay de tres tipos: los que se instalan en la computadora (FeedReader, RSSOwl, RSSReader, AmphetaDeskr), los que se usan en línea (FeedReader, RSSOwl, RSSReader, AmphetaDeskr) o los agregadores como plug-ins que ofrecen navegadores como Opera, Firefox, Thunderbird o Chrome. En este último caso, los gestores generan automáticamente el archivo XML del feed RSS. Para podcast, el programa Easypodcast alojado en <http://www.easypodcast.com/> permite generar archivos en código RSS de manera automática y también Anchor alojado en <https://anchor.fm/> que trabaja directamente con Spotify.

Actualmente los alojadores más conocidos para podcasts son Spotify, iVoox, Google Podcasts o TuneIn pero hay decenas (Apple Podcasts, Castbox, Castbox, Deezer, Google Podcasts, Himalaya, Overcast, Podcasts Addict, Pocket Casts, Radio Public, Stitcher). También hay páginas que no tienen fines comerciales donde se pueden alojar podcasts - además de otros documentos- algunas de las cuales brindan un link (embed code) para poder compartirlos. Una de las más comunes es Internet Archive (<http://www.archive.org/>). En estos sitios, una vez realizado el registro, se debe completar la información requerida sobre el propio podcast (nombre, descripción, categorías, título y número de episodio, descripción, el resumen y la fecha de publicación). Luego de completado este paso, la fuente de RSS generada puede ser enviada a otros directorios para ser difundida. Cada vez que se suben nuevos episodios, se actualiza automáticamente. En el sitio Podcastpage no es necesario codificar y se puede difundir por correo electrónico con un costo de 80 dólares estadounidenses anuales.

La oferta de podcasts está en claro aumento y cada vez son de más fácil acceso, aunque la sindicación, como se ha mencionado, es clave. También resulta importante como se denomina el conjunto de podcasts de una misma temática. Por ejemplo, la búsqueda “podcast de ciencia” en internet arroja decenas de sitios. El Postgrau en Comunicació Científica de la Universidad de Cataluña ofrece un listado de los diez mejores y de otros posicionados después hasta completar 24 (disponible en <https://www.eduscopi.com/es/2020/04/16/podcasts-de-ciencia/>, consultado el 5 de febrero de 2021). Excepto dos (Radiolab y Buhardilla 2.2), los títulos de los diez primeros aluden de alguna manera a que se trata de ciencia (e.g. Pa ciència la nostra, The Story Collider. Stories about science, Nature Podcast, Vermut de la ciencia, Science for the people). Otros podcasts que están entre los 24 ubicados fuera del podio de los diez, tienen títulos que no hacen referencia directa a la ciencia (e.g: 3 Chanchitos, Coffee Break: Señal y Ruido, El Porkast, In Our Time, La mecánica del caracol, Naruhodo) pero que aparecen en el listado por alguna de las palabras claves con que están sindicados.

Algo similar sucede con el listado de 38 podcasts que pone a disposición iVoox: El Abrazo del Oso, Radio Skylab, XYZ, Ecominimal, Órbita de leo o Raíz de 5 – El programa más hipotenuso de la radio, por mencionar algunos, no aluden directamente a ciencia en sus títulos. La síntesis explicativa del podcast “La mecánica del caracol” dice: Espacio

dedicado a la divulgación de la ciencia, la tecnología y la historia dirigido y presentado por Eva Caballero. Actualidad, experimentos, explicaciones a fenómenos cotidianos o extraordinarios, personajes y hechos históricos se dan cita en este programa (disponible en: https://www.ivoox.com/podcast-mecanica-del-caracol_sq_f139407_1.html). En otras palabras, la sindicación facilita el acceso a podcasts aun con títulos que no hagan alusión al tema que se está buscando. Sin embargo, el título de los podcasts es la parte más visible en un navegador y de allí su importancia. Por esa razón, se eligió *Perspectiva científica* como título para este proyecto.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta es la duración de cada episodio y tratándose de podcast de ciencia, los hay que duran de 7 a 10 minutos por ejemplo en La Brújula, de 60 minutos en Radio Valencia, de 90 minutos o más en Historias científicas como algunos ejemplos. Cada vez más las audiencias consumen productos de audio en movimiento, por lo cual el teléfono móvil inteligente (Smartphone) pasó de ser un objeto suntuoso a uno de uso común en muy poco tiempo. De aquí surge otro parámetro importante cuando se diseña un podcast: los tiempos de desplazamiento de cada individuo, pues es posible que el podcast se escuche en ese lapso. Dice Igarza (2009) en su libro *Burbujas de Ocio*, que los tiempos de desplazamiento requeridos para cumplir con horarios laborales sumado a la incorporación de nativos digitales jóvenes, crearon burbujas de tiempo caracterizadas por actividades intermitentes, dominados por comunicación entre personas, por entretenimiento o por actividades ociosas entrelazadas con otras actividades productivas según este autor (no se discutirá aquí si el ocio es o no productivo). Esas burbujas están en los tiempos de espera, en el desplazamiento entre estaciones antes de un trasbordo. A eso le llama “ocio intersticial”. En estas burbujas de tiempo, los medios y los dispositivos tienen un rol protagónico. “Solo hacen falta contenidos adecuados” (Igarza 2009: 14).

Moovit (empresa de Intel), presentó recientemente, el *Informe de Transporte Público Global 2020 de Moovit*. La información se distribuye bajo una licencia Creative Commons y se puede utilizar en artículos, informes, estudios y trabajos académicos, con crédito para Moovit y un enlace a www.moovit.com. Para la Argentina, se registran los movimientos en las ciudades de Buenos Aires (CABA), Córdoba y Posadas. Hay muchos parámetros para analizar. Se destacan aquí solo algunos. Para el 2019 por ejemplo (los datos de 2020 se

omiten por haber ocurrido en etapa de confinamiento y desplazamiento inusual), el tiempo promedio de desplazamiento en la CABA fue de 53 minutos, el 5% de las personas ocupa más de dos horas por tramo diario, caminan 793 metros en sus trayectos y el tiempo total diario de espera en las paradas es de 14 minutos. En Córdoba, el 46% de la gente que usa transporte público, se demora más de media hora por tramo. En Madrid, los desplazamientos no superan los 40 minutos por tramo y en Estados Unidos de América puede superar las 2 horas. El 32% de los usuarios en Bogotá demora más de 2 horas de viaje al día y dedican 20 minutos de espera en las estaciones.

El portal eMarketer publicó en 2016, la tasa de abandono de los podcasts según su tiempo de duración. En podcast de cualquier tema, dicha tasa fue del 25% en aquellos podcasts que tienen episodios de duración entre 45–60 minutos (disponible en <https://www.emarketer.com/Articles/Print.aspx?R=1014093>).

El escenario es, sin dudas, muy complejo y polifacético. De todo esto se desprende que el perfil de la audiencia es condicionante de la configuración de cada podcast incluyendo aquí, el estilo y la duración. A los efectos de este proyecto, optamos porque los contenidos de cada episodio puedan ser consumidos en un tiempo breve (de aproximadamente quince minutos) y dotados de sentido completo.

SÍNTESIS DE CONTENIDOS

La manipulación genética está enfrentándonos a retos éticos, sociales, regulatorios y técnicos sin precedentes que requieren de la intervención de múltiples participantes. Y nosotros ciudadanos comunes, tenemos que saber de qué se trata.

A continuación, se desarrollan los tópicos principales que se abordan en cada episodio. Se incluye información obtenida por indagación en publicaciones científicas, de divulgación, notas periodísticas, entrevistas y consultas a profesionales y conocimiento incorporado como profesional de las ciencias naturales de la autora.

Ácido desoxirribonucleico, genes y cromosomas

El ADN es una macromolécula ubicada en el núcleo de la célula, cuya estructura espacial es la de una doble hélice y cuya importancia radica en que posee la información para producir la síntesis de proteínas. El ADN conforma los cromosomas. Cada cromosoma contiene muchos genes. Las proteínas son esenciales para la comunicación entre células, la forma en que se regulan y diferencian. Hay unas 100 mil variedades de proteínas formadas por la participación de solo 20 tipos de aminoácidos disponibles. Pues bien, la información que contiene el ADN está inscripta mediante la combinación de cuatro bases o nucleótidos: adenina, timina, guanina y citosina. Cada gen está constituido por una secuencia determinada de esas bases. Cada secuencia de tres bases codifica la síntesis de un aminoácido. El orden de los aminoácidos que forman una proteína está determinado por la disposición de esos tripletes de bases del gen que codifica esa proteína en la molécula de ADN. Lo maravilloso de este código es que los genes se organizan en una secuencia determinada y tienen una posición precisa en el cromosoma.

El proyecto genoma humano

El Proyecto Genoma Humano (Human Genome Project, HGP) fue un programa internacional cooperativo de investigación cuyo objetivo fue completar el mapeo y la comprensión de todos los genes de los humanos (el genoma). Se inició en 1990 y el Consorcio Internacional del Genoma completó y publicó la secuencia total en abril de 2003. A partir de entonces se consolidó una nueva línea de investigación, la de la bioingeniería.

Durante el HGP, los investigadores descifraron el genoma humano de tres maneras principales: determinaron el orden o "secuencia" en la que se disponen la variedad de las cuatro bases (adenina, citosina, timina, guanina) que componen el ADN, ubicaron los genes para las principales secciones de los 23 pares de cromosomas de nuestras células y confeccionaron "mapas de ligamiento" que permiten seguir por varias generaciones determinados rasgos hereditarios.

Esta información, que se puede considerar como el conjunto básico de "instrucciones" hereditarias para el desarrollo y funcionamiento de los humanos, ofrece una serie de posibilidades terapéuticas y de investigación básica que causan en la ciudadanía

sensaciones encontradas, desde desconcierto o temor por lo desconocido hasta expectativas asociadas al tratamiento y cura de enfermedades.

¿De quién es, si es que es de alguien, esta información?

Una de las cuestiones más controversiales que desencadenó el HGP fue la de la patentabilidad de los genes humanos. La mayoría de la comunidad científica considera que los genes humanos no son patentables y que deben ser considerados “patrimonio de la naturaleza humana”; contrariamente, la presión económica de los laboratorios que sostuvieron el proyecto, reclaman beneficios como un estímulo y fortalecimiento de la investigación. Muchos expertos no consideran ética la patentabilidad de una secuencia de ADN humano pues atenta contra la libertad de acceder a ese conocimiento indispensable para la actividad científica. Pero muchos otros entienden que la secuencia de un gen humano podría ser patentada una vez que, conocida su función, es integrada a un proceso (por ejemplo, un test diagnóstico) o a un medicamento.

Patentar la secuencia total o parcial de un gen determinado está asociado con claros intereses económicos relacionados con la potencial producción de fármacos desarrollados a partir de este conocimiento. Así y todo, entre 1981 y 1995 se concedieron 1.175 patentes mundiales de secuencias de ADN (Thomas et al. 1996). En este contexto, queda claro que no todo es de todos.

La mayor cantidad de litigios por el tema patentamiento de genes, se dirime en la Oficina de patentes y marcas de los Estados Unidos (PTO) que depende del Departamento de Comercio y está pensada para expedir patentes a inventores y registrar marcas para la identificación de productos y propiedades intelectuales. Aunque la PTO se correlaciona con otras dos oficinas, la europea (OEP) y la japonesa (OJP), no queda garantizado que la manera en que debe tratarse el tema patentamiento del genoma esté acordado. En un tema tan sensible como éste, debieran estar involucrados otros actores, como los funcionarios de los ministerios de salud o de ciencias. Más dramático es aún, que las voces de todos los ciudadanos aún están ausentes.

Reescribiendo el genoma

Entre las tecnologías genéticas emergentes, la reprogenética, ingeniería del genoma o también conocida como manipulación genética, es uno de los temas científicos públicamente más controversiales de los últimos tiempos. Básicamente, incluye un grupo de tecnologías que se utilizan para insertar, eliminar, modificar o reemplazar el ADN en el genoma de los organismos vivos. Pero los alcances son más amplios pues no solo afectan a un individuo, sino que pueden hacerlo a una sociedad completa.

La manipulación genética fue desarrollada para corregir defectos genéticos (al menos así se supone) y concomitantemente, disminuir el índice de mortalidad a causa de enfermedades congénitas y heredadas. Desde un punto de vista de su aplicación, es una tecnología de aplicación aceptable en tanto el beneficio sería para un gran número de personas que ya no estarían susceptibles a enfermedades hereditarias. Es sabido que también se pueden eliminar ciertos rasgos heredables, aun no siendo enfermedades. Indiscutiblemente, su accionar provoca una modificación tanto del genotipo como del fenotipo.

Antes del año 2000, los investigadores empleaban muchas tecnologías diferentes, costosas y largas, para reescribir la genética de organismos. En 2012 se inició una nueva era en la edición genética con la creación de la técnica Crispr-Cas9, conocida como "tijera molecular" que facilita la edición del genoma. Por el desarrollo de esa técnica biotecnológica se distinguió con el premio Nobel de Química 2020 a Emmanuelle Charpentier y Jennifer A. Doudna quienes tuvieron participación activa en el colectivo de científicos que trabajaban sobre este tema. Básicamente se trata de aprovecharse de la lucha entre bacterias y virus. Las bacterias incorporan en su ADN secuencias repetitivas llamadas CRISPR, que representan el material genético de los virus que las han atacado en el pasado. Los segmentos CRISPR permiten identificar el ADN del virus ante una nueva infección y funcionan como un sistema de alerta temprana, como si fuera una autovacuna. Unas enzimas particulares, las Cas9, llevan copia de la secuencia CRISPR y se encargan de rastrear el ADN coincidente con el virus. Cuando encuentra coincidencia, Cas9 lo corta y rompe. De ahí el nombre: tijera molecular. Muy recientemente se descubrió que Cas9 podría reprogramarse no solo para destruir sino también para reemplazar, secuencias

genéticas específicas. Y esto no estaba solamente limitado a bacterias y virus. Desde entonces el potencial de la edición de genes comenzó a desentrañarse.

Mucho más recientemente ([Anzalone et al. 2019](#)) dieron a conocer un nuevo método de edición de genes al que llamaron prime editing que potencialmente sería más preciso que el CRISPR-Cas9. El “prime editing” funciona como un procesador de texto genético capaz de reescribir con precisión el código genético. Actúa también en base al sistema Crispr-Cas9 pero al que se suma la acción de una enzima transcriptasa inversa. Esta última es capaz de transcribir una sola cadena de ADN a partir de una sola cadena de ARN. Gracias a esta enzima, el “prime editing” en vez de cortar, hace una incisión e inserta una sola hebra de ADN en un punto concreto de la secuencia. El genetista de la Universidad de California, Fyodor Urnov, en una nota publicada en NPR comparó el Crispr con el vuelo de un avión que favorece el traslado de un sitio a otro y al nuevo método, con el de un helicóptero que permite, además, aterrizar precisamente donde está planificado. Por ahora, los ensayos tendrán que seguir siendo de laboratorio. Los investigadores aventuran que, en principio, las primeras aplicaciones se podrían realizar en enfermedades donde las células se pueden extraer del cuerpo, editar, verificar para garantizar su seguridad y volver a colocarlas. Sería el caso de las talasemias o anemia falciforme entre los trastornos sanguíneos.

Las oportunidades comerciales también son potencialmente masivas. Si bien los investigadores y el Broad Institute otorgaron a las comunidades académicas y sin fines de lucro, una licencia no comercial para explorar el enfoque, las solicitudes comerciales podrían ser más que considerables para sus inventores. David Liu, autor correspondiente de este descubrimiento, es consultor y cofundador de las compañías Prime Medicine y Beam Therapeutics que poseen la licencia (aún pendiente) del descubrimiento.

El uso de esta técnica para eliminar enfermedades genéticas está en pañales, pero podría ser muy prometedor. Hay ensayos clínicos para tratar de investigar enfermedades y trastornos como del mieloma múltiple, sarcomas, anemia falciforme, anemia de Fanconi, distrofia muscular de Duchenne, enfermedad de Huntington y en múltiples laboratorios del mundo se alteran regularmente genes en plantas, bacterias y modelos animales. Las enfermedades hereditarias son los objetivos más contundentes de la terapia génica y CRISPR todavía no tiene aún un alto grado de eficacia. Es que, del ensayo en una placa

de Petri con el ADN de unas pocas células al ADN de todas las células del cuerpo, hay un trecho inmenso lleno de incertidumbres. Incluso si CRISPR-Cas9 funcionara según lo planificado, son desconocidas las consecuencias involuntarias de alterar algún gen en humanos. Hay muchas preguntas y obstáculos que superar.

Los riesgos mayores son hasta ahora los “efectos off-target”, o sea, cortes que se producen en zonas del ADN no deseadas y los “efectos on-target”, los más peligrosos, que son alteraciones en el mismo lugar que se pretende editar, y que pueden ocasionar mutaciones perjudiciales. Ante una técnica cuya aplicación es tan incipiente, los comités de ética aconsejan valorar individualmente los riesgos y beneficios de su uso: caso por caso y paso a paso.

Editando embriones

De la misma forma que CRISPR puede modificar células adultas, lo puede hacer con los gametos o con las células embrionarias. De esta forma se podría corregir una alteración genética y su enfermedad en todas las células futuras del individuo y sus descendientes. El caso más mediático sobre manipulación de embriones salió a la luz en Hong Kong en noviembre de 2018. Un grupo de científicos chinos liderado por He Jiankui, utilizó CRISPR para editar los genomas de gemelas intentando inmunizarlas contra una cepa del VIH. Fue un procedimiento de fertilización in vitro. Se implantaron en la madre los embriones modificados y al llegar a término, se convirtieron en los primeros humanos editados genéticamente de la historia. Se sabe poco de los procedimientos empleados y mucho más se desconoce de sus consecuencias a largos plazos. Se sospecha que la eliminación del gen podría hacerlas susceptibles a otras enfermedades como la del virus del Nilo y que podrían tener afectadas ciertas habilidades cognitivas. Y estas modificaciones, dicho sea de paso, serán transmitidas a su descendencia.

Este anuncio provocó críticas y discusiones generalizadas no solo de los profesionales sino también del resto del público debido a sus problemas éticos y técnicos imprecisos. Resulta extraordinariamente temerario provocar modificaciones en genes cuya acción no se conoce acabadamente y mucho menos se conocen las consecuencias completas de cualquier cambio. En diciembre de 2019, He Jiankui fue condenado a tres años de cárcel por editar genes de manera ilegal con fines reproductivos.

¿Hay que aplicar límites a la manipulación genética?

El desarrollo de la bioingeniería aplicado a la medicina pretende convertirla en más predictiva y preventiva. En un escenario especulativo, se podría diagnosticar tempranamente las enfermedades genéticas, incluso a nivel prenatal. La pregunta que subyace es ¿para qué?

La genética ha sido la bolsa donde agrupar el origen y control de múltiples características humanas, desde deficiencias metabólicas, motoras o cognitivas hasta comportamientos individuales (inteligencia, demencia, etc). Conocer exhaustivamente las implicancias de la presencia o la ausencia de determinados genes podría desencadenar un sinnúmero de posibilidades de tratamientos, mejoras y transformaciones.

A los efectos de este trabajo y al menos por ahora, adoptemos esta definición: enfermedad es una alteración del estado de salud, que se presenta con un patrón único de síntomas y con un solo tratamiento. Muchas enfermedades humanas tienen un desencadenante genético. Casi todas las enfermedades consideradas raras (las que afectan a 5 habitantes por cada 2000 o cada 10.000 según los diferentes países) son genéticas y, por lo tanto, son congénitas. Más del 50% de las enfermedades raras afectan a niños. Se estima que existen de seis a siete mil enfermedades de este tipo.

En un estudio genético prenatal (dicho sea de paso, cada vez son más frecuentes, aunque siguen siendo tremendamente caros) pueden detectarse muchas de estas enfermedades. Volvemos a la pregunta ¿para qué? o dicho de otra forma ¿qué hacer con esa información?

El Programa de Enfermedades Hereditarias de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica cinco principios que deben respetarse ante el diagnóstico prenatal, algunos de los cuales también están reflejados en el juramento médico hipocrático: el derecho del paciente a tomar sus decisiones con conocimiento de causa y sin coacción externa, asegurar el bienestar de las personas, minimizar el daño a las personas, balancear los riesgos y los beneficios y justicia en la distribución de los recursos y la proporcionalidad de los mismos ([Morales Peralta 2004](#)).

Hay un desencadenante de valor práctico de este conocimiento: poder accionar o tomar medidas precautorias. “Saber es prever” en el sentido de Augusto Comte (1798-1857) o más bien, “saber permitiría prever”. Hay otro valor, quizás de orden más ideal, relacionado con la función teórica del conocimiento que aporta a la comprensión del funcionamiento del mundo.

Poder accionar o tomar medidas precautorias está asociado a la posibilidad de decidir hacer o no una cosa, esto es, a tener libertad o autonomía para elegir cuál sería la estrategia más conveniente para enfrentarse a la información generada en un diagnóstico. Con estas convicciones como base, la decisión de qué es aceptable y qué no lo es en el tratamiento de un caso de enfermedad, solo puede ser personal.

Morales Peralta escribe: “Nuestra obligación, como profesionales de la salud, es informar al paciente de los beneficios, riesgos y limitaciones, de toda la tecnología diagnóstica y terapéutica para que el paciente, haciendo uso pleno de su autonomía, sea quien tome su decisión ya no desamparada y a su libre albedrío, sino con la verdadera libertad de la que se goza cuando se tiene conocimiento pleno” (Morales Peralta 2004: 22).

Jacques Testart, quien fue autor de las primeras madres portadoras en bovinos (1972), del primer bebé probeta (1982), del primer embrión crio-conservado (1986) e investigador del Inserm (instituto francés de investigación en procreación natural y artificial en la especie humana) critica algunas derivaciones de prácticas genéticas incluyendo la elección del sexo, aspectos estéticos y aun la eliminación de anomalías cromosómicas. Testart aboga por el control social sobre dichas técnicas, un control que debe ser ejercido por los legos ajenos al poder e incluso a los científicos. Escribe en su artículo Homens prováveis en el 2000: “la terapia génica aparece tal vez como un bluff gigantesco, alimentado por el apetito económico de los industriales, por el orgullo de los investigadores, por la infelicidad de las familias afectadas y, sobre todo, por el inmenso deseo de vencer al destino por parte de todos los humanos” (Testart 2000: 24).

¿Es legal la modificación genética de embriones?

Los avances en la edición del genoma se han adelantado a la regulación sobre cuál es la forma más responsable y adecuada de utilizarla en humanos y, sobre todo, en la línea germinal. Hay dos aspectos a discutir en esta contienda. Por un lado, si está permitido o

no modificar embriones humanos. El otro es si una vez modificados, se les permitiría llegar a término.

El marco ético regulatorio está explicitado en el Informe Belmont (en inglés, «Belmont Report»). Este es un informe creado por el Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos, titulado "Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación", y es un importante documento histórico en el campo de la ética médica. El reporte fue publicado el 30 de septiembre de 1978, y toma el nombre del Centro de Conferencias Belmont, donde el documento fue confeccionado. El informe fundamenta tres principios éticos fundamentales para usar sujetos humanos en la investigación:

-Respeto: proteger la autonomía de todas las personas teniendo en cuenta el consentimiento informado.

-Beneficencia: maximizar los beneficios para el proyecto de investigación mientras se minimizan los riesgos para los sujetos de la investigación.

-Justicia: usar procedimientos razonables, no explotadores y bien considerados para asegurarse que se administran correctamente.

Actualmente, no está permitido en ningún país el nacimiento de bebés genéticamente modificados. Como mencionamos previamente, Jiankui desoyó la prohibición. El convenio de Oviedo de 1997 prohíbe la investigación de embriones humanos, aunque inicialmente algunos países no se adhirieron (Estados Unidos, China, reino Unido y Japón). El Consejo Europeo de 1982 incluye como derecho humano la intangibilidad de la herencia genética de la humanidad, para protegerla de cualquier intervención artificial de la ciencia y la técnica. A finales de 2018 la Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció la creación de un comité destinado a desarrollar estándares internacionales para la gobernanza y supervisión de la edición del genoma en humanos. En septiembre de 2019, la OMS aprobó la creación de un registro para investigaciones con edición del genoma en humanos. El 10 de febrero de 2020, España autorizó la modificación de los genes de 40 embriones humanos en sus primeras etapas de desarrollo durante las cuales se silenciaron algunos genes, se analizaron respuestas durante cinco días y se descartaron luego los embriones

modificados cuando alcanzaban al centenar de células. Es evidente que se está avanzando en cómo regular la modificación genética pero no en evitarla.

En la Argentina, el Código Civil en su artículo 57, prohíbe prácticas que tengan por fin o consecuencia la alteración genética del embrión que sea heredable. En abril de 2019, se presentó un nuevo proyecto de ley 1541-D-2019 denominado Ley de protección de embriones no implantados, que, en sus 42 artículos y siete Títulos, aborda el status jurídico y las distintas tipologías de embrión no implantado, así como, las prohibiciones y formas de uso del mismo. Fue impulsado por diputados y diputadas de distintos bloques (Daniel Filmus, Laura V. Alonso, Mónica Macha, Roberto Salvarezza, Mayra Soledad Mendoza, Analía Rach Quiroga y María Fernanda Raverta por el bloque Frente para la Victoria – PJ; Brenda Lis Austin y Claudia Najul por el bloque UCR; Lucila María De Ponti y Araceli Ferreyra por el bloque Movimiento Evita; Ana Carla Carrizo por el bloque Evolución Radical; Cecilia Moreau por el bloque Federal Unidos por una Nueva Argentina; Victoria Donda por el bloque Somos; y Daniel Lipovetzky por el bloque del Pro) con la colaboración de la jurista Marisa Herrera. En noviembre de 2019, obtuvo dictamen favorable en la Comisión de Legislación General de la Cámara de Diputados de la Nación. Sigue en debate.

¿Hay derecho de imponer deliberadamente alguna característica a nuestra descendencia?

Durante mi recorrido como alumna de la Especialización en Comunicación pública y periodismo científico, me llamó mucho la atención una noticia publicada en el diario español El País en el año 2003. Su título “Sordos por decisión materna” (ver en https://elpais.com/diario/2002/04/09/sociedad/1018303205_850215.html).

Esta historia fue la que desencadenó fuertemente mi interés por las consecuencias que pudiera tener la aplicación de manipulación genética en la evolución humana. En la nota se expone el caso de Sharon Duchesneau y Candance McCullough, una pareja de psicólogas, residentes en los suburbios de Washington, que formaban pareja desde hacía ocho años. Ambas son sordas y tomaron la decisión que su descendencia también lo fuera. Su idea fue concebir por inseminación artificial seleccionado un donante sordo por varias generaciones, persiguiendo el propósito de que su prole tuviera el gen de la sordera.

La sordera es la ausencia de la capacidad para percibir y discriminar sonidos y es una disfunción neurológica muy frecuente. Su origen puede ser genético o adquirido. Aproximadamente 1 de cada 500 bebés nace con pérdida auditiva o pierde la audición durante la primera infancia. Aumenta con la edad. Se calcula que aproximadamente el 25% de la población general tiene alguna disminución auditiva. En tanto es un elemento de comunicación, tiene alta implicancia en las relaciones sociales.

Ser sordo se define por una disfunción, en otras palabras, por la ausencia de una capacidad. No se ha inventado otra manera para referirse a esta condición. Ser sordo es no poder escuchar. En la visión más tradicional, se considera a los sordos como discapacitados. En este marco, los profesionales de la salud mediante terapia génica podrían estar “curando” al individuo portador de la sordera, evitando su padecimiento.

Hay otra concepción, totalmente enfrentada, que considera que las personas sordas conforman una minoría cultural que establece sus vínculos a través de la lengua de signos. En esta última concepción se alinea la decisión de Duchesneau y McCullough que pretenden proteger la identidad de su colectivo sordo. Esto es, ejecutan acciones destinadas a mantener las características endogrupales ([Pérez de la Fuente 2014](#)).

Este es un caso especialmente interesante en el campo de la bioética y hay edificios de argumentos a favor o en contra. Escribe [Morales Peralta \(2004\)](#) que “Los principios del asesoramiento genético están basados en la idea central de la bioética: el respeto a la vida, que incluye también el respeto a la diversidad de la vida, la no discriminación”. Por ahora, la polémica finaliza con la decisión de las/los progenitores.

¿Cuáles son los límites éticos de aplicar manipulación genética para imponer algún perfil a la ciudadanía?

La manipulación genética tiene otras aristas e implicancias a las que comentamos en párrafos anteriores. En su concepción más clásica (y casi bucólica) la manipulación genética fue pensada para disminuir el índice de mortalidad a causa de enfermedades congénitas y heredadas. Pero también podría aplicarse para seleccionar ciertos rasgos que modifiquen el desempeño de los individuos en la sociedad. La consecuencia de este accionar podría provocar un sesgo futuro de la sociedad hacia ciertas características o con ciertas predisposiciones de quienes tienen acceso a esas tecnologías.

El andamiaje central de la aplicación de esta metodología descansa en la idea de la construcción de una sociedad compuesta por seres con capacidades intelectuales, físicas y emocionales “muy superiores” a los de la humanidad actual. Esta selección artificial cimienta la denominada Evolución Dirigida (Directed Evolution o Rationally Guided Evolution). La expresión más fehaciente de esta idea está en manos de los llamados posthumanistas ([Vaccari 2014](#)), quienes defienden como un imperativo moral el perfeccionamiento humano por medio de la ingeniería genética. Las discusiones sobre si es éticamente correcto modificar la genética para obtener beneficios, sean estos individuales o de conjunto, siguen siendo acaloradas.

La consecuencia del accionar de movimientos eugenésicos del pasado para erradicar la cultura de los sordos, es que muchas comunidades de sordos en diversos países vean a la genética con gran suspicacia. El lazo azul fue utilizado por el gobierno nazi, entre 1933 y 1945, para identificar a las personas sordas sospechosas de portar el gen de la sordera. Según una ley aprobada en Alemania en 1933, todas las personas que pudieran transmitir a su descendencia algún tipo de dolencia eran obligadas a esterilizarse. Más de 15mil sordos tuvieron ese destino. Desde el siglo 19, varios estados de Estados Unidos impulsaron leyes federales todavía vigentes muy similares a las puestas en rigor bajo el gobierno de Hitler. Lo mismo ocurre en los países escandinavos y están en rigor en muchos otros lugares del globo. Actualmente, la cinta azul es utilizada para identificar la pertenencia al colectivo sordo.

No hay dudas que la discriminación tiene una base prejuiciosa, esto es, un sentimiento de antipatía basado en una generalización inflexible y errónea ([Ungaretti et al. 2012](#)) y que cuando ese prejuicio es compartido, las personas se agrupan e inscriben bajos lemas comunes. En este sentido, la predisposición negativa o positiva hacia cierta característica humana puede tener un carácter meramente individual (psicológico) y también colectivo (sociológico). Pertenecer a un grupo nucleado por un sentimiento de este tipo, genera relaciones jerárquicas de estatus entre los diversos grupos. Se infiere que aquellos no miembros de un grupo A, son menos competentes que quienes integran dicho grupo A. Grupos minoritarios, como el de los sordos, justifican su cohesión pensándose a sí mismos como poseedores de una misma posición social y que comparten historia, creencias y principios. De esta manera, quienes no pertenecen a ese colectivo pueden presuponer

cómo responderían o actuarían ante ciertos desencadenantes los que si son miembros. Se convierten en previsibles.

Difícilmente se encuentre alguna persona que piense que las acciones eugenésicas del nazismo no sean reprobables. Por el contrario, se encontrarán fácilmente muchas personas que entiendan que es muy probable la manipulación genética para prolongar la vida, detener el envejecimiento, aumentar los índices de inteligencia y por supuesto, eliminar enfermedades. También habrá quienes pretendan moldear la sociedad con determinados parámetros físicos, desde el color de la piel hasta el de los ojos. El mundo feliz de Huxley hecho realidad. Eso también es eugenésico.

La manipulación genética es aún muy onerosa por lo cual es accesible solamente para ciertos sectores sociales. Entonces habrá quienes necesiten de terapia génica para enfrentarse a una posible enfermedad hereditaria que no puedan acceder a ella mientras que otros podrán utilizarla tan solo para cambiar el color de ojos de sus hijos.

Por otro lado, la manipulación génica con fines eugenésicos tiene una consecuencia directa sobre la disminución de la variación. Esta última es una condición inherente a los organismos y clave para que ocurra el fenómeno evolutivo y la adaptación (véase más adelante). La homogeneización de los componentes de las sociedades humanas estaría caminando por un terreno peligroso.

Hay un costado espeluznante en todo esto y es que las características humanas no dependen solamente de lo que está escrito en los genes e influenciado por el ambiente, sino además de las posibles acciones -personales o institucionales- de quienes se arroguen el derecho de elegir el perfil genético de lo humano. Es urgente reflexionar sobre la manipulación genética en toda su complejidad, una reflexión centrada fundamentalmente en su valor, ético, moral y también instrumental, y analizar las consecuencias prácticas que su aplicación tiene para el humano y la sociedad. Los avances biotecnológicos obligan a repensar las obligaciones profesionales, sea de médicos o de científicos, a la luz de los derechos y valores éticos que pueden confrontar acciones versus tecnología.

Dice Yuval Noah Harari en su libro "Sapiens, de animales a dioses" (2014): "...los desarrollos en la genética quizá nos conviertan en las últimas generaciones de Homo

sapiens de la Tierra. Así como se vio en varias películas de ciencia ficción, quienes dominen la Tierra en treinta o cuarenta años guardarán menos parentesco con nosotros que el que nosotros mantenemos con simios y Neandertales” [...] “Si el futuro de la humanidad se decide en nuestra ausencia, porque estamos demasiado ocupados dando de comer y vistiendo a nuestros hijos, ni ellos ni nosotros nos libraremos de las consecuencias”.

La genética y los medios

Los discursos de los medios y las actitudes públicas con respecto a las tecnologías genéticas han sido ampliamente examinados desde el nacimiento de la oveja Dolly en 1997, el primer mamífero adulto clonado, nacido en Escocia. Muy especialmente, la investigación sobre embriones humanos ha sido una de las áreas más controvertidas que ha estado sometida a un examen público muy sostenido. El debate combina política, ética, religión, género, atención de los medios de comunicación e investigación científica a través de las opiniones y aportes de una enorme diversidad de partes interesadas. Algunos científicos manifiestan las mejoras en la obtención de subsidios para investigación cuando los temas están instalados en los medios.

Cuando se trata de tecnologías genéticas emergentes, como la edición y la clonación de genes, los discursos relevantes de los medios juegan un papel importante en la comunicación científica, porque para la mayoría de las personas, los medios son una fuente principal de información científica que generalmente está fuera de su experiencia directa. En un trabajo de análisis de sensaciones provocadas en el público sobre el tema clonación y células madre en medios australianos, [Tranter \(2010\)](#) percibió ansiedad, progreso y compromiso con aspectos negativos y positivos interrelacionados. La conclusión es que se contraponen los relatos racionales de los expertos en contra de los emocionales del resto. Al comparar los discursos de expertos, no expertos y gubernamentales de las ciencias y tecnologías emergentes en Gran Bretaña, se encontró diferencias obvias en el encuadre de los riesgos y los problemas sociales o éticos, que fueron retratados como partes impredecibles pero inherentes de los desarrollos científicos por los expertos y, por el contrario, fueron descritos como manejables y cuantificables con más investigación y conocimiento por expertos y responsables políticos ([Clivers 2013](#)).

Vara (2012) discute las ventajas o desventajas de producir y comunicar ciertos conocimientos cuando puedan resultar dañinos, ética o socialmente inaceptables, cuando son obtenidos mediante métodos inaceptables o ilegales, cuando introducen una distorsión deliberada en la comprensión de un fenómeno y el cuarto, cuando inducen conductas que puedan causar daño. Para el tema que nos compete en este proyecto, la autora se hace dos preguntas sustanciales referidas a la ingeniería genética. Para temas tan controversiales, afirma que “en términos del trabajo periodístico, este tipo de conocimiento que toca áreas sociales críticas, requiere un tratamiento equilibrado, que va más allá de la comunicación de contenidos científicos: es necesario contextualizarlos y analizar sus posibles consecuencias, además de la trama de intereses económicos y políticos que los sostienen” (Vara 2012:20).

Las células madre

Las células pueden originar más células y así crecen los tejidos y los órganos. Las células más tempranas en el desarrollo de un organismo son las llamadas células madre y a partir de ellas se generan las demás células que pueden diferenciarse o especializarse para cumplir diversas funciones en los distintos órganos: células de la piel, de la sangre o de los huesos, por dar algunos ejemplos, surgen a partir de las células madre. Que como está claro, el nombre no tiene nada que ver con el género.

Las células madre, que pueden extraerse de embriones de tres a cinco días de gestación, líquido amniótico, sangre del cordón umbilical y en menor cantidad, de tejido adulto, pueden reproducirse en condiciones de laboratorio. Como son versátiles, en tanto pueden convertirse (especializarse) en cualquier otra célula, se pueden utilizar para regenerar órganos enfermos o reparar tejidos.

La controversia con la obtención de células madre está asociada a su obtención de un embrión humano en etapa temprana de desarrollo, obtenido por fecundación in vitro, que no fueron implantados en el útero femenino y luego se descartan, un procedimiento que requiere el consentimiento de los donantes. Si bien existen pautas para la obtención y uso de estas células, es un tema que aún causa discusiones.

Charles Darwin, Alfred Wallace y la teoría de la evolución

La evolución biológica es un hecho, como lo son la gravedad, los sismos, el magnetismo, la existencia del átomo o del ADN. Tenemos diferentes teorías científicas que pretenden explicar los diferentes fenómenos. La teoría que esgrimió el naturalista inglés Charles Robert Darwin (1809-1882) fue el primer ensayo para explicar la evolución y cómo tuvo lugar. Darwin entendió no solamente que todos los organismos somos parientes entre sí y que monos, árboles, bacterias u hongos tenemos antepasados comunes sino que, además, existe un mecanismo, el de la selección natural que conlleva a la supervivencia de aquellos que tengan mayor éxito reproductivo, que participan en el surgimiento de nuevas especies. La idea de evolución antecede en mucho a Darwin e incluso hubo otras teorías que pretendieron explicar el hecho evolutivo. Pero quizás su extraordinario mérito reside en haber propuesto un mecanismo que diera cuenta de la diversificación de los seres vivos y de su adaptación al ambiente rechazando toda explicación teológica (sobrenatural) y teleológica (con una finalidad). Entonces, su planteo es que no hay dioses ni propósitos, solo hay cambio producido al azar que es transmitido a la descendencia por reproducción. De eso se trata esta teoría científica.

Su libro ya emblemático, *Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural o el mantenimiento de las razas favorecidas en la lucha por la existencia* (1859), causó un impacto tan profundo en la biología como el que produjo el de la relatividad de Einstein en la física. Pero, así y todo, su aceptación no recorrió caminos de calma. Es sabido que Darwin no logró encontrar respuestas a muchas de sus preguntas, por ejemplo, desconocía cómo se producía la variación y cómo se transmitía. Palabras que ahora nos resultan más o menos familiares, tales como ADN, genes, genoma, cromosomas, mutación, desarrollo del embrión no estaban en su vocabulario. Actualmente y más de siglo y medio después, la teoría de Darwin, combinada con la genética y los conocimientos sobre el desarrollo, conforman la teoría de la evolución de la vida.

La teoría darwiniana de la evolución es uno de los grandes productos intelectuales del siglo XIX que llega hasta el presente y, sin dudas, es columna fundacional del desarrollo de la biología moderna. Ninguna otra teoría ha tenido un efecto tan significativo en los cimientos del mundo moderno: en nuestra percepción de la naturaleza, de nosotros mismos como humanos, de la evolución de la vida y de nuestro lugar en el mundo.

Estos que siguen son los aspectos principales de la teoría de la evolución. Los contenidos desarrollados a continuación se obtuvieron de las siguientes fuentes: [Aljanati et al. \(1996\)](#), [Simanauskas y Tambussi \(2004\)](#), [Salgado y Arcucci \(2016\)](#), [Tambussi et al. \(2019\)](#) y las dos obras monumentales de Charles Darwin: su Diario de viaje ([Darwin 1999 \[1839\]](#)) y Sobre el Origen ([Darwin 1973 \[1859\]](#)).

1. Al comparar los organismos que viven en la actualidad con los fósiles de organismos extintos, es posible reconstruir una historia evolutiva de parentescos. Los cambios que se reflejan en el registro fósil son resultado de la evolución y la extinción de especies. Sin dudas, las observaciones que hizo Darwin durante su viaje de cinco años (1831-1836) particularmente las de Patagonia y sur de Buenos Aires, tuvieron mucho que ver en estas conclusiones.

2. Las poblaciones de la misma especie serán más parecidas entre sí cuanto más cercanos sean los lugares que habitan. Una aclaración necesaria: una población está constituida por individuos de la misma especie que comparten una distribución geográfica. En tanto viven en el mismo lugar, los individuos que pertenecen a la misma población tienen más chances de reproducirse entre sí.

3. No todos los individuos de la misma población son iguales, esto es, presentan variaciones. Es fácil darse cuenta: los individuos de una población varían, en habilidades, en conductas y en aspecto por supuesto, y pasan en poblaciones humanas, de otros animales o de plantas. Tanto Darwin como Wallace le dieron trascendental importancia a esa variación.

4. La selección natural actúa sobre la variación entre individuos dentro de las poblaciones. La supervivencia diferencial y el éxito reproductivo de individuos con rasgos diferentes hacen que las poblaciones cambien de una generación a otra. Aquí el concepto más arraigado de la teoría de evolución natural: selección natural. Darwin y Wallace se habían dado cuenta de la importancia de las condiciones ambientales (entre ellas la disponibilidad de alimento) como limitante en el crecimiento de una población. Según este criterio, las condiciones del ambiente favorecen o dificultan la reproducción de los organismos según sean sus características o peculiaridades. Entonces, algunos organismos podrán ser más capaces para dejar descendencia (tendrán más éxito reproductivo) y serán sus características las que tendrán más chances de permanecer en la población. En palabras

de [Salgado y Arcucci \(2016:17\)](#), la selección natural se sustenta sobre tres premisas: “1) normalmente, los organismos producen más descendencia de la que puede efectivamente sobrevivir, 2) los individuos que integran una población varían; presentan mínimas diferencias que los hacen más o menos aptos, según el contexto, 3) esas diferencias se heredan. Entonces, si esas premisas son verdaderas, se obtiene lógicamente que: 1) generación tras generación, la proporción de variantes favorecidas se incrementará en la población (los más aptos estarán cada vez más representados); y 2) la especie tenderá a evolucionar en la dirección de las variantes favorecidas, incrementando de este modo su aptitud general”.

5. Charles Darwin y Alfred Russel Wallace descubrieron de forma independiente el origen natural de las especies y formularon la teoría de la evolución por selección natural basada en distintos conjuntos de observaciones y hechos. Se ha escrito mucho sobre Darwin. Mucho menos sobre Wallace, que dio un paso al costado quizás subyugado por la experiencia y renombre del primero y también quizás, estimulado por sus adláteres como Huxley. Se sabe que el naturalista, viajero, biólogo, antropólogo y espiritista inglés Alfred Wallace (1823-1913) arribó a una teoría de la evolución similar a la de Darwin, pero de manera independiente. Al enterarse Darwin, finalmente sintió el impulso (y la necesidad) de publicar *Sobre el origen...*, después de 20 años de estar sobre el manuscrito. A Darwin y a Wallace se los considera promotores de la teoría de la evolución, de hecho, anunciaron conjunta y públicamente su teoría en la Sociedad Linneana de Londres, aunque la abrumadora evidencia que recopiló Darwin y el éxito de su libro *Sobre el origen...* ensombrecieron de alguna manera los logros de Wallace.

Durante la Revolución Industrial (mediados del siglo 18 - principios del siglo 19), el demógrafo y economista inglés Thomas Malthus (1766-1834) desarrolló una doctrina que sostenía que mientras el alimento tiende a crecer aritméticamente (según la progresión 1, 2, 3, 4, 5...), la población tiende a hacerlo geométricamente (según la progresión 1, 2, 4, 8, 16, 32...). A la larga, los recursos no alcanzarán y se producirá una competencia entre individuos por obtenerlos. Así lo expuso en 1798 en su libro *Ensayo sobre el principio de la población*. La lucha por la supervivencia entre especies, tan asociada a la teoría de la evolución de Darwin-Wallace que, de alguna manera tiene su desencadenante en esta doctrina.

Sintetizando, Darwin rechaza el origen independiente y la inmutabilidad de cada especie, sostiene que las especies que pertenecen al mismo género son descendientes directos de alguna otra especie, así como las variedades reconocidas de una especie son los descendientes de esta y otorga a la selección natural el medio más importante, pero no único -aclara- de modificación. Hasta la evolución del hombre entraría en este accionar de la naturaleza. Darwin se aleja así, de manera categórica, del creacionismo, del fijismo y propone una evolución ramificada y no progresiva. La evolución es un hecho indiscutible, la selección es un proceso y la variación es el sustrato sobre el que actúa la selección.

En la biología contemporánea ya está instalado que la evolución biológica es un proceso modelado por distintos factores, impredecible, basado en las diferencias, pero no en la igualdad. Participan causas y azares, interaccionan procesos de distinta magnitud y en distintos momentos y es ese accionar el que se pretende explicar mediante una teoría evolutiva.

Unas palabras sobre diversidad y herencia

Mencionamos más arriba que la variación entre los individuos de la misma población o de poblaciones distintas es innegable. Sobre esa variación opera la selección. Darwin murió el 19 de abril de 1882 sin saber la forma en que se originan esas variaciones, aunque era un avezado productor de variedades de palomas y orquídeas. De alguna manera, un manipulador de la herencia o parafraseando a [Sandrone \(2020\)](#), “criadores creadores” que, si bien manipulan objetos naturales y biológicos, provocan rasgos artificiales en sus objetos naturales resultantes.

Las bases de una teoría sobre la herencia las construyó Gregor Mendel (1822-1884) a las que se sumaron hacia la década de 1930, los trabajos precursores sobre genética de poblaciones. Mendel se dio cuenta que la descendencia recibe unidades discretas –genes–, algunas dominantes y otras recesivas. Esos genes se segregan (se distribuyen) y transmiten de manera independiente. Arribó a estas conclusiones aplicando una experimentación protocolizada y análisis cuantitativos, un accionar novedoso para la biología de entonces que era más bien descriptiva.

Mucho después que Mendel, pero a similares resultados, arribaron Hugo Marie De Vries (1848-1935) en Holanda, Carl Correns (1864-1935) en Alemania, Erich Tschermak (1871-1962) en Austria y William Bateson (1861-1926) en Inglaterra. De Vries en particular postuló otro mecanismo alternativo al de la selección natural como fuerza impulsora de la generación de nuevas especies al que llamó mutacionismo. La mutación es un cambio en los genes que potencialmente puede producir variaciones en las características del individuo. Si esas mutaciones afectan a las células reproductivas (óvulos y espermatozoides), las heredará la descendencia. Hacia los 1930 fue la corriente dominante para explicar el hecho evolutivo.

Queda claro a partir de lo expuesto hasta ahora, que la diversidad es clave en términos evolutivos y que la reproducción entre individuos consanguíneos potencialmente disminuye la variabilidad genética. Por cada generación endógama, se incrementa la posibilidad de que se manifiesten problemas físicos hereditarios. Esta situación es muy evidente, por ejemplo, en la cría de perros: cuanto más pura la raza, más problemas físicos presentan. En el terreno de los humanos, la reproducción entre individuos de parentesco cercano -llamada incesto- está prohibida para muchas legislaciones, aunque en términos inverosímiles o incoherentes. Por ejemplo, en España y Francia el incesto está permitido, sin la posibilidad de casarse; en Nueva Jersey las relaciones sexuales entre familiares adultos son permitidas, pero sin la posibilidad de casarse en parientes de hasta tercer grado (tíos y sobrinos o bisabuelos y bisnietos), en Oklahoma y Nuevo México es ilegal; en Venezuela, el incesto se lo considera delito como a la bigamia y el adulterio y está prohibido según el Código Penal. En la Argentina, el incesto es legal si ambas personas tienen la edad mínima de consentimiento. El matrimonio entre parientes es legal, excepto si se tratan de relaciones padre-hijo, abuelo-nieto, ya que no se contempla para parientes de descendencia lineal (Título 1, Capítulo 1 en «Crímenes contra la integridad Sexual. Código criminal argentino» rúbrica de la Ley N° 25.087 disponible en:

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/1500019999/16546/texact.htm#1>).

Claramente, estas reglamentaciones, no tienen un sustento biológico sino más bien religioso o cultural.

Las técnicas de reproducción asistida en humanos están consolidando nuevas formas de maternidad/paternidad que se suman a la concepción clásica que obliga, al menos en

términos legales, a distinguir nuevos parámetros de filiación: madre/padre legal; madre/padre genético; madre/padre social y madre gestacional. Esto es materia aún pendiente en los códigos del país. Es de uso y costumbre que la donación de los donantes de óvulos, espermatozoides y embriones sea anónima. Los centros de fertilización, no necesariamente conservan la información de los donantes de manera que podría perderse la posibilidad de conocer la identidad biológica en el caso de que así lo requiera una persona engendrada por estos mecanismos. En casos de fecundación heteróloga, es decir cuando se utiliza material genético de una tercera persona, queda pendiente conocer ¿se evita una reproducción artificial incestuosa? Y si se evita ¿cómo y quién lo hace? Si el incesto está cuestionado, pero sin fundamentos biológicos, es válido deducir que la consanguinidad no está especialmente evitada en la reproducción artificial.

Otras pocas palabras sobre evolución en el mundo contemporáneo

Durante la primera mitad del siglo 20 empezaron a confluir diferentes líneas de evidencias para explicar la evolución biológica, fundamentalmente de la mano de los avances en el campo de la genética que se sumaron a la paleontología, la ecología, la embriología, y la morfología. El resultado es la teoría sintética de la evolución cuyo nombre deriva del libro *Evolución, la síntesis moderna* del que participa Julian Huxley (1887-1975) en 1942, el nieto de quien fuera acérrimo defensor de Darwin, Thomas Huxley (1825-1895). Lo mencionamos aquí porque a los Huxley dedicaremos un episodio de este proyecto.

Esta nueva versión de la teoría evolutiva sostiene que la evolución es el resultado de la acción, conjunta o separada, de mecanismos que aumentan la variabilidad genética y modifican la frecuencia con la cual aparecen las variaciones en las poblaciones. Hacia los setentas, esta nueva reformulación de la teoría evolutiva empezó a naufragar. La crítica más acérrima recaía en el rol preponderante que se le diera a la adaptación. Desde entonces el foco comenzó a moverse en los procesos, en buscar respuestas a ¿cómo? y no en las consecuencias que se reflejaban en la adaptación y que intentaban responder ¿para qué? ([Tambussi et al. 2019](#)).

Una corriente responsable de este cambio fue la propuesta por Motoo Kimura (1924-1994) quien postula que la mayoría de las diferencias que se almacenan en los genomas no tienen significado adaptativo. Esas características que son neutrales para la selección

natural, ni beneficiosas ni perjudiciales, se han fijado en las poblaciones naturales y oscilan en ellas libremente. Teóricamente, en ausencia de selección, todas las variedades presentes en una población tendrían igual probabilidad de dejar descendencia; pero en la práctica sucede que, en promedio, algunos dejan una sola copia en la siguiente generación y en el extremo opuesto, algunos otros no dejarán ninguna. Entonces la variación es al azar. Esas variaciones neutras derivan entre las poblaciones aleatoriamente, sin dirección determinada. Es lo que se conoce como deriva génica.

El azar es una casualidad, no hay voluntad creadora y la consecuencia de esta afirmación es entender que la evolución de la vida tiene lugar de manera accidental, aunque opera dentro de organismos que tienden a ser estables o invariantes. Esta es la tesis central de la obra de Jacques Monod (1910-1976), premio Nobel de fisiología y medicina (1965), genetista, hermano de pastores luteranos y autor de *El azar y la necesidad* (Monod 1973). Monod sostuvo que la vida en la Tierra es el resultado de un accidente químico de dimensiones monstruosas tan inusual que, por ello, es casi irrepetible. Le otorga al azar el origen de toda novedad, una fuerza ciega emplazada en la raíz misma del proceso evolutivo.

Hoy se sabe que el genoma tiene una estructura jerárquica: hay genes que regulan la expresión de otros genes o conjuntos de genes. Es de esperar que la alteración en la acción de uno de estos genes reguladores durante la formación o desarrollo de los individuos tenga consecuencias enormes. Esos cambios podrían ser de tanta relevancia que podrían ocasionar diferencias sustanciales entre el individuo en formación y sus progenitores y las consecuencias mediatas podrían darse en términos evolutivos. Con este sustento se construye la biología evolutiva del desarrollo, una nueva disciplina científica en la cual confluyen la genética del desarrollo, la morfología, la anatomía comparada y la paleontología. Se la conoce de manera abreviada como la Evo-Devo. La biología del desarrollo está enfocada en analizar los procesos por los cuales el individuo se construye hasta llegar a la forma adulta. Para la Evo-Devo, los procesos de desarrollo están condicionados por los genes y también, por otras causas como el ambiente. A esas causas que actúan de forma independiente de los genes se las denomina causas epigenéticas. Como la duración, forma y tamaño de las etapas del desarrollo son bastante invariables entre individuos de la misma especie, normalmente de un pez nacerá un pez y de un

humano un humano. En el marco de la Evo-Devo, La alteración de esa estabilidad provocada por algún cambio es la razón de la evolución.

Breve biografía de notables, los Huxley

Los Huxley constituyeron una familia inglesa reconocida por sus contribuciones en ciencia, en arte, literatura. Un abuelo y tres nietos que dieron y dan que hablar.

Thomas Henry Huxley (1825-1895), zoólogo inglés del siglo XIX y defensor de las ideas de Darwin. Se lo bautizó como “el bulldog de Darwin”, por su incansable defensa de la teoría de la evolución. En 1864, Huxley fue el iniciador del X Club, conformado por nueve integrantes, que se reunió en Londres mensualmente hasta marzo de 1893. La finalidad de este círculo social, cuyos miembros tenían mucha influencia en el pensamiento científico de la Inglaterra victoriana, fue fundamentalmente instalar la teoría de Darwin como la explicación científica indudable del origen de las especies. Charles Darwin tuvo sus quijotes. Alfred Wallace, ninguno. Le dio siempre el crédito a Darwin y escribió su propio libro sobre el origen de las especies en 1889. Lo llamó Darwinismo: una exposición de la teoría de selección natural con algunas de sus aplicaciones ([Wallace 1889](#)).

Julian Sorell Huxley (1887-1975) también nieto de Thomas, un biólogo dedicado a la evolución que, además de sus contribuciones en ciencia, propulsó fuertemente la comunicación de la misma. Fue el Primer director de la UNESCO, también secretario de la más prestigiosa sociedad científica de Reino Unido, Sociedad Zoológica de Londres. Julian Huxley contribuyó con trabajos teóricos a la biología evolutiva y formó parte del conjunto de personas que dieron un impulso clave al campo de la síntesis evolutiva moderna. Si bien fue dirigente del movimiento eugenésico (fue presidente de la Sociedad de la eugenesia británica), después de la segunda guerra mundial comenzó a criticarla fuertemente. Creó el término transhumanismo para hacer referencia a la eugenesia que definió como el mejoramiento de la raza humana. La postmodernidad emplea transhumanismo en un sentido diferente, asumiendo que es posible moldear la evolución y evadir el efecto del azar. El sentido quizás más popular de la palabra transhumano es el que alude a la conjunción humano-máquina, llamados también xerorobot o ciborg.

Andrew Fielding Huxley (1917-2012), también nieto de Thomas, fisiólogo, miembro de la Royal Society inglesa, premio Nobel de medicina (1963) por sus investigaciones en el

funcionamiento neuronal. Anticipó cómo se realizaba el intercambio de información a nivel de las sinapsis de las neuronas.

Aldous Leonard Huxley (1894-1963) nieto de Thomas. Fue filósofo, escritor muy reconocido en los ambientes intelectuales y mucho más por sus novelas y ensayos. Sin dudar, dejó huellas fuertes con sus libros de ciencia ficción, entre ellos: Un mundo feliz (Huxley 1932) que presenta una sociedad distópica moldeada por tecnología reproductiva y clonación y reguladas las sensaciones por drogas (el soma); Nueva visita a un mundo feliz (Huxley 1958) un conjunto de ensayos en los cuales analiza los contenidos de Un mundo feliz a la luz de la tecnología y cultura de la civilización occidental y La Isla (Huxley 1962), el contrapunto de un mundo feliz en tanto los habitantes de la isla (Pala) lejos de darles la droga soma, se les permite sentir “aquí y ahora” como gritan las aves a cada instante.

La ciencia como verdad

Para el imaginario colectivo, la ciencia (mejor dicho, los escritos sobre aspectos científicos) se basa en evidencias y, por lo tanto, enuncia verdades. Es habitual escuchar y leer: “Los científicos dicen”, “Está científicamente comprobado”, “A ciencia cierta”. Pero es necesaria una cuota de escepticismo. La mayoría es consciente de que no toda la información disponible es verdadera y por ello se debiera ser cauto al utilizarla. Se puede suponer que consultar la fuente original, la oficial -si la hubiera- y las alternativas, serían tres acciones que validen o no la información cuestionada. Pero ¿se puede?, ¿cómo avanzar si a cada paso se debe dudar, chequear y revisar la información?

El keniano divulgador de la ciencia Richard Dawkins (1941), en una entrevista televisiva, señalaba que tradición y autoridad no son buenas razones para aceptar un dicho científico. Creer, según Dawkins, tiene que ver con la tradición y esta, con lo que fue incorporado según el ambiente en el cual se fue educado. En este contexto, no es necesario buscar evidencias. Por otro lado, aceptar un dicho por autoridad es reconocer que lo ha dicho alguien a quien se considera más importante. Da cierta tranquilidad sentir que los dichos de un científico pudieran ser verificados, simplemente porque, por definición, se basan en evidencias. Una historia que no está basada en la verdad no se hará verdadera porque se

transmita durante milenios, sin embargo, la repetición de una idea (aun mentirosa) provoca creencias que, finalmente, se incorporan en el pensamiento. Se ha escrito mucho sobre la eficacia del propagandismo alemán durante la Segunda Guerra Mundial que instaló las “verdades” del Tercer Reich y su relación con esta frase que se atribuye a Joseph Goebbels: “Una mentira repetida mil veces se convierte en verdad”. El contraste entre estas situaciones sirve para detenerse a pensar la respuesta a la siguiente pregunta: ¿es un sacrilegio cuestionar la ciencia?

El deber de enseñar y el derecho a saber evolución

No hay dudas que el materialismo darwiniano derrumbó el último reducto en el cual el ser humano persistía como especie singular, una idea que se sumó a otra también movilizadora: la diversidad biológica no es obra de una creación sobrenatural. Estos dos nuevos pilares de la concepción del origen de la vida causaron una gran crisis de valores e ideales y originaron más de una acalorada controversia. La historiografía parece señalar, sin embargo, que el conflicto era más profundo y se debatía en un escenario más amplio: entre la ciencia y la religión. A medida que se fortalecía la ciencia como explicativa de los procesos naturales, y más se arraiga la evolución como hecho biológico, más se agrandaba la grieta entre ambos dominios.

Las relaciones de la Iglesia católica con las ideas sobre la evolución siempre han sido complejas. Hacia 1878, la Santa Sede romana se pronunció sobre la evolución darwiniana (Martínez, 2007) y recién en 1996 Juan Pablo II afirmó que es posible aseverar que la evolución es «más que una hipótesis». Un año después, en 1967, el gobernador del Estado de Tennessee firmó la abolición de la ley contra la enseñanza de la evolución en todas las Universidades, Escuelas Normales y todas las demás escuelas públicas de ese Estado, la llamada Butler Act (por quien la propuso, John Butler) que estuvo vigente durante 42 años. El Juicio a Scopes o juicio al mono (1925) es el más mediático y memorable caso legal en la compulsa ideológica entre creación y evolución. John Scopes, fue encontrado culpable de enseñar la teoría de la evolución en una escuela secundaria de Tennessee y obligado a pagar 100 dólares de multa.

La enseñanza de la evolución en los colegios argentinos no escapa del contexto político, social y cultural del país. Durante la dictadura cívico militar entre 1976 y 1983, estaba

prácticamente vedada y en consecuencia, los libros y las curricula no contemplaban el desarrollo de temáticas relacionadas con la evolución de la vida. Con la democracia se sucedieron diversas reformas educativas, y particularmente desde el 2005, se elaboraron nuevos programas y hubo algunas iniciativas para la capacitación docente. [Joseph McInerney \(2009\)](#) señala en su análisis sobre la situación en la Argentina que, aunque no está muy explicitado, los docentes se enfrentan a la dificultad de enseñar evolución porque advierten que los principales temas de la biología evolutiva estuvieron ausentes en sus propias formaciones. Los comunicadores que fueron educados en ese contexto, se enfrentan a tener que incorporar esos conocimientos por sus propios medios.

Países como Bolivia, Colombia o Chile, atravesaron escenarios similares. La evolución fue incluida a cuentagotas en las curricula escolares recién en la última década del siglo 20. Brasil en el 2004 y México en el 2006, fueron los últimos países de América en sumarse.

La noción darwiniana de evolución ramificada aparece poco en los textos de divulgación y escolares y muchas veces, induce a errores difíciles de desarraigar. La imagen clásica de la sucesión de homínidos con cerebro cada vez más grandes y posturas cada vez más erectas, hasta convertirse en humano en la cúspide, refleja una visión lineal y no ramificada de la evolución y por eso, errónea. Los humanos, los *Homos sapiens*, son una especie más, como cualquier otro organismo, surgidos nada más ni menos que por una contingencia natural e irrepetible, cuya existencia no viene dada por ningún objetivo trascendente ni finalidad especial.

Sin dudas permanece en nuestros días un conflicto irresoluble entre la teoría de la evolución (como un ejemplo de conocimiento científico) y la creencia religiosa sobre seres humanos y su naturaleza. Un conflicto irresoluble decimos, porque es materia de posicionamientos y del respeto que se pregona y exige desde nuestras individualidades. En el ámbito de la educación, la responsabilidad del docente de enseñarla es irrenunciable. Así lo expresa Eduardo [Wolovelsky \(2012:81\)](#): “Con relación a la educación, es evidente que la teoría de la evolución es uno de los conocimientos fundamentales de la ciencia moderna y por lo tanto debe ser enseñada a condición del derecho que tiene el alumno en nombre de su fe religiosa de rechazarlo como descripción realista del mundo natural. A quien no le está permitido esto es al profesor y al maestro dado que están en ese lugar, porque el Estado los habilita en nombre del compromiso con ciertos valores epistémicos.

Si sus creencias no les permiten sostener esos valores comprometidos con la razón, entonces con valentía y coherencia deberán asumir la decisión de no enseñar en cursos de ciencias “.

ESCRIBIR PARA EL OÍDO: GUION DE LOS EPISODIOS

El podcast es una radio muy tuneada, con altos niveles de preproducción y sin los tiempos urgentes ni el caótico griterío del *broadcasting* (Carlos Scolari, autor de *Cultura Snack* 2020)

Para cada episodio se confeccionó un guion literario abierto y flexible, construido alrededor de los contenidos y de la perspectiva que se le quiere dar a cada uno. Por supuesto, escribir es solo parte de la comunicación y no indica cómo decirlo sino qué decir. Está pensado para que funcione como guía y reaseguro, con un orden lógico de la información que se quiere brindar y evitando que queden olvidadas algunas temáticas que se quieran tratar.

Teniendo en cuenta que una tasa aceptable de palabras leída en voz alta es de 130-160 palabras por minuto, se construyeron textos de alrededor de 2400 palabras para que todo el episodio durase 15 minutos.

La locución está a cargo de la autora del proyecto.

La pista musical corresponde a la Chacarera pal Sol, de Kalule, con licencia libre de uso y circulación.

EPISODIO 1. A mi imagen y semejanza

1. ARGUMENTO

Una pareja de mujeres sordas decide procrear por inseminación pretendiendo que el hijo que gesten fuera también sordo. Este caso desencadenó discusiones acaloradas alrededor de tres aspectos vinculados a los colectivos minoritarios: la homoparentalidad, la opción sexual y el tercero a su condición de sordas. Para ambas progenitoras, ser sordo es una condición humana que refleja la variabilidad de la especie y como tal, la defienden.

En la otra vereda, hay quienes sostienen que es una minusvalía y sería inapropiado propiciar que la descendencia la porte.

Independientemente de que cual fuere la cualidad que se pretende seleccionar en la progenie, sea color de piel, de ojos, capacidades atléticas, cognitivas, o cualquiera otra, el caso refleja las contradicciones que envuelven el tratamiento social de ciertas condiciones humanas y nos enfrenta a la posibilidad de manipular de alguna manera la conformación social. La nota periodística fue escrita por [Oppenheimer \(2008\)](#) Sordos por decisión materna.

2. CONFLICTO

La posibilidad de ejercer mecanismos para producir la gestación de humanos con ciertas características, puede abrir una brecha insalvable entre quienes tengan o no acceso a esa herramienta. Conlleva además a preguntarnos quiénes serán los que decidan qué y cómo hacerlo. Y sin dudas nos enfrenta al inevitable cuestionamiento ¿debemos hacerlo? No contamos aún con un marco filosófico o moral que facilite cómo accionar y tomar decisiones en este campo completamente desconocido, el que algunos llaman ingeniería social. En este siglo XXI y avanzados los conocimientos necesarios para manipular genéticamente embriones humanos, es inevitable coincidir con la opinión del divulgador inglés Phill Ball quien en una entrevista de la BBC hacia finales del 2019 decía: “La sombra de la eugenesia planea sobre la biología”.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

ADN, Proyecto genoma humano

Información general sobre la constitución del ADN (ácido desoxirribonucleico), el componente que contiene las instrucciones genéticas usadas en el desarrollo y funcionamiento de todos los organismos vivos y responsable de la transmisión hereditaria.

Datos generales sobre el proyecto genoma humano (PGH)

4. PLANTEO, DESARROLLO y DESENLACE DEL EPISODIO

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi, soy Doctora en Ciencias Naturales, científica y divulgadora de la ciencia, en otra emisión de “Perspectiva científica”,

un espacio para curiosear y pensar sobre ciencia. Hoy nos meteremos un poco en el mundo de la genética y la herencia. El podcast de hoy, A MI IMAGEN Y SEMEJANZA.

Escuchar este podcast te llevará unos quince minutos.

Les voy a contar un caso real, que comenzó hace 18 años y que aún sigue dando que hablar. “Sordos por decisión materna” fue el título de una noticia publicada en el diario español El país el 9 de abril de 2002, en la cual se exponía el caso de Sharon Duchesneau y Candance McCullough, una pareja residente en los suburbios de Washington. Sharon es médica y especialista en bioética. Candace es psicóloga, estudiaron en la Universidad de Gallaudet de Estados Unidos. Son sordas y tomaron la decisión que su descendencia también lo fuera. Su idea fue concebir por inseminación artificial seleccionado un donante sordo por varias generaciones, persiguiendo el propósito de que su prole fuera también sorda. Además, pretendieron hacer pública su decisión y lo lograron. Decenas de notas fueron publicadas en diferentes medios y aún hoy, ellas siguen “marcando tendencia”. Volveremos a ello en un rato.

Hay algo que casi con certeza sabemos o sospechamos, aun no teniendo la formación profesional que tenían ellas. Y es que los hijos se parecerán a los padres, o algún abuelo o tendrán un poco de cada quien de la familia.

-Tiene tus genes, te dicen.

-Heredó los ojos del abuelo, comentan.

-Le hicieron un análisis de ADN para confirmar paternidad, explican ...

ADN, genes y herencia está instalado en nuestros saberes. Les comentaré algo de ese tema en los próximos minutos y también les contaré brevemente qué fue el Proyecto Genoma Humano. Volveré después a la historia del hijo sordo.

El ADN está formado por cadenas de moléculas relativamente pequeñas llamadas nucleótidos caracterizados por un grupo químico llamado base. Hay cuatro tipos de bases, adenina, citosina, guanina y timina. Resulta que la adenina es químicamente afín con la timina y la guanina con la citosina y en el espacio se acomodan de a pares formando las barandas de una escalera retorcida cuyos escalones los forman puentes químicos. Es lo que se conoce como modelo de la doble hélice.

El ADN se ubica en todas las células del organismo, casi todo en el núcleo celular cuando este existe, pero también hay ADN en las mitocondrias y en los cloroplastos de las células vegetales. Cuando las células están por reproducirse, el ADN que está asociado a proteínas, se condensa formando los cromosomas. O sea, los cromosomas son básicamente de ADN y están en todas las células del organismo.

Los cromosomas se presentan de a pares, hay 23 en el caso de humanos y 14 en el algarrobo. En lugares específicos de los cromosomas se ubican los genes que, en definitiva, son pedacitos de ADN. Lo importante es que los genes contienen la información necesaria en forma de instrucciones químicas para la síntesis de moléculas (generalmente proteínas) con funciones celulares específicas. Hay genes que regulan la expresión de otros genes. Los que regulan se llaman genes reguladores y los otros estructurales. Como consecuencia de la interacción entre genes reguladores y estructurales, se sintetiza la cantidad necesaria de proteínas para mantener la organización celular y el desarrollo corporal. El conjunto de instrucciones que contiene el ADN conforma el llamado programa genético. En definitiva, todo esto de los genes y de su expresión es un juego de química.

Se sabe además que los genes también se presentan de a pares llamados alelos. Los miembros de un par se separan durante la formación de las células reproductivas o gametas de tal manera que el nuevo individuo heredará de cada progenitor un alelo de cada par. Los alelos pueden ser dominantes o recesivos. Cuando se enfrentan pares de alelos, se manifiesta el gen dominante y el recesivo queda oculto o inactivo. El recesivo se manifestará en el caso que ambos alelos del par lo sean.

Al asumirse que cada gen ocupa un determinado lugar, y que los genes se asocian a determinadas características, se desencadenó otra idea: determinar cómo se ordenan cada una de las letras (las bases) de cada gen. Así surgió uno de los proyectos internacionales de cooperación más ambiciosos de los últimos tiempos en el campo de la genética, el proyecto genoma humano. El Consorcio Internacional del Genoma inició el PGH en 1990 y publicó la secuencia total en abril de 2003. A partir de entonces se consolidó una nueva línea de investigación, la de la bioingeniería.

Ahora se sabe que el genoma humano contiene tres mil millones de letras de ADN y eso está replicado en cada una de nuestras células. Claro que no todo es tan sencillo.

Fuertemente se sostiene que, aun compartiendo el mismo ADN, el azar y la historia de nuestras vidas individuales aumenta la variabilidad y que hay muchas enfermedades multicausales por lo cual debería desestimarse eso de que saber la genética es el único camino para abordar estrategias de curación.

Una de las cuestiones más controversiales que desencadenó el PGH fue la de la patentabilidad de los genes. La mayoría de la comunidad científica considera que los genes humanos no son patentables y deben ser considerados “patrimonio de la naturaleza humana”; contrariamente, la presión económica de los laboratorios que sostuvieron el proyecto, reclama beneficios como un estímulo y fortalecimiento de la investigación. Entre 1981 y 1995 se concedieron 1.175 patentes mundiales de secuencias de ADN. En este contexto, queda claro que no todo es de todos...

(Pausa de recapitulación). Hasta aquí, fantástico. Estás escuchando este podcast en Perspectiva Científica y hablábamos sobre la posibilidad o no de elegir las características de nuestra descendencia. Empecé contándote sobre la decisión de una pareja de sordomudas, de tener hijos que también lo fueran. Ya sabemos que el ADN está en todas nuestras células. Sabemos que un gen es un pedazo de ADN y que las partes de un gen están ordenadas de una manera determinada que se puede conocer. Pero no todo es agua de rosas en el camino del conocimiento.

Ser sordo es no poder escuchar. En la visión más tradicional, se considera a los sordos como discapacitados. En este marco, los profesionales de la salud mediante manejo de genes, podrían estar “curando” (comillas al curando) al individuo portador de la sordera. Pero hay otra concepción, totalmente enfrentada, que considera que las personas sordas conforman una minoría cultural que establece sus vínculos a través de la lengua de signos. En esta última concepción se alinea la decisión de Sharon y Candance de pretender proteger la identidad de su colectivo sordo.

Independientemente se trate de sordos, de color de cabello, de ojos, capacidades intelectuales o deportistas ¿Hasta dónde alcanza el derecho de transmitir deliberadamente una condición hereditaria a nuestra progenie? Es un caso especialmente interesante en el campo de la bioética y por supuesto, hay edificios de argumentos a favor o en contra. Emulando a una muy amiga que vive en España quien acostumbra a descomponer las palabras y buscarle alguna vuelta a su significado, no puedo evitar

pensar en genética, como formada por otras dos, **gen + ética**, dos palabras que por sí mismas implican dos campos gigantes de conocimientos y significados pero cuya relación es tan estrecha ¿cuáles son los límites éticos de aplicar manipulación genética para imponer algún perfil a la ciudadanía? Por ahora, esta es una decisión que queda en manos de los progenitores.

No dudo que hay muchos que opinan muy ventajosa la manipulación genética para prolongar la vida, detener el envejecimiento, aumentar los índices de inteligencia y por supuesto, eliminar enfermedades. También habrá quienes pretendan moldear la sociedad con determinados parámetros físicos, desde el color de la piel hasta el de los ojos. Eso es eugenésico. La eugenesia ha sido una práctica históricamente ligada a leyes de esterilización para débiles mentales en Estados Unidos, el exterminio fascista de razas inferiores. En la terminología más moderna, se aplica la variante cívica de la eugenesia, llamada ideogenesia: estimular la aparición de rasgos que pueden ser considerados “políticamente correctos”. La ideogenesia no tiene como fin el mejoramiento de una “raza” (si me estuvieran viendo, verían mis manos haciendo señal de comillas) y reconoce el derecho de las minorías. Como el del colectivo sordo.

Analizar la historia de Candance y Sharon puede llevarnos por numerosos caminos y no es la intención aquí cerrar ninguno de ellos. La intención es la de ponernos a pensar, quizás lo más fácil sería empezar por preguntarnos ¿qué haría yo?

Los espero en el próximo episodio de **Perspectiva científica**. Si no conoces el libro *Un mundo feliz* de Huxley, te lo recomiendo, en el próximo episodio vamos a hablar de las posibilidades actuales de que exista la metrópolis distópica creada por manipulación de genes. La ficción a veces entra sin tocar la puerta. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, estas son las vías de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o búscame con mi nombre en Instagram y Twitter.

EPISODIO 2. Ser alfa en la metrópolis de un mundo feliz.

1. ARGUMENTO

“Un Mundo feliz” de Huxley (1932), es una sátira sobre el desarrollo de la sociedad contemporánea en la que la gente es feliz, aunque es esclava, sin libertad, confinados a la prisión de su propia mente y atados al destino que otros le impusieron genéticamente. La sociedad se divide en cinco castas: ALFA (inteligentes, altos y musculosos), BETA, GAMA, DELTA, EPSILON (bajos, tontos y feos, cada épsilon tiene 99 clones). Se plantea un paralelismo con el mito de la caverna de Platón en el cual los protagonistas quedan confinados a la prisión de su propio origen.

En la ciudad futura ficticia Utopia o Estado Mundial, emplazada en Londres de 2540 años D.C. se ubica el criadero e incubadora donde se editan los genes de las cigotas. Estas últimas se desarrollan en botellas que se ubican en centenas de estanterías.

2. CONFLICTO

La clonación humana despierta discusiones que acaparan la atención de muchos especialistas en bioética. Los argumentos en contra señalan desconocimiento de los potenciales riesgos físicos o psicológicos en el clon y, por otro lado, daños sociales. La postura determinista biológica extrema presupone que la identidad o individualidad humana viene dada por la singularidad de nuestro genoma. Este determinismo genético no está comprobado, es más, los factores biológicos y ambientales condicionan la conformación del individuo. La clonación permite que el clon pueda tener varios padres o madres por lo cual se desdibuja el perfil familiar occidental más clásico. Argumentos a favor indican que podría dar respuesta a problemas de infertilidad, y sería una herramienta importante en la lucha contra las enfermedades genéticas. Necesitamos generar la atención sobre cómo pueden cambiar la sociedad las tecnologías derivadas de ese conocimiento y los debates necesarios para que no tengamos que arrepentirnos de lo aprendido.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMATICA

clonación, manipulación de embriones, legalidad de la clonación

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estés bien. Mi nombre es Claudia Tambussi, soy Doctora en Ciencias Naturales, científica y divulgadora de la ciencia, en otra emisión de "**Perspectiva científica**" donde tratamos de pensar sobre ciencia. Hoy nos meteremos un poco en el mundo de la clonación humana. El podcast de hoy, SER ALFA EN LA METROPOLIS DE UN MUNDO FELIZ.

Escuchar este podcast te llevará quince minutos.

En dos de las obras literarias más importantes del siglo XX, *Un mundo feliz* de Aldous Huxley (1932) y *1984* de George Orwell (1949), se describen sociedades distópicas, en las cuales el Estado controla todo lo que existe, inclusive la vida y el estilo de vida de las personas.

George Orwell, seudónimo de Eric Arthur Blair, hace una alarmante y aterradora descripción de un futuro permanentemente vigilado y manipulado por el Estado, encarnado por el Gran Hermano. Huxley relata la deshumanización generada por el Estado mediante el condicionamiento genético y educativo. Ochenta años después ¿qué tan lejos de la realidad actual están ambas novelas? Nos metemos en una de estas historias...

En "*Un mundo feliz*", la guerra de los nueve años provocó un colapso en la economía y los líderes mundiales crearon el Estado Mundial. Allí se censuraba todo aquello que pudiera originar controversias: museos cerrados, literatura eliminada, monumentos destruidos. En la época en que se ubica la historia, emplazada en Londres de 2540 años D.C., casi todos los ciudadanos están bajo su control absoluto. La humanidad es ordenada en castas, los ALFA (inteligentes, altos y atractivos, destinados a ocupar posiciones de liderazgo), los BETA (llenen plazas administrativas y profesionales), los GAMA (empleados subalternos), los DELTA (destinados a ser obreros y sirvientes) y los EPSILON (bajos, analfabetos, hacen los trabajos arduos). Cada Delta y cada Épsilon tiene 99 clones. Cada casta sabe y acepta su lugar en el engranaje social. Es una sociedad futurista incómodamente estéril y controlada. Todas las sensaciones están controladas según los Interventores Mundiales que, en verdad, son manipuladores genéticos: desaparece el egoísmo, la envidia, el rencor, la traición, la enfermedad, la tristeza, el temor a la muerte, la intolerancia, los asesinatos, la falta de empatía, el deseo de poder, el deseo de tener, el

sufrimiento, la pobreza, etc. La paradoja es que todas estas sensaciones o cosas se han alcanzado tras eliminar muchas otras: la familia, la diversidad cultural, el arte, el avance de la ciencia, la literatura, la religión, la filosofía y el amor.

El acondicionamiento se hace durante el sueño por un proceso que denominan hipnopedia y manejan las emociones por medio de drogas (el SOMA) que, combinadas, cambian radicalmente las ganas y aspiraciones de cualquier miembro de la sociedad. El método anticonceptivo que se usa en la novela es llamado «ejercicios maltusianos» en alusión al clérigo economista y demógrafo Thomas Robert Malthus. El fotógrafo, observador minucioso y paciente, es Darwin Bonaparte en alusión a Charles Darwin. Sobre ambos hablaremos en algunos próximos episodios.

Cada miembro de las castas, Alfa, Beta, Gama y Épsilon, eran incubados en probetas y su genoma manipulado. Así, creaban humanos serviles con determinado perfil que, por cierto, tampoco envejecían.

La novela anticipa el desarrollo en tecnología reproductiva y de clonación. Por qué digo “anticipa”. Y es que 80 años después, la ingeniería genética y la reproducción asistida ya es una realidad.

(Pausa de recapitulación). Hasta aquí, fantástico. Estás escuchando este podcast en Perspectiva Científica y hablábamos sobre la posibilidad de clonar humanos. Clonar es hacer copias. ¿Se puede? ¿Y para qué?

De alguna manera la oveja Dolly, el primer mamífero clonado en 1996, instaló en la opinión pública las ventajas y desventajas del manejo genético y la reproducción manipulada. Dolly era un clon, su material genético era idéntico al de su progenitora, una célula somática (del cuerpo) de una oveja adulta. Una curiosidad (otra) es que, al nacer, Dolly tenía la misma edad genética de la oveja de la cual fue clonada: nació con seis años, por lo cual su envejecimiento no fue el esperado para un individuo recién nacido. Pero ese es otro tema. Rápidamente se desató la discusión sobre la clonación de humanos, si debe ser o no prohibida o perseguida. Un debate que está muy lejos de ver su fin.

No me queda muy clara la razón por la que alguien pudiera considerar una buena idea producir un clon humano. La cuestión es que una perspectiva así ha dejado de ser imposible. El andamiaje central de los argumentos podría radicar en lograr una sociedad compuesta por seres con capacidades intelectuales, físicas y emocionales determinadas,

elegidas. Los Alfa de Un mundo feliz. Pero si todos fuéramos Alfa, todos iguales, todos jefes y funcionarios ¿parece bastante difícil que funcione... o no?

Las Naciones Unidas en el 2005 redactaron su Declaración sobre el tema. Dice que se prohíbe "todas las formas de clonación humana en la medida en que sean incompatibles con la dignidad y la protección de la vida humana". Pero no fue adoptada por todos los Estados miembros. La UNESCO en 2008, conformó una comisión como parte de su Programa de Bioética, para investigar la posibilidad de una convención legalmente vinculante para prohibir la clonación humana. Tampoco tuvo la aceptación de todos los Estados Miembros.

En algunos ámbitos de reproducción asistida, la clonación está siendo reivindicada en tanto consideran una ventaja que el descendiente sea genéticamente idéntico al sujeto progenitor no interviniendo donantes de gametos. El resultado sería un individuo diseñado ex profeso por un tercero. Los debates se focalizan en que, de instalarse la clonación humana como proceso habitual, se estarían desdibujando las líneas parentales y genealógicas, la reproducción humana sería asexual y la maternidad-paternidad habría que analizarla con nuevas herramientas y parámetros culturales. En abril de 2019, una noticia en el Daily Mail de Reino Unido anunció la clonación de 30 embriones humanos a mano de científicos chinos. Hay poca información aun al respecto y muy poca, por no decir nada, de legislación. La clonación reproductiva por el momento no está autorizada por ninguna de las legislaciones del mundo. He Jiankui, el investigador involucrado en esa clonación, ha recibido inhabilitación y sentencia de cárcel porque violó las leyes éticas al cambiar la línea germinal.

Cada miembro de las castas, Alfa, Beta, Gama y Épsilon, eran incubados en probetas y su genoma manipulado. Así, creaban humanos serviles con determinado perfil que, por cierto, tampoco envejecían.

La pretensión de crear una descendencia con las mejores cualidades posibles y las mejores posibilidades de gozar una vida larga y saludable, implica consensuar en qué presupone "tener los mejores genes". Sin dudas, "tener los mejores genes" no carece de ambigüedad e invita a discusiones bizantinas pero que nos debemos. La intención de este podcast es la de ponernos a pensar, quizás lo más fácil sería empezar por cada uno y hacerse la pregunta: ¿qué pienso yo?

Los espero en quince días, en el próximo episodio de **Perspectiva científica** ¿Han visto la película Gattaca: experimento genético? Yo a menudo vuelvo a ella. En el próximo episodio estaremos pensando en la genética como posible generadora de diferencias sociales. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, estas son las vías de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o en Instagram y Twitter con mi nombre. Hasta entonces.

EPISODIO 3. En lucha contra el genoismo. Vincent versus Jerome

1. ARGUMENTO

La terapia génica está enfrentándonos a retos éticos, sociales, regulatorios y técnicos sin precedentes que requieren de la intervención de múltiples participantes. Y nosotros ciudadanos comunes, tenemos que saber de qué se trata.

2. CONFLICTO

El conocimiento del genoma puede condicionar la forma de vivir nuestra vida. Hay un costado espeluznante en todo esto... las características humanas no solamente dependen de lo que está escrito en los genes sino además de las acciones -personales o institucionales- de quienes se arroguen el derecho de elegir el perfil genético de lo humano. Además, la manipulación génica con fines eugenésicos tiene una consecuencia directa sobre la disminución de la variación. Esta última es una condición inherente a los organismos y clave para que ocurra el fenómeno evolutivo y la adaptación. La homogenización de los componentes de las sociedades humanas estaría caminando por un terreno peligroso. Es impostergable el entender las consecuencias potenciales que pudiera tener la aplicación de estos conocimientos en las sociedades humanas y son impostergables los debates para que no tengamos que arrepentirnos de lo aprendido.

4. CONOCIMIENTOS CIENTIFICOS RELACIONADOS CON LA TEMATICA

edición de genes, legalidad, ingeniería social

5. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi, en otra emisión de Perspectiva científica, un espacio para pensar sobre ciencia. Hoy nos meteremos un poco en el mundo de la manipulación genética. El podcast de hoy, EN LUCHA CONTRA EL GENOISMO.

Gattaca: experimento genético, con doble "t", es una película estadounidense de ficción y drama estrenada en 1997. Si no la vieron, la recomiendo enfáticamente. El título de la película está construido en base a una secuencia de los cuatro tipos de bases nitrogenadas que componen el ADN (Guanina, Adenina, Timina, Timina, Adenina, Citosina, Adenina) y en toda la película la simbología genética está omnipresente. La trama de la película gira alrededor de dos personajes, Vincent (que pretende ser astronauta, pero su perfil genético lo excluye) y Jerome (cuyo perfil le da que es óptimo para cualquier actividad). El primero pretende adoptar la identidad del segundo. A mi modo de ver en verdad, los protagonistas no son ellos, sino que lo es la genética como rectora de los destinos de cada uno. En la película se retrata una sociedad de transhumanos, manipulados genéticamente para crear hombres y mujeres con las mejores cualidades posibles, sobre todo inteligencia y capacidades físicas. Eran los válidos. Jerome era un válido. En el otro extremo, los nacidos por fe como Vincent, conservaban una configuración biológica natural, dependiente del azar y componían una casta inferior a la de los válidos. En esta sociedad distópica, la composición genética de cada individuo era fácilmente conocida y esta suerte de curriculum, era la base sobre la que operaba la selección entre los válidos y los nacidos por fe: la genética como base de la discriminación. Es lo que se conoce como genoismo.

Le cuento un poco más. Vincent Anton Freeman, nacido de la fe, quiere ser astronauta, pero su físico poco privilegiado y su genoma no lo habilita a recibir el entrenamiento adecuado y se le asignan solamente tareas de limpieza. Un destino al que no se resigna. Trabajando en lo que sería la NASA, tras ejecutar una endiablada madeja de fraudes y mentiras, asume la identidad genética de Jerome Morrow, un válido para cualquier actividad, depresivo y paralítico después de un intento fallido de suicidio.

La cosa es que, en ese escenario ficticio, las parejas pueden modelar su descendencia eligiendo no solo el género sino otras condiciones físicas o intelectuales. No voy a espoilear el final de Gattaca pero si voy a seguir reflexionando con ustedes sobre esto de la selección.

Sabemos que los humanos han estado jugando con la genética durante miles de años, incluso cuando ni se conocía qué era un gen. Creamos rosas negras, gatos siameses, palomas mensajeras, perros bóxeres y chihuahuas, seleccionando sin saberlo los genes que controlan el tamaño y hasta el temperamento. No se escaparon de este manejo innumerables plantas que se convirtieron en palatales a partir de sus antepasados silvestres.

Antes del año 2000, los investigadores empleaban muchas tecnologías diferentes, costosas y largas, para reescribir la genética de organismos. Hasta que se descubrió el CRISPR-Cas9 o simplemente CRISPR. Básicamente se trata de aprovecharse de la lucha entre bacterias y virus. Las bacterias incorporan en su ADN secuencias repetitivas llamadas CRISPR, que representan el material genético de los virus que las han atacado en el pasado. Los segmentos CRISPR permiten identificar el ADN del virus ante una nueva infección y funcionan como un sistema de alerta temprana, como si fuera una autovacuna. Unas enzimas particulares, las Cas9, llevan copia de la secuencia CRISPR y se encargan de rastrear el ADN coincidente con el virus. Cuando encuentra coincidencia, Cas9 lo corta y rompe. De ahí el nombre: tijera molecular. Se descubrió que Cas9 podría reprogramarse no solo para destruir sino también para reemplazar, secuencias genéticas específicas. Pero hay más. Muy recientemente se dio a conocer el diseño de otro método, el “prime editing” que supuestamente actúa con mayor precisión sobre el código genético. Desde entonces el potencial de la edición de genes comenzó a desentrañarse.

En octubre del 2020 se le otorgó el Nobel en química a la estadounidense Emmanuelle Charpentier y la francesa Jennifer Doudna por el desarrollo de esta tecnología en Bioingeniería que, dicho sea de paso, es la primera vez que dos mujeres ganan un Premio Nobel en ciencias.

Tenía algunas inquietudes sobre el tema y pregunté a Germán Reig Cardarella, quien es Licenciado en Biología Molecular de la Universidad Nacional de San Luis en Argentina (2004) y Doctor en Ciencias Biomédicas de la Universidad de Chile (2012). Centro Integrativo de Biología y Química Aplicada de Chile. Expresó al respecto: “En mi opinión, debemos apostar por lograr a un mejor entendimiento de nuestro genoma antes de pretender modificarlo de manera intencional y arbitraria. Solo así podremos anticipar los cambios que vendrán”.

Las enfermedades y trastornos congénitos son los objetivos más contundentes de la terapia génica y CRISPR todavía no tiene aún un alto grado de eficacia. Es que, del ensayo en una placa de Petri con el ADN de unas pocas células al ADN de todas las células del cuerpo, hay un trecho inmenso lleno de incertidumbres. Incluso si CRISPR-Cas9 funcionara según lo planificado, son desconocidas las consecuencias involuntarias de alterar algún gen en humanos. Hay muchas preguntas y obstáculos que superar. Ante una técnica cuya aplicación es tan incipiente, los comités de ética aconsejan valorar individualmente los riesgos y beneficios de su uso: caso por caso y paso a paso...

Si la manipulación se efectúa en las células de los embriones, esa modificación queda fija en ese individuo y la heredará su descendencia. El caso más mediático sobre esto salió a la luz en Hong Kong en noviembre de 2018. Un grupo de científicos chinos utilizó CRISPR para editar los genomas de gemelas intentando inmunizarlas contra una cepa del HIV. Fue un procedimiento de fertilización in vitro. Se implantaron en la madre los embriones modificados y al llegar a término, se convirtieron en los primeros humanos editados genéticamente de la historia. Se sabe poco de los procedimientos empleados y mucho menos se sabe de sus consecuencias a mediano plazo.

Resulta extraordinariamente temerario provocar modificaciones en genes cuya acción no se conoce acabadamente y mucho menos se conocen las consecuencias completas de cualquier cambio.

(Pausa de recapitulación). Hasta aquí, fantástico. Estás escuchando este podcast en Perspectiva Científica y hablábamos sobre la posibilidad de modificar o reemplazar genes. La técnica ya existe, se la llama tijera molecular o CRISPR-Cas9. Y sobre las consecuencias, bueno de ello estamos hablando.

A esta altura ¿no se están preguntando si es legal la modificación genética de embriones? El problema es que los avances en la edición del genoma se han adelantado a la regulación sobre cuál es la forma más responsable y adecuada de utilizarla en humanos y, sobre todo, en la línea germinal. Hay dos aspectos a discutir en esta contienda. Por un lado, si está permitido o no modificar embriones humanos. El otro es si una vez modificados, se les permitiría llegar a término. Adelanto las respuestas: Sí y No.

Pues hasta ahora, la investigación en embriones humanos está prohibida según el Convenio de Oviedo de 1997 aunque China, Japón, el Reino Unido y EE UU no se

adhirieron. Desde 1982 se considera como derecho la intangibilidad de la herencia genética de la humanidad, para protegerla de cualquier intervención artificial de la ciencia y la técnica. Actualmente, no está permitido en ningún país el nacimiento de niños genéticamente modificados. China desoyó la prohibición...

A finales de 2018 la OMS anunció la creación de un comité destinado a desarrollar estándares internacionales para la gobernanza y supervisión de la edición del genoma en humanos. En septiembre de 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) aprobó la creación de un registro para investigaciones con edición del genoma en humanos. O sea, no se prohíbe, se controla y registra.

Hay quienes entienden que a través de la manipulación genética se interfiere en la libertad individual de elegir, pues de alguna manera se altera en el ciclo de vida natural y se cuestionan si es éticamente correcto modificar la genética para obtener beneficios, sean estos individuales o de conjunto.

¿Tienen el Estado alguna pauta sobre cómo accionar en este tema? ¿cuál es la instancia en la cual se nos permite opinar? ¿cuándo nuestra opinión es vinculante? ¿cuáles son los datos e información que permiten tener conocimiento fehaciente de esta cuestión? ¿Lo sabemos? Y entonces ¿en dónde estamos?

En la Argentina, el nuevo Código Civil, en su artículo 57, prohíbe prácticas que tengan por fin o consecuencia la alteración genética del embrión que sea heredable. En abril de 2019, se presentó un nuevo proyecto de ley 1541-D-2019 denominado Ley de protección de embriones no implantados, con la colaboración de la jurista Marisa Herrera e impulsado por diputados y diputadas de distintos bloques. En noviembre de 2019, obtuvo dictamen favorable en la Comisión de Legislación General de la Cámara de Diputados de la Nación. El proyecto, que consta de 42 artículos y siete títulos, aborda el status jurídico y las distintas tipologías de embrión no implantado, así como, las prohibiciones y formas de uso del mismo. Sigue en debate...

No estoy segura de que tengamos ni la comprensión científica ni la humanística de lo que va a pasar una vez que empecemos a adoptar estas tecnologías. Se sabe que para la mayoría de los rasgos humanos interactúan varios genes y el entorno desempeña un papel muy importante.

Hay mucho más en qué pensar. La manipulación genética y la reproducción asistida no están al alcance de todos y la consecuencia inevitable de su aplicación sería (o sin dudas será) la desigualdad social. La diferenciación entre personas modificadas y aquellas que no lo están, podría crear dos sociedades distintas de la misma especie, pero quizás una de ellas con mejores condiciones de supervivencia. Cabe aquí reflexionar sobre si ¿Sería justo que quienes necesiten utilizar el método no puedan hacerlo solo por su condición económica-social? Creo que todos deberíamos detenernos a pensar antes de avanzar con demasiada ligereza hacia ese futuro.

El conocimiento sobre la edición de genes avanza a ritmos impensables y aunque su aplicación en el campo de la terapia génica es casi incipiente, no podemos postergar más las discusiones sobre las posibles consecuencias de su aplicación. Jacques Testart, quien fue autor de las primeras madres portadoras en bovinos (1972), del primer bebe probeta (1982), del primer embrión crio-conservado (1986) e investigador del Inserm (instituto francés de investigación en procreación natural y artificial en la especie humana) critica algunas derivaciones de prácticas genéticas incluyendo la elección del sexo, aspectos estéticos y aun la eliminación de anormalidades cromosómicas. Testart aboga por el control social sobre dichas técnicas, un control que debe ser ejercido por los legos ajenos al poder e incluso a los científicos. Escribe en su artículo Homens prováeis en el 2000: “la terapia génica aparece tal vez como un bluff gigantesco, alimentado por el apetito económico de los industriales, por el orgullo de los investigadores, por la infelicidad de las familias afectadas y, sobre todo, por el inmenso deseo de vencer al destino por parte de todos los humanos”.

Francamente no conozco las respuestas, pero defiendo la idea de que la academia por sí sola no debiera hacerlo. Tiene que ser un proceso político mucho más amplio. Y para hacer eso necesitamos el vocabulario, los antecedentes, la historia, necesitamos comprender las limitaciones y pensar sobre el futuro. De eso va este podcast.

Cuando los humanos se hagan a la carta... Quizás lo más fácil sería empezar por preguntarnos ¿qué opino yo?

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. Los invito a pensar en cómo repoblar el planeta en caso de una disminución dramática de la población mundial. El próximo podcast. LAS VICISITUDES DE ELEGIR UN VIENTRE. Para quienes

quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces.

EPISODIO 4. Las vicisitudes de elegir un vientre

1. ARGUMENTO

La República de Gilead es la geografía donde se desarrolla una sociedad que pretende sobrevivir a una grave disminución de la población, en la cual la mayoría de las mujeres han quedado infértiles y que planifica el repoblamiento adueñándose de los vientres de las criadas, las únicas mujeres fértiles disponibles. Esa sociedad distópica es la que imaginó la escritora Margaret Atwood y describe en su libro *El cuento de la criada*, publicado en 1985 y base del guion de la exitosa serie de televisión estrenada en 2017 que ya cuenta con cinco temporadas,

2. CONFLICTO

Frente a una crisis que amenace la extinción de la especie humana, ¿qué estrategias elegir para repoblar el planeta? ¿Quiénes serán los que elegirán por todos?

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

fecundidad, reproducción, población mínima viable, diversidad demográfica y genética

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estés bien. Mi nombre es Claudia Tambussi, soy Doctora en Ciencias Naturales, científica y comunicadora de la ciencia. En los encuentros anteriores de este espacio llamado *Perspectiva científica*, estuvimos reflexionando sobre manipulación genética e ingeniería social. Siguiendo con esta línea, nos meteremos un poco más en las potenciales consecuencias de la manipulación biológica en la construcción del entramado social. El podcast de hoy, *LAS VICISITUDES DE ELEGIR UN VIENTRE*.

Escuchar este episodio te llevará quince minutos.

Nunca te pasó al leer un libro cuya trama suena tan aterradoramente posible, que todo el tiempo sobrevuela sobre tu cabeza un cartelito que dice” esto no puede pasar aquí”. Suele

sucedier con el género de las distopías, sean libros o series, la curiosidad se desata ante lo que podría ser un escenario posible y quizás, hasta cercano. Con el Cuento de la criada de la escritora canadiense Margaret Atwood publicado por primera vez en 1985, nos pasa algo de eso: nos trastorna al afrontar que la situación hipotética podría darse.

La República de Gilead es la geografía donde se desarrolla una sociedad que pretende sobreponerse a una grave disminución de la población causada por enfermedades de transmisión sexual y por contaminación ambiental. La mayoría de las mujeres han quedado infértiles y el Estado de Gilead planifica el repoblamiento adueñándose de los vientres de las criadas, las únicas y muy pocas mujeres fértiles disponibles. En esa sociedad ordenada en estrictas castas jerárquicas, las criadas son domesticadas... adoctrinadas para cumplir con un rol reproductivo. Son solamente vientres gestantes y su único valor es el de la fertilidad.

Aunque podría intuirse, en el libro nunca se llega a saber que el nombre de la protagonista es June. Se la llama De-Fred, en referencia al esposo a quien pertenece, Fred Waterford. El cuento de la criada fue adaptado para una serie de televisión estrenada en 2017 que ya cuenta con cinco temporadas. En la serie, June tiene apellido, pero por su historia previa, es June Osborne y como en el libro, es forzada a quedar embarazada siendo fertilizada por su amo y obligada a entregar sus hijos a las élites familiares. Algo así como procrear por el bien común, aunque el bien común no sea tan común a todos.

Más allá de los comentarios irónicos que me las guardo por ahora, leer el Cuento de la criada invita -al menos a mí- a contestarnos: si fuera necesario repoblar el planeta ¿qué haríamos?

Pensando en ello, se me cruzó la idea de que esto no está tan alejado de las intenciones de colonizar -y poblar- otros planetas. ¿En qué piensan los científicos cuando listan las necesidades para poblar Marte?

Pues bien, quizás no haya muchos estudios sobre cómo repoblar la Tierra (nadie se anima a decir de quién valdría la pena que quede descendencia) pero sí hay ríos escritos sobre las condiciones necesarias para generar una colonia humana exitosa. Dejando de lado las condiciones ambientales -pues vamos, en Marte no hay atmósfera respirable-, se necesitan alrededor de 40 mil personas, la mayoría de ellas en edad fértil y sanas. Se estima que esa cantidad aseguraría al menos cinco generaciones nuevas de

descendientes, aunque claro, heredarán trastornos genéticos al estar cada vez más emparentados. Entonces se requiere que los individuos fundadores tengan suficiente diversidad demográfica y genética. Condición necesaria pero no suficiente.

¿De dónde sale este cálculo? En biología se habla de “población mínima viable”, que es el límite inferior, el tamaño más pequeño posible para que una población pueda existir enfrentando la potencial extinción por desastres naturales, ambientales o genéticos. La viabilidad de una población se identifica a partir de las amenazas que enfrenta la especie y la probabilidad de que se mantendrá durante un tiempo. O sea, trata de predecir las consecuencias de la acción de los factores que ocasionan el declive de una población.

En el caso de los vertebrados – y vertebrados somos- cualquier especie que supere siete mil individuos, estaría en fase de extinción, en lo que se llama “vórtice demográfico”. Supongo que para los humanos ese número sea un poco bajo, aunque sospecho que es más bien mi expresión de deseo. El efecto vórtice ocurre cuando el tamaño de la población es tan reducido que afecta la tasa de supervivencia, es decir, que hay menor cantidad de nacimientos que de muertes y afecta también la tasa reproductiva, esto es, disminuye la cantidad de hijos por individuos en relación a su longevidad. Básicamente sucede que los individuos pierden la oportunidad de reproducirse al no encontrarse con más individuos de la misma población.

La viabilidad poblacional también dependerá de nuestro ciclo de vida. La edad media en la que una mujer deja de ser fértil se sitúa en los 41 años. Está clarísimo. Las colonas fundadoras deberían ser jóvenes, que ni cerca estuvieran de los 41 años.

En los varones de más de 35 años disminuye la calidad del semen y la fertilidad se reduce del 21% al 23% cada año. Pero a varones y mujeres no nos pasa lo mismo. Charles Chaplin fue padre de once hijos, el último a los 75 años. George Lucas de La guerra de las galaxias fue padre biológico a los 69 y Clint Eastwood tuvo su séptimo hijo a los 66 años. Y para terminar con esta lista cholula, Rod Stewart tuvo ocho hijos de tres esposas.

Les pregunté a cuatro amistades como harían para repoblar el planeta... Estela y Gladis, ambas médicas, armaron una lista encomiable de elementos humanos necesarios: -para un repoblamiento rápido será necesario más mujeres que hombres, mujeres sanas y fértiles, manipulación genética para que den más hijas que hijos- dijeron. Luis, también médico y tan pragmático, agregó: -primero hay que saber las causas de la disminución

poblacional, censar a la población sobreviviente, seleccionar a quienes sean fértiles y solicitarles su autorización para ser incorporadas al experimento-. Guauuuu.

Recordé que el 25 de julio de 1978 el mundo conoció a Louise Brown, la primera bebé in vitro, esto es, la fecundación del óvulo fue provocada fuera del organismo materno. La fertilización in vitro es una práctica ya muy conocida y experimentada, con logros cada vez más frecuentes. En 2017 en Estados Unidos nacieron cerca de 79 mil bebés como Brown. Entonces mencioné a mis amigas -Podríamos almacenar millones de óvulos- Rápidamente contestaron: -si, pero necesitás vientres para gestar-. Eso lo sabían claramente los de la República de Gilead. Vientres.

Roxana, otra de mis amigas, muy extrañamente, permanecía callada. Cuando le pregunté qué pensaba dijo: -no estoy segura que los humanos merezcamos repoblar el planeta-. Reflexionando sobre esto último más tarde, me acordé del libro “El mundo sin nosotros” de Alan Weisman, que examina lo que sucedería si los humanos desaparecieran del planeta. Los escribió en el 2007 ¿qué estará pensando Weisman ahora, en plena pandemia de coronavirus?

Cierro este podcast con un par de datos de color:

-El Fondo de Población de las Naciones Unidas publica informes frecuentes que exhiben el envejecimiento de la población mundial. Hacia 2017, una de cada nueve personas tenía 60 años o más y se estima que para el 2050, serán una cada cinco y habrá más personas mayores de sesenta que menores de quince.

- La variabilidad genética de una población permite que ésta sea más flexible a los cambios. La consanguinidad provocada por endogamia o por incesto, eleva el riesgo de que se manifiesten problemas hereditarios. En España el incesto está permitido, sin la posibilidad de casarse; en Estados Unidos la ley varía por estado, por ejemplo, es ilegal en Oklahoma y Nuevo México; en Francia es legal, pero sin posibilidad de casarse; en Venezuela está prohibido por el Código Penal tal como la bigamia y el adulterio. ¡No entiendo nada! En la Argentina, el incesto es legal si ambas personas tienen la edad mínima de consentimiento. El matrimonio entre parientes es legal, excepto si se tratan de relaciones padre-hijo, abuelo-nieto y hermanos. Así consta en el Código Civil, Ley N° 23.515, Título I, Capítulo I de 1987 y modificaciones. Sería interesante poder recuperar las discusiones que tuvieron lugar en ambas cámaras antes de erogar esta Ley y decidir estas

prohibiciones. Habrá habido razones éticas, religiosas, biológicas o quizás, como me dijo Maitena cuando le consulté como abogada: -temo que solo por “mantener las buenas costumbres”-.

¿Repoblar el planeta o no? ¿Quiénes tienen la potestad de decidir cómo y quiénes? Quizás lo más fácil sería empezar por preguntarnos ¿qué haría yo?

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. Los Huxley. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, estas son las vías de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o en Instagram y Twitter con mi nombre. Hasta entonces.

EPISODIO 5. Los Huxley, familia de notables.

1. ARGUMENTO

Un abuelo y tres nietos, todos reconocidos en los ambientes científicos y artísticos. Si, como se sostiene actualmente, el ambiente modifica la expresión de los genes, ¿fueron los Huxley lo que fueron gracias al entorno donde crecieron?

2. CONFLICTO

Las señales externas que pudieran modificar la expresión de los genes son motivos de estudios recientes. La dieta, los rayos UV, los fármacos, las drogas, el alcohol, el tabaco, el cuidado materno, las relaciones interpersonales, el estrés, entre otras pudieran ser responsables. Mientras los estudios avanzan, la búsqueda de las causas parece ser una cacería de brujas.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

Epigenética

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi, soy Doctora en Ciencias Naturales, científica y comunicadora de la ciencia. En los encuentros anteriores de este espacio llamado Perspectiva científica, estuvimos reflexionando sobre manipulación

genética e ingeniería social, clonación de embriones y la posibilidad de hacer humanos a la carta. Hoy vamos a conocer otros candidatos a actuar como condicionantes de cómo somos, más allá de la genética.

Escuchar este episodio te llevará quince minutos.

Los Huxley constituyeron una familia inglesa reconocida por sus contribuciones en ciencia, en arte, literatura. Un abuelo y tres nietos que dieron y dan que hablar.

Thomas Henry Huxley (1825-1895), zoólogo inglés del siglo XIX y defensor de las ideas de Darwin. Se lo bautizó como “el bulldog de Darwin”, por su incansable defensa de la teoría de la evolución. En 1864, Huxley fue el iniciador del X Club, conformado por nueve integrantes, que se reunió en Londres mensualmente hasta marzo de 1893. La finalidad de este círculo social, cuyos miembros tenían mucha influencia en el pensamiento científico de la Inglaterra victoriana, fue fundamentalmente instalar la teoría de Darwin como la explicación científica indudable del origen de las especies. Charles Darwin tuvo sus quijotes. Alfred Wallace, coautor de la teoría de la evolución con Darwin, no tuvo ninguno. Le dio siempre el crédito a Darwin y escribió su propio libro sobre el origen de las especies en 1889. Lo llamó Darwinismo: una exposición de la teoría de selección natural con algunas de sus aplicaciones.

Julian Sorell Huxley (1887-1975) también nieto de Thomas, un biólogo dedicado a la evolución que, además de sus contribuciones en ciencia, propulsó fuertemente la comunicación de la misma. Fue el Primer director de la UNESCO, también secretario de la más prestigiosa sociedad científica de Reino Unido, Sociedad Zoológica de Londres. Julian Huxley contribuyó con trabajos teóricos a la biología evolutiva y formó parte del conjunto de personas que dieron un impulso clave al campo de la síntesis evolutiva moderna. Si bien fue dirigente del movimiento eugenésico (fue presidente de la Sociedad de la eugenesia británica), después de la segunda guerra mundial comenzó a criticarla fuertemente. Creó el término transhumanismo para hacer referencia a la eugenesia que definió como el mejoramiento de la raza humana.

Andrew Fielding Huxley (1917-2012), también nieto de Thomas, fisiólogo, miembro de la Royal Society inglesa, premio Nobel de medicina (1963) por sus investigaciones en el funcionamiento neuronal. Anticipó como se realizaba el intercambio de información a nivel de las sinapsis de las neuronas.

Aldous Leonard Huxley (1894-1963) nieto de Thomas. Fue filósofo, escritor muy reconocido en los ambientes intelectuales y mucho más por sus novelas y ensayos. Sin dudarle, dejó huellas fuertes con sus libros de ciencia ficción, entre ellos: Un mundo feliz publicado en 1932 que presenta una sociedad distópica moldeada por tecnología reproductiva y clonación y reguladas las sensaciones por drogas (el soma); Nueva visita a un mundo feliz publicado en 1959, un conjunto de ensayos en los cuales analiza los contenidos de Un mundo feliz a la luz de la tecnología y cultura de la civilización occidental y La Isla publicado en 1962, el contrapunto de un mundo feliz en tanto los habitantes de la isla (Pala) lejos de darles la droga soma, se les permite sentir “aquí y ahora” como gritan las aves a cada instante. Durante el episodio 2 de Perspectiva científica, nos dedicamos a la posibilidad de modelar la sociedad tal como se modelaba en la sociedad distópica de Un mundo feliz, 80años después de publicado este famoso libro de Huxley.

Un abuelo y tres nietos, todos famosos, reconocidos en los ambientes científicos y artísticos. Si, como se sostiene actualmente, el ambiente podría influir en la expresión de los genes, ¿fueron los Huxley lo que fueron gracias al entorno donde crecieron?

Hace unos minutos mencionaba que Julián Huxley, el genetista de la familia, acuñó el término transhumanismo para referirse al mejoramiento de los humanos. Huxley entendía, como todos en aquella época, que los genes marcaban el diseño y destino de las personas. En estos tiempos, se usa transhumanismo en un sentido un poco diferente, asumiendo que es posible moldear la evolución y evadir el efecto del azar. En concordancia con todo esto, recuerdo claramente a la profe de biología de mi secundaria diciendo enfáticamente ¡La herencia está en los genes!

Claro, ha pasado mucho tiempo y muchas cosas desde aquello, y ahora se sostiene que hay otros factores que actúan en la herencia. Pues es así, hay señales externas que pueden modificar la expresión de los genes. Un nuevo campo disciplinar se ha despertado a partir de esa convicción. Se lo denomina epigenética, es decir, lo que está sobre los genes y se refiere al estudio de los cambios heredables en la expresión de los genes sin cambios en la secuencia -letras o código- del ADN. La dieta, los rayos UV, los fármacos, las drogas, el alcohol, el tabaco, el cuidado materno, las relaciones interpersonales, el estrés, entre otras muchas causas, pudieran ser responsables. Todas ellas y muchas más están en estudio.

Podemos adelantarnos, aunque no tengamos resultados avanzados de estos estudios, y proponer que, de ahora en más, corriamos a quien diga “ese comportamiento es genético” porque es más preciso decir “hay una contribución genética en la manera que ese organismo responde a los estímulos del ambiente”.

¿Cómo se puede explicar esto? Hasta donde se sabe, los cambios en el entorno en el cual vivimos, pueden agregar o eliminar de nuestro ADN pequeñas etiquetas químicas. Estas etiquetas activan o desactivan los genes posibilitando la adaptación a las condiciones del entorno sin causar un cambio más permanente en nuestros genomas. Las etiquetas dan el acento a la expresión del genoma. Me gustó una analogía de Marcela Brocco publicada en una nota publicada en la web del CONICET. Propone que el cableado eléctrico de una casa emularía cómo funciona la información genética y la epigenética. El genoma sería la instalación eléctrica que siempre lleva la misma información. Las marcas epigenéticas serían los interruptores.

Se están desarrollando interesantísimos estudios en hermanos gemelares o mellizos separados al nacer y criados en diferentes lugares y ambientes, en descendientes de hombres y mujeres que estuvieron en campos de concentración, en la descendencia de mujeres embarazadas que estuvieron presentes durante la destrucción de las torres gemelas, esquizofrenia, autismo, muchos otros trastornos del comportamiento y mucho estudio también en ratones.

(Pausa de recapitulación). Hasta aquí, fantástico. Estás escuchando este podcast en Perspectiva Científica y hablábamos sobre la herencia, la que se debe a los genes y la otra, modelada por el entorno o el ambiente. Te conté sobre los Huxley, el abuelo y cuatro nietos todos muy famosos. Y me sigo preguntando ¿serán los Huxley así porque fueron criados en un ambiente particular de intelectuales ingleses?

Según la programación, cada organismo se constituye con las características propias de su especie. Un pez será un pez y una ballena una ballena. Nuestro cerebro se modela también según nuestra programación genética, cada parte se ubicará en el lugar indicado. Pero hoy se sabe que no todas las conexiones cerebrales están fijadas anticipadamente, sino que a medida que se desarrolla, el cerebro modifica su estructura y lo hace respondiendo al entorno. De cómo accionan los mecanismos epigenéticos se sabe poco aún.

Si podemos afirmar que las características propias de una especie, estarán dadas por el componente genético. Lo específico del individuo estará dado por las modificaciones epigenéticas que se llevan a cabo por dichas experiencias. Entonces, cada individuo es único porque es resultado de procesos epigenéticos que le son particulares. Su cableado neuronal también es exclusivo y por ello las generalizaciones sobre comportamientos, aptitudes o patologías son muy difíciles y muchas veces inexactas.

Es muy atractivo pensar que los Huxley fueron los Huxley porque su genética así los condicionó. También es atractivo pensar que criados en un entorno similar y estimulando en todos ellos determinados saberes, desarrollaron esas aptitudes tan reconocidas. Pero la ciencia aún no puede aseverar con total certeza estas suposiciones. Para saberlo, en el caso de los Huxley, habría que haber experimentado con ellos, separando a alguno de su entorno original, o construyendo dos ambientes diametralmente opuestos y ver qué pasa. Eso no se hizo. En fin, falta mucho camino por recorrer.

Si en verdad supiéramos de qué manera nuestras acciones o nuestras experiencias, o nuestra forma de vida, pudieran afectar la vida de nuestra descendencia, podríamos elegir cómo queremos vivir o podríamos cambiar la forma en la cual vivimos. De ahí la importancia trascendental de los estudios epigenéticos.

Por ahora, podríamos empezar por preguntarnos ¿qué cambiaría yo si fuera así?

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. En el próximo podcast les propondré un viaje por los mares transoceánicos del hemisferio sur de la mano de Charles Darwin. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces.

EPISODIO 6. Evolución en viaje al centro de la tierra

1. ARGUMENTO

Los relatos de todas las travesías de los clásicos libros de Jule Verne, están atravesados por teorías científicas, enigmas y posteriores soluciones científicas. En Viaje al centro de la Tierra, publicado el 25 de noviembre de 1864, la teoría de la evolución darwiniana,

enunciada muy pocos años antes (1859), empapa varios capítulos: extinción, tiempo geológico, transformación de la vida dominan parte de la acción narrativa. En una obra de ficción, Verne introduce elementos que, por ser reales, conmovían a la opinión pública.

2. CONFLICTO

Edificar una idea en contra de las convicciones más arraigadas de uno mismo. Darwin elaboró su teoría de la evolución basándose en que todos tenemos un origen en común (filiación común) y el de la selección natural (algunos tienen más éxito reproductivo que otros) siendo inicialmente creacionista y fijista.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

Teoría de la evolución.

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estés bien. Les habla Claudia Tambussi. En los encuentros anteriores de este espacio llamado Perspectiva científica, estuvimos reflexionando sobre manipulación genética e ingeniería social, clonación de embriones y la posibilidad de hacer humanos a la carta. Pueden descargar todos los episodios en la plataforma de Spotify, comunicarse conmigo a través de twitter o Instagram o a la dirección perspectivacientifica@gmail.com.

¿Has visto alguna vez una imagen en la que depende de cómo la mires, puede verse una anciana o una mujer joven? ¿Y en la que se ve un pato o un conejo? Son casos de ilusiones ópticas, nada del otro mundo. Se pone un poco más complicado cuando lo que cambian son las convicciones con las cuáles uno evalúa, juzga o clasifica. Es perturbador, como mínimo, cuándo comenzás a explicar las cosas de una manera tajantemente diferente y ya no hay forma de que lo veas de la manera anterior. De eso se trata el episodio de hoy.

Escuchar este episodio te llevará quince minutos.

Durante largos días el profesor Lidenbrock y Axel, su sobrino viajaron en trenes, coches a caballo y barcos para llegar a Islandia. Allí se encontraron con Hans, el explorador, y luego de varios preparativos, los tres partieron hacia el volcán Sneffel. Por uno de sus tres cráteres bajaron. El objetivo: llegar al centro de la tierra. En su larga caminata por pasadizos estrechos, pasaron por algunas cuantas aventuras, encontraron una playa,

iluminada como si tuviera sol, un bosque de hongos, construyeron una balsa y en el mar se cruzaron con un gigantesco animal marino, ¿quizás un monstruo prehistórico? Llegaron a tierra y se enfrentaron a una manada de ¿mamuts? Luego el volcán entró en erupción y ...

Los personajes de quienes les hablo son protagonistas de una aventura increíble de un libro también increíble: "Viaje al centro de la Tierra" escrito por Jule Verne y publicado en 1864. Los "Viajes extraordinarios" de Verne, de los cuales "Viaje al centro de la tierra" es uno, surgieron en un momento de pleno impulso de la ciencia e industria en Europa. Personalmente, me llama mucho la atención que todos ellos se hayan pensado como una herramienta educativa, dirigida a la formación de jóvenes, con la idea de despertar interés en la ciencia y dar a conocer conocimientos científicos. Un plan diseñado por el editor de Verne. Se llamaba Pierre-Jule Hetzel.

Los relatos de los primeros viajes de Verne tenían protagonistas un tanto bucólicos: un profesor excéntrico y bonachón, un ingeniero habilidoso capaz de resolver cuestiones desopilantes con un destornillador, un hombre rico que financia las travesías. En los libros más posteriores, aparecen protagonistas menos amigables y los relatos se hacen menos fraternales. Pero no era mi intención hablar de este cambio, sino en sondear en qué puede haberse inspirado Verne para sus relatos. Específicamente estoy refiriéndome a qué saberes científicos lo inspiraron.

Una Tierra hueca y profunda, un cráter por el cual se trasladaban atrás en el tiempo y en donde encontraban monstruos prehistóricos. En esta clara invitación a viajar al pasado, se remontan a los orígenes de la vida y se muestra que no todo lo que había entonces llegó hasta el presente de Liddenbrock. En el relato de Verne, el tiempo es un parámetro que importa; los animales prehistóricos que ya no están, convertidos en fósiles, son otros y los ambientes de ese pasado eran distintos a los que conocían. Cambia, todo cambia.

La idea de cambio es contraria a la del fijismo. Hablando de organismos, el fijismo considera que los organismos no se transforman. Fijismo va muy de la mano de otra idea, la del creacionismo. Una creación que se asume fue producto de fuerzas especiales, por la acción de dioses, por efectos antinaturales. Lo que fue creado, así quedó. Ambas ideas, fijismo y creacionismo, eran dominantes en el siglo 19 cuando se escribían las travesías. Pero hubo algo muy fuerte que las hizo tambalear. La publicación de "Sobre el Origen de

las especies". Su autor, Charles Darwin, el naturalista británico que formuló una idea tremendamente conmocionante sobre el origen y transformación de la vida, y lo hizo en 1859, hace más de 160 años.

Cualquier persona del siglo 21, adecuadamente informada, sabe que la naturaleza actual es muy diferente a la de épocas anteriores. Las plantas, los animales, los seres vivos en general, han cambiado a lo largo de la historia de la materia viva. Claro, con el diario del lunes, es más fácil.

Como dice el filósofo de la biología Gustavo Caponi, Darwin movió las mismas piezas que había y sacó dos ideas novedosas e inquietantes: la selección natural y el origen común. Hablemos de la primera, la selección natural que para algunos es una idea muy fácil. ¡JaJa!

Todas las especies tienen una capacidad potencial de reproducirse indefinidamente de tal manera que, si lo hicieran, aumentaría el número de individuos exponencialmente y, por lo tanto, crecería el tamaño de las poblaciones. Pero en verdad las poblaciones son numéricamente estables. Sucede que los recursos, de alimento o de ambiente son limitados. Entonces los individuos de la población compiten por esos recursos para poder garantizar su supervivencia y la de su descendencia. Esta competencia que limita el crecimiento poblacional se la bautizó como lucha por la existencia.

Darwin también notó que en las poblaciones los individuos son variables y esa variación es heredable, pero heredable al azar. Entonces habrá individuos que tendrán más factibilidad de sobrevivir (ganar la lucha) y de poder reproducirse. En términos darwinianos, están mejor adaptados. Esa supervivencia desigual constituye un proceso de selección natural que es análogo al de la selección artificial. Estoy hablando del mecanismo que artificialmente se utiliza para producir variedades en animales domésticos o en plantas comestibles. Y, dicho sea de paso, Darwin criaba palomas, pero eso será motivo de otro episodio.

En clave darwiniana: generación tras generación, este proceso de selección natural produce un cambio gradual, continuo y adaptativo de las poblaciones. Ese cambio de las poblaciones a lo largo de las sucesivas generaciones se llama evolución.

Pero las diferentes especies o grupos de especies presentan notorias semejanzas entre sí. Por más que las aves sean el grupo terrestre más diverso dentro de los vertebrados, nadie confunde un ave con ningún otro animal. Tienen patrones, diseños semejantes. Si ampliamos la mirada, veremos que las aves tienen columna vertebral, dos pares de patas, respiran por pulmones como también los tienen los sapos, los reptiles o los mamíferos. Aves, reptiles, anfibios y mamíferos somos tetrápodos. Y si ampliamos aún más la mirada, pues te demuestro que nos emparentamos con los peces y puedo seguir... Se puede pensar, entonces, que todas las especies actuales y las extintas derivan de un conjunto relativamente pequeño de especies, o de una única especie originaria, modificada o modificadas en infinidad de formas por la selección natural. Esta es la segunda idea tan movilizadora, inquietante de Darwin: todos somos parientes de todos. Y cuando se dice todos somos, es que estamos incluyendo al *Homo sapiens*, nuestra especie.

(Pausa de recapitulación). Hasta aquí, fantástico. Estás escuchando este episodio en Perspectiva Científica. Soy Claudia Tambussi hablando sobre las dos ideas centrales de la teoría de la evolución de la vida enunciada por Darwin en 1859. Hablamos de selección natural y por si aún no lo sabías, te conté que humanos, sapos y bacterias somos parientes. Tenemos un origen común. Si querés bajar los episodios anteriores, podés hacerlo desde la plataforma de Spotify. Comunicarte conmigo vía Instagram o Twitter con mi nombre. También podés escribirme a perspectivacientifica@gmail.com.

En su "Viaje al centro de la Tierra" el profesor Lidenbrock y Axel quedaron fascinados mirando hongos gigantes, árboles diversos, aves, reptiles nadadores marinos, elefantes con pelos y humanos gigantes. Verne en su relato, refleja una idea muy central en la obra darwiniana, la de la diversidad biológica. Una diversidad que es el resultado de transformaciones de miles de millones de años y que fue moldeada por procesos naturales y al azar. Los procesos de selección natural actúan sobre esa diversidad. Si no hubiera diversidad, la selección natural no podría accionar.

El biólogo, ganador del Nobel Jaques Monod en 1971, recrea una metáfora que el propio Darwin utilizaba para explicar todo este merengue entre azar y diversidad. Dice Monod: "supóngase que pedimos a un constructor que construya un edificio usando piedras, colectadas en el lecho de un río, de diversas formas: redondas, planas ovoides, etcétera.

La forma de las piedras no es accidental. Su forma resulta de muchos eventos físicos: la naturaleza de la roca, el tiempo de arrastre, la fuerza de los golpes durante el arrastre, etcétera. Pero el lugar, de acuerdo a su forma, en que se coloca cada una de esas rocas dentro del edificio que se construye, será accidental, es decir, no hay ninguna conexión causal entre la producción y la utilidad de las rocas. De la misma manera, afirmaba Darwin, las variaciones se generan por diversas causas, pero el papel que juega la variación en el diseño adaptativo es accidental, porque no hay relación entre la producción de las variaciones y su papel en la adaptación, la cual es determinada por la selección natural.

Aunque hubo otras teorías que pretendieron explicar el hecho evolutivo antes que Darwin, su mérito fue haber propuesto un mecanismo que diera cuenta de la diversificación de los seres vivos y de su adaptación al ambiente rechazando toda explicación teológica (sobrenatural) y teleológica (con una finalidad). No hay dioses ni propósitos, solo hay cambio producido al azar que es transmitido a la descendencia por reproducción. De eso se trata esta teoría científica.

Las tramas en las travesías de los libros de Verne están basadas en teorías científicas y soluciones también científicas. Incluso hay una hipótesis inicial que se irá demostrando siguiendo el hilo argumental ya sea de manera experimental o teórica. En el centro de la tierra, se encuentran pistas del pasado que permiten reconstruir la historia de la vida.

Darwin tuvo que enfrentarse a sus fuertes ideas fijistas y creacionistas y vencerlas para poder gestar una idea totalmente contraria a sus convicciones. Pero una vez que vio el rostro de la mujer joven ya no pudo ver a la anciana en la misma imagen. Tampoco yo.

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. En el próximo episodio, estaremos viajando en barco y viendo cómo y para qué se registran datos para la ciencia. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces.

EPISODIO 7. El violinista del Beagle y la mujer de las hierbas

1. ARGUMENTO

Las condiciones materiales en las cuales se efectúa el registro de lo observacional, tienen injerencia sustancial en la construcción del conocimiento científico.

2. CONFLICTO

Cuando el investigador realiza un registro de parte de la realidad social o de la naturaleza, está sujeto a intereses propios, ideas y saberes que condicionan su interpretación.

4. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

El registro como fuente de información científica

5. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi. En los encuentros anteriores de este espacio llamado Perspectiva científica, estuvimos reflexionando sobre manipulación genética e ingeniería social, clonación de embriones, la posibilidad de hacer humanos a la carta. También hablamos sobre la teoría de evolución biológica. Hoy vamos a viajar un poco en barco y tratar de imaginarnos cómo y por qué se hacía, y se hace, un registro de datos.

Escuchar este podcast te llevará quince minutos.

Hoy les propongo que se imaginen en una playa, gaviotas revoloteando cerca, los pies en el agua, el ruido a mar de la costa de una gran isla. Hay un barco atracado en un muelle de madera, parece pequeño. Es un bergantín de madera con casco reforzado con láminas de cobre, tiene 27 metros de eslora y ocho metros de ancho, dos palos (como todo bergantín que se aprecie de tal), velas cuadradas y diez cañones. En la proa está escrito lo que parece su nombre, HMS Beagle. Claro, es un navío de la realeza británica, por eso lo de HMS. La capacidad es para 120 hombres, pero solo llevará 75. Hay mucho movimiento en la cubierta, se escuchan las voces que intentan tapar el ruido del oleaje.

Haciendo un cálculo veloz y no muy realista, si el barco tuviera una cubierta rectangular de 27 metros de largo por 8 de ancho, tendría 216 metros cuadrados de superficie. Si todos los tripulantes estuvieran al mismo tiempo en cubierta, tendrían 2.88 metros cuadrados para cada uno. Queda claro que la distancia física (que ya sabemos bien de qué se trata), sería imposible de sostener. Pero eran otras épocas, intento que nos situemos en 1831, hace 190 años.

Les aviso que el barco va a dar la vuelta al mundo, tiene planificado tardar tres años, pero finalmente tardará cinco años en regresar. Claro, va a recorrer muchos países, conocer muchas playas, escuchar muchos diferentes idiomas, ver muchas y variadas costumbres. Fascinante, ¿verdad? ¿se subirían?

Les cuento la historia que se conoce de ese viaje y al final de este episodio volveré a hacerles la misma pregunta.

Cuando el Beagle zarpó, un 27 de diciembre de 1831, llevaba 16 oficiales, nueve suboficiales, ocho infantes, seis sirvientes, tres supernumerarios, tres fueguinos y 30 marineros.

El capitán, llamado Robert Fitz Roy, tenía la instrucción de registrar las mareas, obtener datos meteorológicos, cartografiar la costa atlántica de Brasil, costa de Patagonia, pasar por el canal de Beagle, Valparaíso en Chile, determinar rutas hacia Malvinas y Galápagos, regresar a Inglaterra pasando por Australia y el Cabo de Buena Esperanza en África. Este viaje era parte de los ambiciosos proyectos de exploración que se hicieron durante los siglos 18 y 19 asociados sin dudas a intereses públicos, políticos, comerciales y científicos de las élites europeas. Fueron una manera de apropiación de lo desconocido, de colonización y, por lo tanto, desempeñaron un papel central en las políticas de Estado. Conocer era, y aún lo es, una forma de controlar la naturaleza y la sociedad.

Mientras preparaba los materiales para este episodio, se estaba esperando la llegada a Marte de la nave Perseverance de la NASA. Como estaba diciendo, conocer era y aún lo es, una forma de controlar la naturaleza y la sociedad.

Vamos al siglo 19 otra vez. Mezclados con los fines de expansión colonialista y mercantil, había también una avidez de conocimientos científicos. Las noticias de objetos naturales y culturales de otras tierras, eran tan atractivas como desconcertantes. En este contexto,

no llama la atención que en el Beagle se embarcara también un naturalista con el cometido de registrar, capturar y trasladar especímenes de otras tierras. Era Charles Darwin quien tenía 22 años cuando zarparon. Su función: describir, observar, coleccionar.

Darwin nació en un hogar inglés muy bien acomodado. Tuvo educación religiosa, fue casi cura, casi médico, no le sobraba salud, pero si le sobraban preguntas y dudas. Así se embarcó.

De los casi cinco años que duró la expedición del Beagle, Darwin estuvo tres años y tres meses en tierra y dieciocho meses en el mar. En todo ese tiempo escribió innumerables notas ordenadas cronológicamente e hizo un registro minucioso de sus observaciones: fauna, flora, geología, anécdotas y costumbres de la gente con la cual convivía o se cruzaba quedaron reunidos en su diario de viaje. Su diario de viaje publicado en 1839 con el nombre *Diario de viaje de un naturalista alrededor del mundo*, se convirtió en un libro insigne como ejemplo de registro de información.

Registro de información ¿para qué? ¿para quienes? Cuando se están buscando respuestas a preguntas científicas, es imprescindible acudir a las fuentes que nos garanticen a través de procesos de selección previos, que la información es fiable y de calidad. Los gigantes anteriores a nosotros. Como dice el google académico: a hombros de gigantes. Eso responde al para qué. La respuesta a la otra pregunta, para quienes... me gusta creer que es para todos y todas.

También la ilustración científica fue una herramienta importante para la transmisión de la información y la interpretación de los objetos en ciencias. El ilustrador describe, informa y documenta, aunque no abandona una finalidad estética de su obra. La tripulación del Beagle (y de cualquier expedición que se preciara de tal) también incluía un ilustrador, Augustus Earle (1793-1838) en la primera etapa del viaje, a quien sucedió Conrad Martens (1801-1878) cuando el Beagle atracó en Montevideo, hacia 1835. Por dar un ejemplo, Martens realizó, solo de la zona de Magallanes, 90 trabajos de los que 33 son acuarelas y 57 dibujos a lápiz y tinta, con motivos como los indígenas yámana y aónikenk, paisajes y especímenes de la flora y la fauna.

Darwin tuvo un asistente durante la mayor parte de su viaje, a quien le pagaba 60 libras anuales. Se llamaba Syms Covington, un desgarrado varón de 16 años cuando embarcó, violinista y sordo, que buscaba agua potable cada vez que desembarcaban, cazaba,

recolectaba fósiles y plantas junto a Darwin. Covington llevaba su propio diario, similar al que utilizaba Darwin, un cuaderno de tapas marrones de tela impermeable, de 22 por 15 cm en el que escribió 50 páginas con pluma o más tarde con lápiz en letra apretada. Su registro, en texto y dibujos, también permitió reconstruir muchos de los ambientes sociales, de la vida silvestre y de los paisajes que recorrieron. Con Darwin, presencié la destrucción de Valparaíso por el terremoto de 1835, caminé por Patagonia, se alimenté con huevos de choique y carne de guanaco, estuve en Galápagos, recorrí Tahití y Tasmania. Si se quisiera evaluar el consumo cárnico de los habitantes de las colonias españolas en América, o la producción ganadera, o la inflación entre 1831 y 1836, las notas de Covington son invaluableles: registró los precios de carne y verduras de los mercados en los distintos puertos que tocó el Beagle. Los datos como veníamos viendo, son también los hombros de los gigantes.

Su cuaderno quedó custodiado en la Biblioteca Mitchell en Escocia. Al regresar a Inglaterra -con 21 años- siguió como empleado de Darwin un tiempo, luego migró a Australia y allí murió en 1861.

(Pausa de recapitulación). Hasta aquí, fantástico. Estás escuchando Perspectiva Científica. Te contaba cómo Charles Darwin, su asistente Syms Covington o artistas como Martens, registraron datos meticulosamente durante cinco años mientras navegaban por los mares del hemisferio sur en un barco que, dudo mucho, haya sido cómodo. En texto, en gráfica, en acuarela o en lápiz, el registro fue y sigue siendo invaluable para generar conocimiento. Sigamos ahora, pero cambiemos de barco.

Es el Etoile, un buque de carga de la armada francesa, con 330 hombres entre ellos varios científicos como el botánico Philibert Commerson. El Etoile tenía la finalidad de circunnavegar el mundo, también tocará costas de América del sur, irá a Brasil, a Montevideo, Buenos Aires, recorrerá Patagonia, Malvinas y seguirá por el Pacífico. Tardará dos años en volver a Francia. Vuelvo a preguntar: ¿subirían?

Quien no dudó en subir fue Jeanne Barret quien logró engañar durante 18 meses a la tripulación vestida como hombre, con el rol de ayudante de Commerson, de quien era amante. Barret recolectaba, coleccionaba, catalogaba plantas. En Brasil descubrió la buganvilla o Santa Rita, una planta originaria de América que llegó a Europa para vestir de colores los balcones andaluces.

La historiografía cuenta que Barret fue adoptando su apariencia de hombre de a poco, recorriendo las calles de París con ropa muy holgada y observando las reacciones de los transeúntes. Tenía amplios conocimientos en botánica, incluyendo plantas medicinales. Por ello la conocían como la mujer de las hierbas. Las restricciones a las mujeres para formar parte de tripulaciones navieras no le aplacaron sus ansias de conocer otras tierras.

Su verdadera identidad fue descubierta en Haití. Ella y Commerson tuvieron que abandonar el Etoile y quedaron en la isla Mauricio, en el océano Índico, un año antes de terminar su viaje. Murió en Francia en 1807 a los 67 años. Aunque tardíamente, el estado francés le concedió el título honorario de botánica.

El registro, la toma de datos, las descripciones son acciones necesarias en la construcción del conocimiento. En pleno siglo 21, estas acciones se hacen de otra manera, con otros instrumentos, con otras estrategias. Una de las diferencias más notables quizás sea que ya no las hacen hombres solitarios -o mujeres disfrazadas de hombres-. En la ciencia contemporánea se arman equipos con diferentes profesiones y saberes para recolectar datos.

Supongamos que viajamos al siglo 18, el Beagle y el Etoile están por zarpar, vuestra curiosidad es enorme y las ganas de conocer son imparables. Supongamos que están en los zapatos de Darwin o en las botas de Jeanne: ¿subirías? ¿por qué?

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. En el próximo episodio estaremos viendo cómo la selección de palomas tuvo que ver con la teoría de la evolución. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces.

EPISODIO 8. Darwin el palomero

1. ARGUMENTO

La cría de palomas tendrá un papel importante en la idea de selección natural y la teoría de la evolución. El intercambio de observaciones e información permite consolidar nuevas ideas en ciencia.

2. CONFLICTO

La confrontación de puntos de vista totalmente opuestos, el del creacionismo e inmutabilidad de las especies versus la evolución y origen común de todas ellas. Los puntos de vista que esgrimen Darwin y Gray por un lado se enfrentan a las clásicas y arraigadas ideas de Agassiz.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

Selección artificial y evolución.

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi. En los encuentros anteriores de este espacio llamado Perspectiva científica, estuvimos reflexionando sobre manipulación genética e ingeniería social, clonación de embriones, la posibilidad de hacer humanos a la carta y también hablamos sobre la teoría de evolución biológica. Y para que se enunciara esta teoría, mucho tuvieron que ver las palomas. Hoy hablaremos de ello.

Escuchar este podcast te llevará unos quince minutos.

No es fácil concebir una idea nueva en contra de todo lo sabido y aprendido. Esa maravillosa cualidad que a veces sucede: pensar por fuera de los cánones esperados. Pero habitualmente - ¿será que siempre hay peros? -, pensar por fuera de la caja puede traer conflictos de índole muy variada. Muchas veces se ponen en contrapunto ideales, convicciones, creencias, religión o política y así, imposible navegar por aguas calmas.

Charles Darwin tuvo sus tormentas en este sentido. En particular se cuenta que la muerte de una de sus hijas cuando tenía diez años, lo enfrentó a un conflicto de magnitudes gigantes. En la película inglesa Creation o por aquí llamada, La duda de Darwin, estrenada durante el 2009, se retrata esta tremenda lucha interior entre su vocación científica y el enfrentamiento con su esposa que entendía que negar la creación del Universo y de los seres vivos por parte de un Dios, era demasiado perturbador.

Otro que navegó por aguas turbulentas por la misma época fue Asa Gray, pero esta vez en un enfrentamiento con sus colegas. Gray era médico, aunque ejerció muy poco y se transformó en profesor de ciencias en Harvard y uno de los más avezados botánicos de Estados Unidos y de Europa. Estudiando la distribución de las plantas notó la marcada

similitud entre las plantas asiáticas y las norteamericanas. Para Gray el origen de este fenómeno podía tener dos explicaciones: que se habían originado por intervención divina en los lugares donde estaban -y, por lo tanto, una explicación que quedaba por fuera del ámbito de la ciencia-, o por causas naturales. Con respecto a esta posibilidad, el único intento de explicación de tipo científico plausible es el de Darwin y Wallace.

En el ángulo opuesto y luchando a brazo partido, estaba Louis Agassiz quien, con mucho prestigio y una posición mucho más conservadora para entonces (primera mitad del siglo 19), insistía que las especies de plantas habían sido creadas originalmente en el mismo lugar que ocupaban cuando las encontró Gray. El debate entre Gray y Agassiz siguió dentro y fuera de la Academia. Se enemistaron en el papel y en cada conferencia en las que estaban presentes. No es mi intención spoiler pero la historia lo dice: ganó Gray pero no sin magullones.

Gray había entablado una fuerte empatía con Darwin a partir de que compartían la idea de la inmutabilidad de las especies. En 1857, dos años antes de que se publicara Sobre el origen, Darwin le confiesa a Gray que había llegado a la conclusión poco heterodoxa, que las especies no son creadas de manera independiente, sino que son variedades surgidas a partir de una especie ancestral. En esa misma carta, le dice algo así: es maravilloso lo que puede hacer el principio de la selección por el hombre, es decir, escoger individuos con una cualidad deseada, y criar a partir de ellos, y de nuevo volver a escoger. Las variaciones que se dan en los cereales, las frutas y las hortalizas cultivadas son incluso más notables que las de los animales, si se comparan con las correspondientes especies silvestres.

Darwin aludía así a la selección artificial, sostén en parte de su teoría de evolución. La selección durante la cría de animales o del cultivo de plantas es una práctica milenaria muy común. En esta práctica, quien cría animales tales como perros, gatos, vacas, cabras, caballos, palomas, selecciona entre los progenitores a los individuos cuyas características se ajustan a lo que busca, y aparta a los otros posibles progenitores. Claramente, el criador o el cultivador no tiene dudas de que no hay dos palomas o dos vacas o dos perros iguales.

¿cómo se podría explicar esto?

Como la variabilidad era un elemento clave para Darwin, buscó una manera de mostrar que las variaciones son tan abundantes en la naturaleza que la selección podía actuar. Y

se puso a criar palomas y hacer experimentos con ellas. Las palomas tienen un ciclo de vida relativamente corto, cada 8 días después del apareamiento ponen uno o dos huevos y a los 18 días nace el pichón. Esto quiere decir que, en lapsos cortos, habrá muchas generaciones de palomas para observar.

Las variaciones del pico, las plumas, los colores, el tamaño y hasta el comportamiento en las palomas tanto las de cría como las silvestres, eran muy evidentes. De tanto experimentar y conversar con criadores, Darwin llegó a dos conclusiones muy importantes: la primera es que todas las palomas domésticas descienden de una especie silvestre llamada *Columba livia* y la segunda, que sea cual fuere el mecanismo de la transmisión hereditaria y la causa por la cual surgen las variaciones, una parte de esta variación se transmite a la descendencia.

El capítulo primero de su libro *Sobre el origen* está dedicado a ello. Aunque no lo dice explícitamente, deja ver que las variaciones no surgen con un propósito determinado y que no siempre los criadores obtienen los resultados que buscaban. Así entran en escena otras dos componentes importantísimas de la evolución de los organismos: el azar y la selección.

El mismo mecanismo que actúa en la domesticación, habría ocasionado la variedad morfológica en los pinzones de las Galápagos y habría ocasionado la separación de leones y tigres de su especie ancestral.

Aquello que los criadores y cultivadores hacen, ¿por qué no hacerlo en los humanos? En otros episodios de *Perspectiva científica* hemos hablado sobre la posibilidad de seleccionar el perfil de las personas. Hablamos de eugenesia. Hablamos de ingeniería social. Si te interesa escucharlos, los episodios están alojados en la plataforma de Spotify.

La ingeniería social es justamente social, porque afecta a todos los habitantes de la sociedad. Cuando de individuos se trata, también hay forma de modificarlos intencionalmente usando tijeras moleculares. ¿Se entiende? La modificación de un solo individuo, no produce necesariamente efectos a nivel de la sociedad en su conjunto.

Hace poco más de cuatro años, el biofísico Josiah Zayner se inoculó a sí mismo un preparado que, según decía, le iba a permitir desarrollar mejores músculos. Lo hizo en público y dejó a la audiencia estupefacta. Su intención de fondo era la de fomentar el

derecho de hacer con el propio cuerpo lo que se quiera y por otro lado, de hacer los conocimientos científicos más accesibles. Zayner es un biohacker y se hizo tan famoso, que es el inspirador de la miniserie de Netflix, selección antinatural. Actualmente, es el CIO de la empresa The Odin que te envía por 160 dólares un kit para que puedas hacer tu propio biohackeo. Lamento advertirles que las consecuencias de las tijeras moleculares están lejos de ser entendidas. Como con tantas cosas innovadoras, la historia se sabe cómo empieza, pero no cómo termina. Habrá que esperar.

Tampoco se sabe cómo terminará algo que ya se está practicando. Se está experimentando con mosquitos, tratando de introducir defectos genéticos, como por ejemplo esterilidad en las hembras, para que se vaya reduciendo la población a medida que se van reproduciendo.

Esto nos convierte en algo así como el Thanos de Marvel comics. ¿Tenemos el derecho? A esta altura del siglo 21, la disputa es muchísimo más grande que las discusiones entre Darwin, Gray y Agassiz. Los responsables de que esto se lleve adelante tienen obligación de preguntarnos. Tenemos derecho a que nos pregunten. Y cuando nos pregunten, ¿qué vamos a opinar?

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. Para quienes quieran contactarse, recibir ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces les dejo mi saludo.

EPISODIO 9. Darwin, Malthus y Kropotkin: Competencia versus solidaridad

1. ARGUMENTO

Para algunos historiadores y filósofos de la ciencia, las posturas de Darwin y Kropotkin son excluyentes. Para otros son complementarias. El proceso de generar una teoría científica está atravesado por las condiciones ideológicas y ambientales donde se enuncia.

2. CONFLICTO

¿Es la competencia o la solidaridad el factor más relevante en la evolución de las especies?

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

Selección natural. La lucha por la existencia. Alcances, locales o regionales, de una teoría científica.

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi en otro encuentro de Perspectiva científica. Este espacio es una invitación a conversaciones, conversaciones con amigos, en familia o en soledad. Pretendo con esto que pensemos y si lo logro, sería genial saberlo. Los episodios anteriores están alojados en la plataforma de Spotify. Nuestras vías de comunicación, con mi nombre en Instagram o twitter. Por correo a perspectivacientifica@gmail.com.

En episodios anteriores hablamos de manipulación genética y sus potenciales consecuencias en las sociedades humanas. También hicimos un corto recorrido por algunos aspectos de la teoría de la evolución por selección natural y Darwin. Sus principales ejes: la diversidad entre individuos de la misma especie y la mayor capacidad de algunos respecto de otros, para dejar descendencia.

Esta última idea fue interpretada por algunos como lucha por la supervivencia. La supervivencia de los más aptos, la supervivencia de los más fuertes. Como todo, depende con qué regla midamos y con qué lo comparemos, para que algo nos parezca de una manera o de otra totalmente opuesta. ¿Competencia o colaboración? ¿ayuda o lucha? De eso vamos a hablar hoy.

Escuchar este podcast les llevará unos quince minutos.

Empecemos.

En este rincón, la lucha mutua en manos del naturalista inglés, Charles Darwin, autor del libro *Sobre el origen de las especies* publicado en 1859. Darwin propuso un mecanismo, el de la selección natural, como responsable de que se preserven ciertas variaciones que son beneficiosas para que el organismo sobreviva y desaparezcan otras. La frase “la lucha por la supervivencia del más apto” se ha convertido en el slogan del darwinismo.

En el otro rincón del cuadrilátero, la ayuda mutua, en manos de príncipe ruso Piotr Kropotkin, autor del libro *Apoyo Mutuo* publicado en 1902. En 1870, Piotr Kropotkin (1842-

1921), que era secretario de la sección de Geografía Física de la Sociedad Imperial Rusa, fue enviado a Siberia. La influencia que tuvo tras esta experiencia lo indujo a dudar de la universalidad de las leyes, entre ellas la propia teoría darwiniana. Para él, la lucha por la supervivencia se traducían en una competencia entre organismos si los recursos eran limitados, pero en los casos de ambientes rigurosos, los organismos tendían a la cooperación. Esa es la idea central que expone en su libro: que la evolución está teñida de lucha y cooperación por la supervivencia.

Como árbitro, el clérigo anglicano y economista británico Thomas Malthus. Malthus tenía mucha influencia en la Inglaterra victoriana por sus ideas sobre la cantidad de recursos disponibles y el crecimiento demográfico de la población. Mientras que la producción de alimentos es aritmética, el de la población es exponencial. Partiendo de esta base, se deduce que no habrá forma de alimentar en el futuro, a una población en expansión. Esta afirmación fue clave para Darwin y su enunciado de la selección natural.

El genetista español Enrique Cerdá Olmedo comenta que en la sexta edición de *Sobre el origen*, aparece 91 veces la palabra lucha, 81 veces competición, 23 veces matar y 16 veces atacar. No encontró las palabras cooperación, colaboración y otras palabras relacionadas con este concepto. Al parecer de Cerdá Olmedo, esta construcción responde al ambiente de la época, marcado por el colonialismo, los conflictos sociales que caracterizaron la Europa de la mitad del siglo 19. El principal defensor de Darwin, Thomas Huxley, propuso también una visión casi bélica de la selección natural y la lucha por la existencia quedó instalada.

No estoy siendo justa al elegir como árbitro a otro inglés, de la misma época que Darwin, impregnado con la misma convicción de competencia del momento. Así que dejemos esto de las peleas y bajemos del cuadrilátero.

Kropotkin sostenía que hay dos formas de lucha por la existencia. Una es la del organismo contra organismo por los recursos limitados. En este caso se busca un beneficio individual. La otra forma es todo lo contrario, implica cooperación o ayuda mutua, es un proceso de socialización. La idea es que, si sumamos fuerzas, podemos afrontar mejor las desventajas del medio. Y fue más allá. Para el príncipe ruso, el estilo cooperativo caracteriza a grupos exitosos como las hormigas entre los insectos o los mamíferos entre los vertebrados.

La interpretación de Kropotkin fue revitalizada con la teoría de simbiosis propuesta por Lynn Margulis. Margulis, una super reconocida bióloga norteamericana (como dato de color, era esposa de Carl Sagan, el autor de Cosmos) propuso que las células eucariotas, que son las células con núcleo, tuvieron un origen a partir de la incorporación de diversas células procariotas que son las células sin núcleo. La simbiosis es una forma de cooperación.

Stephen Gould, el paleontólogo, biólogo evolutivo e historiador de la ciencia norteamericano, y a mi juicio, el divulgador de la ciencia más admirable del siglo 20, decía que Darwin acordaba con Kropotkin en que ambas formas de lucha existían, Sin embargo, decía Gould, la admiración que Darwin tenía por Malthus le llevaron a destacar el aspecto más competitivo que el colaborativo.

Así las cosas, queda claro que los productores de conocimientos no son impermeables a las ideologías políticas o de quienes ahora llamamos “influencers”. Y también sucede que ciertos conocimientos tildados de científicos se aplican en situaciones para las cuales no fueron definidos. Por ejemplo, seguidores menos meticulosos sobre el proceso de selección natural, exaltaron el rol de la lucha por la supervivencia en sociedades humanas. Así surgió el llamado y tan discutido darwinismo social.

Los titulares de las noticias desde que empezó la pandemia por el coronavirus, interpelan directamente a nuestra especie y su capacidad de sobrevivir. Algunos hablan de catástrofe Malthusiana, una forma de ponerle nombre a una situación en la cual nos enfrenamos a situaciones críticas que pueden hacer inviable o difícil nuestra persistencia. Hay quienes afirman que las guerras, las hambrunas y las epidemias, son mecanismos regulatorios de ese crecimiento exponencial del número de personas.

También hay otra vertiente de pensamiento, que afirma que no se trata de falta de recursos para sostener una población de 7000 millones, sino de la distribución desigual y desproporcionadamente injusta de esos recursos. Prefiero esta segunda vertiente.

Les espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces les dejo mi saludo.

EPISODIO 10. ¿Querrías saber tu perfil genético?

1. ARGUMENTO

La disponibilidad sobre de la información genética puede ser el sustrato de acciones discriminatorias. En Argentina y en el mundo, los intereses alrededor de aseguradoras y empleadores están reavivando las discusiones. ¿es legítimo solicitar información genética?

2. CONFLICTO

La falta de control y de garantías a la hora de difundir la información derivada de los análisis genéticos puede constituir un grave peligro debido a la posibilidad de favorecer prácticas discriminatorias, sobre todo, en determinados sectores productivos o económicos, tales como el de la contratación de seguros.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

El puntaje poligénico. Maneras de medir el componente genético.

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi en este espacio llamado Perspectiva científica. En episodios anteriores estuvimos reflexionando sobre manipulación genética e ingeniería social, clonación de embriones, la posibilidad de hacer humanos a la carta y también hablamos sobre la teoría de evolución biológica. Si les interesa, están disponibles en la plataforma de Spotify. Si tienen comentarios o requieren más información, las vías de contacto son en Instagram o Twitter con mi nombre. También pueden escribirme a perspectivacientifica@gmail.com.

Dicho esto, les adelanto que escuchar este podcast les llevará unos quince minutos.

Sin dudas, la genética está avanzando a pasos agigantados y cada vez más se acerca a tener información más ajustada sobre las funciones de genes o conjuntos de genes. Con esa información se puede construir un perfil genético de cada habitante del planeta. Ahora bien, contar con esa data, ¿significará una ventaja o un riesgo? Hoy hablaremos de ello.

Todos los humanos tenemos secuencias de ADN casi idénticas dentro del código genético que contiene aproximadamente 6 mil millones de letras. Esas letras son A, T, C y G y se refieren a algunos de los componentes del ADN: adenina, timina, citosina y guanina.

Existen pequeñas diferencias que ocurren en lugares específicos dentro del ADN y que nos hacen particulares. Las diferencias se llaman variantes genómicas. Una variante genómica ocurre en un lugar dentro del ADN donde ese código difiere entre las personas. Pueden ser exclusivas de una persona u ocurrir también en otras.

En el ámbito de la salud, contar con la información genética relacionada con enfermedades es muy alentador: permite prevenir y decidir con menos incertidumbre cuál será el tratamiento más adecuado.

Ya se sabe que algunas variantes aumentan y otras disminuyen el riesgo de desarrollar enfermedades; también hay variantes que no tienen ningún efecto. Se sabe que hay enfermedades cuyas causas pueden rastrearse a la acción de un solo gen. Hay muchas otras que son complejas, que están relacionadas con varias variantes genómicas ubicadas en distintos cromosomas y que, además, su manifestación está influenciada por el ambiente. Cuando digo ambiente eso incluye las condiciones de vida del individuo, su dieta, horas de sueño, estrés, consumo de medicamentos o tabaquismo. ¡Y aquí está la madre del borrego! Podemos compartir las mismas variantes poligénicas, pero no necesariamente se manifestarán de igual manera sobre todo si tenemos diferentes costumbres.

Hay una enorme cantidad de datos genómicos disponibles almacenados en computadoras de todo el mundo. Los científicos pueden calcular qué variantes se suelen encontrar con mayor frecuencia en grupos de personas con una enfermedad determinada. A nivel individual, si se conoce la cantidad de variantes se puede estimar el riesgo de desarrollar una enfermedad. Esto produce puntuaciones de riesgo poligénico. Pero ojo, esa puntuación es una medida de probabilidad y no de certeza o causalidad de que una enfermedad se manifieste.

¿Qué tienen que decir los genes acerca de los comportamientos, la personalidad, las habilidades, las capacidades e incluso los trastornos? Sin duda podrán decir mucho pero no todavía, aunque la cantidad de estudios que relacionan genes con esos atributos son

cada vez más abundantes. Y claro, no hay que olvidar que las costumbres ambientales influyen así que la genética sola no alcanza.

El físico y divulgador de la ciencia Andrés Rieznik habla mucho de este tema en su libro "Tabu, mejor hablar de ciertas cosas". Está disponible libremente en el sitio del Gato y la Caja. Lo recomiendo enfáticamente.

Leo una parte: "en diferentes poblaciones, provenientes de ancestros distintos, o de edades diferentes, o nivel social diferente, o de géneros diferentes, los genes y alelos que influyen sobre un rasgo cambian. Esto, de hecho, es un área de investigación muy en boga: la transportabilidad de los puntajes poligénicos entre poblaciones".

Advierto que hay muchos sitios en la web que ofrecen secuenciar el genoma. Por ejemplo, uno de ellos te ofrece un kit para que tomes una muestra, la registres en su sitio web y en 8 a 10 semanas, te dan información acerca de ascendencia, patrones de sueño, rendimiento deportivo, rasgos de personalidad, apariencia física, restricciones dietéticas. Todo eso por 299 o 999 dólares americanos según cuanta información estés dispuesto a pagar.

mmmmmmmmmm ¿Ven mi cara de duda?

Ahora bien, los análisis genéticos también pueden ser un instrumento clave en otros ámbitos. La falta de control y de garantías a la hora de difundir la información genética puede favorecer prácticas discriminatorias. Las aseguradoras, los empleadores podrían utilizar información para seleccionar la conveniencia de brindar determinado seguro de vida o seguro médico, de otorgar un empleo o de entrenar a determinado atleta que no cumpla con el perfil genético deseado.

En casi todos los lugares del mundo está prohibida la discriminación de una persona a causa de su patrimonio genético. Para dejarnos tranquilos, al menos por ahora, en la Argentina está prohibido que las aseguradoras soliciten tests genéticos previos a las coberturas de servicios o seguros de salud. Está también prohibido requerir, recopilar, canjear o comprar información genética y entregar a otras compañías de seguros, obras sociales, empresas de medicina prepaga o aseguradoras de riesgos de trabajo, ni a

persona o empresa que recopile, compile, publique o difunda información sobre seguros, ni a un empleador respecto de sus empleados.

Y ya vamos cerrando. Hora de preguntarte: ¿querrían conocer su perfil genético? ¿darían su consentimiento para que su perfil genético estuviera disponible?

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces les dejo mi saludo.

EPISODIO 11. Evolución y el maestro encarcelado

1. ARGUMENTO

El poder del rechazo por enseñar evolución todavía lo sienten los educadores de las escuelas públicas. Un rechazo que fue impulsado por las principales iglesias católicas, protestantes, mormones y testigos de Jehová en casi todo el mundo occidental. Los contenidos acerca de la teoría ya están incorporados en las curricula de la Argentina, pero muchos docentes no están capacitados para desarrollar la temática. Evolución es un tema que se aborda desde ángulos diversos en la comunicación y la mayor parte de la sociedad no cuenta con herramientas para analizarlo.

2. CONFLICTO

El deber de enseñar y el derecho a saber evolución.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

Teoría de la evolución.

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi. En los encuentros anteriores de este espacio llamado Perspectiva científica, estuvimos reflexionando sobre manipulación genética e ingeniería social, clonación de embriones, la posibilidad de hacer humanos a la carta y también hablamos sobre la teoría de evolución biológica. Hablar de

evolución, tratar de explicarla en términos no sobrenaturales no ha sido fácil. Mucho menos que entrara en las aulas como contenido para ser aprendido. Pero un maestro se animó en Estados Unidos y les cuento lo que pasó.

Antes les recuerdo que todos los episodios anteriores pueden escucharlos en la plataforma de Spotify. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, estas son las vías de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o buscame con mi nombre en Instagram y Twitter.

Escuchar este podcast te llevará unos quince minutos.

“El mundo se ríe de nosotros” comentó preocupado uno de los cinco hombres que irrumpieron en el aula. “Que se ríen, estamos peleando la batalla del Señor”; –respondió el párroco–. Y siguió diciendo “el cielo nos eligió para iluminar el camino”. El alcalde, el alguacil, el fiscal, el párroco y el banquero participaban en el evento: el encarcelamiento del maestro de ciencias Jhon Scopes. El Juicio a Scopes duró ocho días tras lo cual tuvo que pagar una multa, pero salió de la cárcel bastante bien parado gracias al desempeño de su defensor.

La situación es real. Es uno de los casos jurídicos más memorables en la historia de los Estados Unidos. Ocurrió en 1925 en pequeña ciudad de Hillsboro, en el condado de Tennesse en Estados Unidos donde estaba prohibida por ley la enseñanza de la teoría de la evolución en las escuelas públicas.

Esa ley fue derogada en 1967. Pero a casi un siglo del juicio a Scopes, la lucha para enseñar la evolución en las escuelas públicas está lejos de terminar.

La publicación de la teoría de la evolución en 1859 causó un cimbronazo tan profundo en el pensamiento contemporáneo que resquebrajó la capacidad de incorporar nuevos significados y nunca dejó de ser un núcleo conflictivo de ideas y saberes.

Sin dudas, debe haber habido muchos aspectos por los cuales las discusiones alrededor del tema evolución sí o no, hayan sido acaloradas. Yo señalaría dos conflictos principales.

El primero: aceptar el hecho de que los organismos cambian con el tiempo, derivando unos de otros y transformándose por mecanismos entre los cuales está la selección natural. Esta controversia está bastante zanjada actualmente.

El segundo: la finalidad ausente. ¿qué quiero decir con esto? Que la evolución no tiene sentido teleológico y la evolución humana está incluida aquí. Leo lo que escribió al respecto el biólogo y comunicador de la ciencia Eduardo Wolovelsky: “el hombre como cualquier otra forma viva es un emergente de una historia evolutiva accidental y por lo tanto su existencia no viene dada por ningún fin ni inmanente ni trascendente”.

He aquí la controversia más irresuelta porque atenta contra la perspectiva finalista de la vida humana sostenida fundamentalmente por la fe religiosa. Dentro de la narrativa religiosa cristiana, se intenta mostrar una posible solución proponiendo aceptar el cambio evolutivo como un hecho característico del mundo natural, pero excluyendo al hombre. En este caso, el darwinismo se convierte ni más ni menos que una teoría metacientífica.

Para la ciencia, no hay negación posible del propio hecho evolutivo. Darwin nos colocó como una especie más, tan única como cualquier otra. No hay especie elegida, simplemente somos una más.

¿Qué hacer con esta contradicción? Sostener el derecho al conocimiento, a la libertad de culto, a la libertad de pensamiento solo puede definirse en el terreno de la lucha política.

Algunos han aprendido a convivir con contradicciones. Pero una resolución totalmente individual o de algunos pocos, no necesariamente funciona para el resto de la sociedad. Cualquier persona tiene derecho a saber cómo explica la ciencia la evolución humana pero también tiene derecho en nombre de su fe religiosa de no aceptarla como explicación realista del mundo natural.

En el mismo sentido, profesores y maestros, profesoras y maestras tienen que impartir esos conocimientos, independientemente de cuáles sean sus creencias en el plano personal.

En la Argentina, la enseñanza de la evolución no escapó del contexto político, social y cultural del país. Durante la dictadura cívico militar -entre 1976 y 1983- estaba prácticamente vedada, los libros y los diseños curriculares no contemplaban el desarrollo de temáticas relacionadas con la evolución de la vida. Con la democracia se sucedieron diversas reformas educativas. Desde el 2005, se elaboraron nuevos programas y hubo algunas iniciativas para la capacitación docente. Hubo presiones de sectores religiosos

sobre el gobierno del presidente Carlos Menem que consiguieron que no se nombrase a Darwin y a Lamarck en los programas. Fuerte, ¿no es cierto?

En el fondo y en la superficie, siempre hubo una batalla ideológica sobre el creacionismo y evolución. Y cuando digo siempre, es siempre. Las fuertes convicciones religiosas imperantes han sosegado cualquier explicación alternativa al origen de la vida en todos los tiempos. Cuando Darwin esgrimió su explicación de cómo los organismos éramos todos parientes, las explicaciones teológicas fueron perdiendo fuerza, pero no fueron desterradas. La iglesia encontró una manera de impedir que se afanzara esa explicación alternativa, pero no dando argumentos que la cuestionaran, sino prohibiéndola.

Stephen Jay Gould en su libro *La vida maravillosa* de 1999 escribe: “Somos la progenie de la historia, y debemos establecer nuestros propios caminos en el más diverso e interesante de los universos concebibles: un universo indiferente a nuestro sufrimiento y que, por lo tanto, nos ofrece la máxima libertad para prosperar, o para fracasar, de la manera que nosotros mismos elijamos.”

Si les preguntaran si alguien ganó o perdió en esta contienda, ¿qué dirían?

Les espero en quince días, en el próximo episodio de *Perspectiva científica*. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Hasta entonces les dejo mi saludo.

EPISODIO 12. ¿Por qué creerle a la ciencia?

1. ARGUMENTO

Las respuestas a muchos de los grandes problemas en el mundo dependen de la información científica. Los científicos responden a las preguntas que hacemos sobre esos grandes tópicos. ¿Por qué creemos en la ciencia? ¿por qué debemos confiar en los científicos?

2. CONFLICTO

El enfrentamiento entre enunciados científicos y metacientíficos. Cómo posicionarnos ante estas preguntas: ¿Cómo tomar por cierto algo que no puedo comprobar?, ¿se puede investigar en nombre de la ciencia cualquiera sea el costo y sus consecuencias?

Se están diluyendo progresivamente los límites entre la ciencia, la tecnología, la política y el conocimiento popular por lo cual los problemas están signados por percepciones plurales y en consecuencia las respuestas deberán surgir de ese ambiente más plural con la consecuente complejidad.

3. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA

Ciencia, conocimiento científico

4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO y DESENLACE

Hola, espero que estén bien. Les habla Claudia Tambussi. En los encuentros anteriores de este espacio llamado Perspectiva científica, estuvimos reflexionando sobre manipulación genética e ingeniería social, clonación de embriones, la posibilidad de hacer humanos a la carta y también hablamos sobre la teoría de evolución biológica y nuestro derecho a conocerla. En el episodio de hoy me meteré en camisa de once varas tratando de responder dos preguntas: ¿Por qué creemos en la ciencia? ¿por qué debemos confiar en los científicos?

Antes les recuerdo que todos los episodios anteriores pueden escucharlos en la plataforma de Spotify. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, estas son las vías de encuentro: perspectivacientifica@gmail.com o rastreamelo con mi nombre en Instagram y Twitter.

Escuchar este podcast les llevará unos quince minutos. Empecemos recreando una conversación.

- Me parece que la Solaristica es un callejón sin salida- dijo el científico.

- Me interesa la verdad- contestó Kelvin. Y continuó diciendo - Usted quiere que yo me convierta en un partidario incondicional. No puedo dejarme llevar por los impulsos del corazón. No soy un poeta tengo un objetivo concreto. O cesar las investigaciones y sacar

la estación de su órbita legitimando así la crisis del proyecto de Solarística o tomar medidas extremas, influyendo sobre el Océano con radiaciones de alto poder penetrante.

- ¡Eso sí que no! - Gritó el científico.

- ¿Por qué no?, ¿no propuso usted continuar con las investigaciones a cualquier precio? - Replicó Kelvin.

- ¿Quiere usted destruir lo que por ahora no podemos comprender?

- Perdone, no soy partidario de obtener conocimientos a toda costa. El conocimiento solo es válido si se sustenta en la moral- insistió Kelvin.

- Del hombre depende que la ciencia sea moral o inmoral. Acuérdesese de Hiroshima- aclaró el científico.

- Pues no la haga inmoral- gritó Kelvin.

- Usted mismo no está seguro de que lo visto allí no fue una alucinación- le recordó el científico.

- Muchas gracias. Puede considerar nuestra conversación terminada-. Cerró la charla Kelvin.

Les acabo de leer un diálogo entre el psicólogo Kris Kelvin y uno de los primeros científicos que estuvo en el planeta Solaris y que había visto a un "invitado". Los invitados comenzaron a aparecer luego de que los tres científicos que estaban allí, llevaron a cabo experimentos nucleares ilegales en un intento desesperado por comprender la naturaleza del planeta. Kelvin viajó a la estación espacial Solaris para evaluar la situación y decidir si continuar con el proyecto. Pero el tema fue que se enfrentó a los mismos misteriosos visitantes que los demás.

Solaris es una película de ciencia ficción soviética de 1972 co-escrita y dirigida por Andréi Tarkovski, uno de los directores cinematográficos soviéticos más famosos. Está basada en el libro del mismo nombre del escritor polaco Stanisław Lem.

Hay muchas cosas que decir de Solaris, película de culto que los amantes del cine sabrán analizar mejor que yo. Desde Perspectiva científica me interesa más pensar en algunas cuestiones sobre el conocimiento científico y que se entreen en este diálogo.

Construir conocimiento a toda costa. Juntar evidencias. A quien darle la potestad de decidir. Creer o no en lo que se ve o no se ve. Vislumbrar cuáles pudieran ser los intereses económicos puestos en el desarrollo de determinado conocimiento. Creerle o no a la ciencia. Hablemos de algunas de estas cosas.

A los científicos no nos gusta utilizar la palabra creer, porque creer es un acto de fe y fe está asociado a la seguridad de que existe algo o alguien sin tener evidencias. Dicen que el matemático del siglo 17 Blaise Pascal razonaba así: si Dios no existe, pero decido creer en él, no pierdo mucho. Pero si Dios existe y decido no creer en él, estaré metido en un gran problema. Así que Pascal optó por creer en Dios.

Pascal aplicó un razonamiento lógico para resolver un problema que cabalga entre dos escenarios totalmente distantes, el de la fe y el de la ciencia. Pero al elegir, se alejó del racionalismo y de la ciencia.

Para la mayoría de la gente, muchas de las afirmaciones científicas se aceptan porque se cree en ellas. Entonces se convierten en un caso de fe. Claro, es que no podemos probar la mayoría de las afirmaciones científicas por nuestra cuenta o en el fondo de casa con una licuadora y una lupa de bolsillo. Y esto también le pasa a un científico para aceptar afirmaciones científicas de otra disciplina que no es la suya. Por ejemplo, la mayoría de los biólogos no sabemos de astronomía y los astrónomos quizás sepan muy poco de la teoría de la evolución. Sin embargo, es habitual que un científico acepte la afirmación de otros científicos. ¿por qué? ¿deberíamos hacerlo?

En la escuela nos enseñaron que los científicos aplican un método, el método científico, por el cuál consiguen afirmaciones que son verdad. Es un método de deducción hipotética que tiene ciertos pasos: se enuncia una hipótesis, se deducen sus posibles consecuencias y luego se evalúa si esas consecuencias son verdaderas. Para que sean verdaderas tienen que ocurrir en el mundo natural. En algunos casos, una hipótesis que se considera verdadera se convierte en ley natural y si es una ley, tiene que cumplirse en cualquier circunstancia o lugar. Pero no siempre funciona esto tan bien. Más bien pocas.

Hay otra forma de construir conocimiento que es a través de un razonamiento inductivo. ¿Cómo se explica esto? Muchos científicos no necesariamente comienzan con hipótesis, sino con observaciones de las cosas y de los procesos que ocurren en la naturaleza. El más famoso ejemplo de esto nos lo da nuestro tan mencionado Charles Darwin que se

subió a un barco, el Beagle, sin ninguna idea previa de cómo derivaban unas especies en otras. Bueno, sí tenía, pero no tenían nada que ver con las que supo concebir luego. Darwin empezó por coleccionar y analizar tantos datos que muchos años más tarde pudo enunciar su teoría de la evolución por medio de la selección natural.

A veces, ni inducción ni deducción, los científicos también hacen modelos y simulaciones tanto físicos como virtuales, para estudiar las consecuencias de un proceso.

Con todos estos diferentes métodos, los científicos construyen conocimiento. O si lo expreso al revés: en ciencia todos los métodos valen.

Abro paréntesis. Esto no quiere decir que vale investigar sobre cualquier cosa si ocasiono daños irreparables y éticamente irrespetuosos o moralmente reprochables como, por ejemplo, extirpando un pedazo de cerebro o encerrando un gato en una botella o modificando embriones humanos. Cierro paréntesis.

Si los científicos utilizan métodos diversos, entonces ¿cómo saber qué es correcto o qué no lo es? Y más ¿quién decide?

La respuesta es que los mismos científicos lo deciden juntando evidencias de muchas maneras diferentes. Esas evidencias hay que someterlas al escrutinio de otros científicos. Es lo que se conoce como revisión por pares, se evalúa en el colectivo científico. Dicho sea de paso, aunque no lo dije yo, sino que lo dijeron antes, lo hacen desde una posición de desconfianza, una desconfianza que recae sobre quienes son autores del conocimiento nuevo que se da a conocer. A los científicos nos cuesta afirmar rotundamente: “esto es verdad”, porque sabemos que puede haber un resquicio en el que alguien pueda contradecirnos.

Entonces, así las cosas, conocimiento científico es el conocimiento sostenido por el consenso de los científicos expertos. A través de ese escrutinio colectivo han evaluado la evidencia y concluyen que sí o no determinada cuestión. ¡Esto es muy fuerte!

Siguiendo la línea de pensamiento de la historiadora de la ciencia Naomi Oreskes, la ciencia actúa como una especie de jurado cuyos jueces son expertos, jueces mujeres y varones con doctorados. ¡Vaya! A diferencia de los juicios convencionales, en que el resultado es culpable o inocente, este jurado científico tiene varias opciones: puede decir

es verdadero, puede decir es falso, parcialmente verdadero o parcialmente falso o muy comúnmente decir, se necesitan más evidencias para contrastar estas conclusiones.

Les pregunto ¿acaso no estoy diciendo que hay que creerles por un principio de autoridad? En verdad sí, estoy diciendo eso, la diferencia está en que no se trata de la autoridad de un individuo, sino de la comunidad científica en su conjunto.

El conocimiento científico es el producto de muchos años de trabajo, de muchas personas y experiencias que analizaron sobre una problemática particular. Confiamos porque hay muchos custodios sobre ese conocimiento de la misma manera confiamos en que el televisor prenderá cada vez que apretemos *on*. Atrás hay años de experiencia y tenemos confianza en que atrás del control remoto, hay mucho de eso. No lo cuestionamos.

Me pregunto a esta altura ¿tengo que tener una confianza ciega? Cuanta publicidad nos dice “científicamente comprobado” pretendiendo darle un viso de verdad a aquello que nos venden. Pero esto se soluciona de una manera que no es tan difícil. En el mundo contemporáneo, tan atravesado por información fluyendo en todas direcciones, se están diluyendo progresivamente los límites entre la ciencia, la tecnología, la política y el conocimiento popular. La consecuencia, a mi modo de ver muy alentadora, es que la identificación de problemas surge desde percepciones plurales y las soluciones tienen que encontrarse también escuchando todas las voces.

Les leo, del libro “De las Tortugas a las Estrellas” de Eduardo Moledo:

En el principio, los hombres adoraron el trueno y el relámpago e inventaron ingeniosas historias para calmar la angustia ante un mundo amenazador y distante, cuyos mecanismos no podían comprender. Dibujaron dioses con cabezas de león, hermosas diosas con vientre de perro, e imaginaron barcas que recorrían el cielo estrellado. Cazaron animales y los sacrificaron para apaciguar la ira de esos dioses y alejar el peligro de la tormenta o conseguir el beneficio de la lluvia. Un día descubrieron una manera eficaz de comprender al mundo y la llamaron ciencia. A través de los dos mil quinientos años que llevan practicándola han ido contando una historia tan atractiva y divertida como las más complicadas y fantásticas leyendas que pueden imaginarse. Fue un esfuerzo tremendo, del que no sólo participaron los científicos, sino mucha más gente, muchas veces sin saberlo, aceptando o rechazando ideas como el movimiento de la Tierra o la evolución de las especies. El resultado fue una imagen de universo, una descripción del cosmos. (...)

La ciencia es una empresa humana, colectivamente humana y por lo tanto laten en ella el rumor de las multitudes y el fragor de las mitologías, tú y yo, la pasión individual y mínima, el avance y el retroceso, el impulso heroico y la agachada mezquina, el extraño acicate del progreso y las virutas que cada paso adelante va dejando, el humor, la literatura, la leyenda y la historia, en una mezclanza alegre y colorida, donde conviven amigablemente la cálida ironía y la seriedad marmórea. Mientras el universo se expande y crece, aquí, sobre la Tierra, las generaciones se suceden unas a otras, con su anhelo de razón y conocimiento, buscando siempre la luz. Desde la rueda al avión, desde el hacha a la computadora, desde las señales de humo hasta el radar y la televisión, desde la palanca hasta la Teoría de la Relatividad, desde las primitivas tortugas que sostenían el mundo hasta el Big Bang, hay un solo y mismo impulso: saber, averiguar qué pasa.

Los espero en quince días, en el próximo episodio de Perspectiva científica. Para quienes quieran contactarse, intercambiar ideas o dar más información, esta es la vía de encuentro: perspectivacientífica@gmail.com o con mi nombre en Instagram o twitter. Les dejo mi saludo mientras tanto.

UNAS PALABRAS DE CIERRE

... a partir de un determinado momento (...) la información ya no es informativa sino deformadora, la comunicación ya no es comunicativa sino meramente acumulativa. De “La expulsión de lo distinto”, ByungChul Han, 2017.

Este trabajo final de la Especialización Pública de la Ciencia y Periodismo Científico tuvo como objetivo construir un proyecto comunicativo en audio destinado principalmente a jóvenes, cuyos ejes temáticos fluyeran alrededor de la manipulación genética y sus posibles consecuencias sobre la evolución humana.

Se eligió como estrategia comunicativa utilizar el formato de podcasts por ser de uso cada vez más frecuente, accesibles, de fácil circulación y de producción económica.

Los adolescentes y jóvenes han crecido en la era digital y como nativos digitales que son, incorporan estos formatos digitales con naturalidad y sin mediación. Pero además fueron

elegidos como destinatarios ideales porque en las y los jóvenes recaerá la responsabilidad de modelar la sociedad que quieran para un futuro mediato.

Para este proyecto se confeccionaron los guiones de doce episodios que tuvieran una duración aproximada de 15 minutos cada uno. La mayoría de ellos recupera vivencias de personajes de libros o películas conocidas. Cada episodio interpela al oyente y pretende convertirse en una invitación a pensar, a escuchar y a conversar sobre una temática que nos atraviesa como sociedad y a la cual nos enfrentaremos en tiempos cercanos: la ingeniería social por medio de manipulación genética. A modo de demo, se grabaron tres episodios que acompañan esta presentación escrita.

Es indudable que está fácilmente disponible la información sobre un tema, sea cual fuere. La revolución digital, la internet, las redes sociales han transformado notablemente su acceso. Pero aprender, saber, incorporar sentido a esa información es otro proceso, lento, extenso, ajeno e independiente a los “me gustan” tan habituales en la comunicación digital. Aprender es incorporar y reestructurar conocimientos con sentido y autonomía. Requiere tiempo y para muchos, recuperar la capacidad de escuchar y de poder decir. Este proyecto intenta construir espacios para escuchar y escucharse, para pensar y pensarse, para conversar y generar intercambios. Significó además un profundo trabajo para decidir qué decir y qué ignorar.

Indudablemente en muchos escenarios sociales y ambientales los saberes científicos aportan herramientas claves para la toma de decisiones. Sin embargo y parafraseando a [Folguera \(2020\)](#), no se puede pasar de lo técnico a lo político de manera directa. Los científico-técnicos no pueden, no deben, ser los únicos saberes que se confrontan a la hora de decidir aspectos cruciales de nuestra existencia. Es el mejor de los casos, es deseable que se recuperen otras miradas y prácticas. Si exigimos nuestro derecho a ser escuchados (que sin dudas lo tenemos), si exigimos que nuestras opiniones sean vinculantes (que pocas veces lo son) y que permitan aportar a la construcción de decisiones políticas, debemos tener opiniones propias sobre el tema que nos consulten.

Obviamente, no es posible medir el impacto de un proyecto que aún no se ha implementado. Pero sí puedo como autora hacer una evaluación cualitativa desde lo personal. Indudablemente pensar y construir este proyecto, me ha enriquecido en lo cognitivo. El intercambio mantenido con otras personas, la reflexión compartida o la que

he hecho en soledad, me permitió tomar posturas sobre estos temas que tocan tan de cerca a nuestra condición de humanos. Quizás esta invitación a pensar que hago a quienes escuchen, permita que cada uno construya y fortalezca sus propias convicciones.

REFERENCIAS

Aceros, J.C. & Argemí, M.D. (2010). La mancomunidad de política hidrológica española. Sectores y trayectorias políticas en Internet. *REIS: Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, [online] 132(132), pp.11–34. En: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3396923> [acceso 12 Feb. 2021].

Aldous Huxley (1958). *Nueva visita a un mundo feliz*. Editorial: Barcelona: Edhasa.

Aldous Huxley (1998). *Un mundo feliz*. Barcelona: Plaza & Janes. publicación original 1932.

Aljanati, D., Wolovelsky, E. & Tambussi, C.P. (1996). *Biología II: los caminos de la evolución*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.

Amiguet, LI. (2021). Diseñan contenido digital tan adictivo como la comida basura. *La Vanguardia*. [online] 25 Jan. En: https://www.lavanguardia.com/lacontra/20210125/6198193/disenan-contenido-digital-adictivo-comida-basura.html?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_content=claves_de_hoy [Acceso 12 Feb. 2021].

Anzalone, A.V., Randolph, P.B., Davis, J.R., Sousa, A.A., Koblan, L.W., Levy, J.M., Chen, P.J., Wilson, C., Newby, G.A., Raguram, A. & Liu, D.R. (2019). Search-and-replace genome editing without double-strand breaks or donor DNA. *Nature*, 576.

Castro, C.M. (2010). La construcción periodística de la ciencia a través de los medios de comunicación social: hacia una taxonomía de la difusión del conocimiento científico. *ArtefaCToS. Revista de estudios sobre la ciencia y la tecnología*, [online] 3(3), pp.109–130. Disponible en: <https://revistas.usal.es/index.php/artefactos/article/view/8431> [acceso 12 Feb. 2021].

Chilvers, J. (2012). Reflexive Engagement? Actors, Learning, and Reflexivity in Public Dialogue on Science and Technology. *Science Communication*, 35(3), pp.283–310.

Coorrough, C. & Shuman, J. (2005). *Multimedia para la Web*. Madrid: Anaya Multimedia.

Darwin, C. (1973). *El origen de las especies*. ed. Buenos Aires, Argentina: Albatros, pp.1–332. publicación original 1859.

Darwin, C. (1999). *Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo*. [online] Madrid: Espasa-Calpe. En:

<https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/75752/AW1651.pdf?sequence=1>.

Della Giusta, M., Jaworska, S. & Vukadinović Greetham, D. (2020). Expert communication on Twitter: Comparing economists' and scientists' social networks, topics and communicative styles. *Public Understanding of Science*, 30(1), pp.75–90.

Domènech, M. (2017). Democratizar la ciencia. Un reto todavía pendiente. *Revue d'anthropologie des connaissances*, [online] 11(11-2). En: <http://journals.openedition.org/rac/2058> [Acceso 12 Feb. 2021].

Durodié, B. (2003). Limitations of public dialogue in science and the rise of new “experts.” *Critical Review of International Social and Political Philosophy*, 6(4), pp.82–92.

Pedrero Esteban, L.M.P., Rubio, A.B. & Ávila, V.M. (2019). Adolescentes, smartphones y consumo de audio digital en la era de Spotify. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, [online] 60(60), pp.103–112. En: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6975537> [acceso 12 Feb. 2021].

Fernández-de-Arroyabe-Olaortua, A., Lazkano-Arrillaga, I. & Eguskiza-Sesumaga, L. (2018). Digital natives: Online audiovisual content consumption, creation and dissemination. *Comunicar*, [online] 26, pp.61–69. En: <http://eprints.rclis.org/33829/> [acceso 12 Feb. 2021].

Folguera, G. (2020). *La ciencia sin freno. De cómo el poder subordina el conocimiento y transforma nuestras vidas*. CFP24 Ediciones.

Gallego, I. (2010). *Podcasting: nuevos modelos de distribución y negocio para los contenidos sonoros*. Barcelona: Editorial Uoc.

Gordo López Angel, García Arnau Albert, De Rivera Javier & Diaz-Catalán, C. (2018). *Jóvenes en la encrucijada digital: Itinerarios de socialización y desigualdad en los entornos digitales*. Madrid: Morata.

Igarza, R. (2009). *Burbujas de ocio: nuevas formas de consumo cultural*. Buenos Aires: La Crujía, pp.1–160.

Kouper, I. (2010). Science blogs and public engagement with science: practices, challenges, and opportunities. *Journal of Science Communication*, 09(01).

Liberatore, A. & Funtowicz, S. (2003). “Democratising” expertise, “expertising” democracy: what does this mean, and why bother?. *Science and Public Policy*, 30(3), pp.146–150.

Lock, J. (2008). *Lost in translations, discourses, boundaries and legitimacy in the public understanding of science in the UK*. Unpublished PhD Dissertation.

Mangione, A. (2021). La noticia sobre ciencia. *SciComm Report*, 1(1), pp.1–13.

Martinez, R.A. (2007). El Vaticano y la evolución. La recepción del darwinismo en el Archivo del Índice. *Scripta Theologica*, 37(2), pp.529–549.

McInerney, J. (2009). La enseñanza de la evolución siglo y medio después de El origen de las especies. *Ciencia Hoy*, 19(113), pp.76–83.

McKechnie, R. (1996). Insiders and outsiders: identifying experts on home ground. In: A. Irwin, ed., *Misunderstanding Science?* Cambridge: Cambridge University Press, pp.126–151.

Monod, J. (1993). *El Azar y la necesidad: ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Barcelona: Tusquets.

Morales Peralta, E. (2004). La genética y la comunidad de sordos. *Elementos*, [online] 53, pp.19–23. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/294/29405303.pdf> [acceso 12 Feb. 2021].

Oppenheimer, W. (2008). "Queremos que nuestro hijo sea sordo." *El País*. [online] en: https://elpais.com/diario/2008/03/11/sociedad/1205190005_850215.html [acceso 12 Feb. 2021].

Pedrero-Esteban, L.M., Barrios-Rubio, A. & Medina-Ávila, V. (2019). Adolescentes, smartphones y consumo de audio digital en la era de Spotify. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, [online] 60(60), pp.103–112. En: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6975537>.

Pérez de la Fuente, O. (2014). Un dilema sobre la minoría Sorda. *Revista de Bioética y Derecho*, 30(30), pp.125–136.

Piñeiro-Otero, T. (2012). Los podcasts en la educación superior. Hacia un paradigma de formación intersticial. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58(1), pp.1–12.

Rayner, S. (2003). Democracy in the age of assessment: reflections on the roles of expertise and democracy in public-sector decision making. *Science and Public Policy*, 30(3), pp.163–170.

Salgado, L. & Arcucci, A. (2016). *Teorías de la evolución : notas desde el sur*. Argentina: Editorial Unrn, pp.1–266.

Sandrone, D. (2020). *Trigo artificial, como yo*. [online] hoydia.com.ar. En: <https://www.hoydia.com.ar/opinion/122-cultura-y-tecnologia/74680-trigo-artificial-como-yo.html> [acceso 12 Feb. 2021].

Schäfer, M.S. (2008). From Public Understanding to Public Engagement. *Science Communication*, 30(4), pp.475–505.

Silva Luna, D. and Bering, J.M. (2020). The construction of awe in science communication. *Public Understanding of Science*, p.096366252096325.

Simanaukas, T. & Tambussi, C.P. (2004). *Teorías de la evolución: ideas e interrogantes a través del tiempo*. 1ra ed. La Plata, Argentina: Museo de La Plata, pp.1–19.

Stilgoe, J., Lock, S.J. and Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science? *Public Understanding of Science*, [online] 23(1), pp.4–15. En: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0963662513518154> [acceso 20 May 2019].

Tambussi, C. y Equipo de producción de materiales educativos en línea (2019). Evolución según Darwin. Seminario La evolución de lo viviente: Darwin imprescindible. Ciclo de seminarios “Entre pedagogía y cultura”. Córdoba: Instituto Superior de Estudios Pedagógicos - Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.

Testart, J. (2000). *Homens prováveis. Da procriação aleatória à reprodução normativa*. Lisboa: Instituto Piaget, pp.1–14.

Thomas, S.M., Davies, A.R.W., Birtwistle, N.J., Crowther, S.M. & Burke, J.F. (1996). Ownership of the human genome. *Nature*, [online] 380(6573), pp.387–388. En: <https://www.nature.com/articles/380387a0> [acceso 12 Feb. 2021].

Tranter, K. (2010). Biotechnology, Media and Law-Making: Lessons from the Cloning and Stem Cell Controversy in Australia 1997–2002. *Law, Innovation and Technology*, 2(1), pp.51–93.

Tula Molina, F. & Vara, A.M. eds., (2013). *Riesgo, política y alternativas tecnológicas: entre la regulación y la discusión pública*. Buenos Aires: Prometeo.

Ungaretti, J., Etchezahar, E. & Simkin, H. (2012). El estudio del prejuicio desde una perspectiva psicológica: cuatro períodos histórico- conceptuales para la comprensión del fenómeno. *Calidad de vida*, [online] 4(8), pp.13–30. En: https://www.cienciared.com.ar/ra/usr/41/1373/calidaddevidaufon8_pp13_30.pdf [acceso 12 Feb. 2021].

Vaccari, A. (2014). La idea más peligrosa del mundo. *BuenosAires*, 1(1), pp.39–59.

Vara, A.M. (2012). Cuando saber menos es mejor que saber más. *Fundamentos en Humanidades*, 13(2), pp.15–28.

Wallace, A. (1889). *Darwinism: An Exposition of the Theory of Natural Selection, with Some of Its Applications*. Londres: Macmillan and Company, pp.1–494.

Williams, J. (2021). *Clics contra la humanidad: libertad y resistencia en la era de la distracción tecnológica*. Barcelona: Gatopardo.

Wilsdon, J., Stilgoe, J., Wynne, B. & Demos (Organization) (2005). *The public value of science: or how to ensure that science really matters*. London: Demos.

Wolovelsky, E. (2012). Un conflicto permanente: sobre el darwinismo, la educación, el fundamento de la ley y la libertad de culto. *Revista del Museo de La Plata | Sección Paleontología*, [online] 12(9). En: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/66405> [acceso 12 Feb. 2021].

ANEXOS

Control + Click o copiar el link para acceder a los demos de tres episodios.

EPISODIO 1:

https://drive.google.com/file/d/1dnF_BHAI42LDoFSc8r45Z6wG2J3ceUkv/view?usp=sharing

EPISODIO 2:

<https://drive.google.com/file/d/18vA4xqeZ4D48-zHj4zcJjEQ-g6Ptpo0P/view?usp=sharing>

EPISODIO 12:

https://drive.google.com/file/d/11WArG9U-eA7BafMFWBRIdATtbezAxI_K/view?usp=sharing

AGRADECIMIENTOS

La decisión de cursar esta Especialización es el resultado de un interés por la comunicación de la ciencia que surgió décadas atrás, cuando “hacer extensión” no estaba bien visto para quien se dedica a hacer ciencia. Así y todo...

Mientras cursaba, me crucé con un artículo cuyo cimbronazo aún lo siento: una pareja de sordas que decide concebir un hijo sordo. Mis inquietudes no estaban vinculadas con la homoparentalidad, la homosexualidad ni tampoco a la condición de sordos. Mis preguntas estaban - y aún lo están- relacionadas con las consecuencias de manipular la herencia, de hacerle una jugarreta al azar que opera en la evolución. Durante el 2019, los métodos de edición de genes inundaban los titulares de los medios y se conoció el nacimiento de los primeros bebés clonados. En el 2020 el premio Nobel de química se otorgó a quienes participaron en el desarrollo del método de edición. Los avances científico y técnicos en este campo son abrumadores y la ingeniería social está revoloteando por encima nuestro. Me pregunté cuánto sabíamos de ello y cuánto estábamos preparados para evaluar las consecuencias. Me puse a investigar y a preguntar.

Conversé de estos temas con muchas personas. Mis primeras gracias son para quienes tuvieron la amabilidad y el interés de escucharme y darme sus opiniones. Entre ellas, quienes cursaron conmigo la Especialización, Cecilia Agonal, Ailín Aguirre Varela, Nayla Azzinnari, Anabel Belaus, Pablo Herrera, Pamela Chatelain, Cecilia Della Vedoba, Marysol Faneda, Cecilia Heredia, Macarena Herrera, Valentina Lafuente, Vanesa Latiff, Alejandra Loyola, Tiago Marconi, Gisela Moran, Irene Schubel, Natalia Servetto, Jimena Strasorier, Rocío Urain y Patricia Uzcategui (orden alfabético, nada personal). Y gracias, además, por los hermosos momentos que compartimos mientras cursábamos.

Graciela Yayi Alcuaz, Gladis Alfonso, Luis Cartasegna, Roxana Cabut, Estela Cúneo, Rosana Laplace y Silvia Chichi Vizcaíno se tomaron el trabajo de escucharme, de leerme y me devolvieron sugerencias. Y más importante: muchas gracias por el calor de su amistad.

Macarena Herrera y Germán Reig Cardarella soportaron mis preguntas y repreguntas sobre genética. Maitena Betelu y Marcela Villada sobre la parte jurídica. Jimena Strasorier

y Gastón Lodos Gamers me ayudaron en la parte técnica. Federico Dino Degrange en el diseño de carátula y frente para los podcasts. ¡Gracias!

Quiero agradecer a docentes y autoridades de la Especialización, muy especialmente a Alberto Díaz Añel por su dedicación y acompañamiento. Muy enfáticamente agradezco a mis tutores Leonardo Salgado y Pedro Servent porque desde sus saberes y meticulosidad, permitieron que este proyecto llegara a puerto.

Familia, acompañando siempre ¡gracias!

Mi agradecimiento especialísimo a mi hijo Pedro Carlini, quien me alentó constantemente y no se cansó de preguntarme “¿cómo van esos podcasts?”

A José Picans Susacasa, a quien dedico este trabajo... porque padezco de sapiofilia y él la satisface plenamente.

Finalmente, gracias Ma, porque siempre me hiciste sentir que yo era capaz.