

En pro de una bioética sociocrítica

Eneyda Suñer Rivas¹

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (México)

eneyda@iteso.mx

Palabras Clave: -Bioética sociocrítica –Bioética clínica – Biotecnologías –Principlismo -Ciencias de la vida -ADN recombinante –ARN -mercado.
--

La *bioética* es un discurso en boga, el término como tal, se le atribuye tanto a Daniel Callahan, como a Van Rensseler Potter, y es precisamente este último quién propone a la bioética como un camino para unir a las ciencias con las humanidades, esto en su libro *Bioethic, a bridge to the future*. Sin embargo, el término fue tomando con el tiempo significados un tanto diversos, de tal manera que, hoy en día al escucharlo, no se tiene mucha claridad respecto a su significado exacto, en parte –me parece-- porque su significado está todavía sujeto a discusión.

La acepción más común y la que más se ha desarrollado, es la de la bioética, a la que adjetivaré como *clínica*, esto es, la bioética entendida como una reflexión sobre la manera de tomar decisiones éticamente fundamentadas en cuestiones relacionadas con la medicina. El auge de este término, se debe en gran medida, al Instituto Kennedy de Bioética, que fue fundado en la Universidad de Georgetown por André Hellegers en 1971, y cuyas primeras investigaciones, se enfocaron principalmente a la bioética clínica en relación a la reproducción asistida. Pero fue sobre todo el documento publicado por el departamento de Salud de los Estados Unidos en 1979, denominado “Principios éticos y pautas para la investigación y protección de los seres humanos en la investigación” mejor conocido como “Informe Belmont”, donde se enuncian cuatro principios éticos como básicos para la toma de decisiones con respecto a la investigación con seres humanos y la atención médica que

¹ Eneyda Suñer es licenciada en Filosofía por la UPAEP (Puebla), estudió la Maestría en Pedagogía en la UP (campus Guadalajara), es Doctora en Filosofía por el ITESO (Tlaquepaque), actualmente toma cursos de biología en la Ingeniería en Biotecnologías de ITESO, al mismo tiempo que es profesora de Bioética del Centro de Formación Humana de ITESO.

son el principio de Beneficencia, el de No maleficencia, el de Justicia y el de Autonomía.² Este enfoque para el planteamiento, el análisis, y la toma de decisiones en el ámbito médico, lo llamaremos *Principlismo*

La Bioética clínica de corte principlista de origen y corte anglo- sajón, ha tenido un gran desarrollo y ha recibido también muchas críticas debido a que los cuatro principios básicos que postula, no son suficientes para atender la diversidad de problemáticas y dilemas que surgen ante el uso y el alcance de las nuevas tecnologías en el ámbito de la medicina y la aplicación de los cuatro principios en condiciones sociales muy distintas al país en que fueron postulados.

Sin embargo, más allá de la discusión sobre la bioética clínica y el principlismo, los avances tan acelerados de las ciencias de la vida y las biotecnologías nos urgen a un diálogo interdisciplinario de corte epistemológico y sociológico. Esto, debido a que lo que interviene de manera más radical en el desarrollo y las aplicaciones de estos conocimientos, no es de ninguna manera la ciencia “pura”, ni los meros desarrollos tecnológicos, sino los intereses del mercado, ante los cuales los científicos e ingenieros de la vida terminan siendo sólo engranajes de intereses que los superan y cuyos productos finales ignoran.

Se escuchan muchas voces distintas en el ambiente respecto a los problemas que estos nuevos avances nos presentan y el modo en que están revolucionando no sólo nuestra concepción de la vida, sino la vida misma (la nuestra y la del planeta); las he sintetizado en cuatro grandes grupos y, partiendo de la explicación de una sola técnica: el ADN recombinante, invito al cuestionamiento propio a la luz de una serie de preguntas detonantes, y a ubicar nuestra voz en un nuevo *locus*, el del cuestionamiento prudente pero informado. No es necesario ser especialistas para posicionarnos, pero sí es necesario sabernos preguntar investigando, y tenemos el derecho ciudadano a demandar marcos legales (esos sí, hechos por especialistas), que regulen el uso y las aplicaciones de estas nuevas tecnologías.

² Aquí sólo enuncio los principios, pero el lector interesado puede consultar en: Gracia, Diego, *Fundamentos de Bioética*, Editorial Triacastela, Madrid 2008 (Primera parte), y en <http://www.conbioeticamexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/10. INTL Informe Belmont.pdf> 3 abril 2015.

Esta reflexión se ubica en lo que he denominado *Bioética sociocrítica*, cuyo interés fundamental, es escapar de las falsas dicotomías (científico-no científico; natural-artificial, en pro-en contra) en las que muchas veces nos vemos envueltos, e intentar un diálogo entre actores diversos, en aras de promover una cultura de empoderamiento colectivo.

Los acelerados descubrimientos y cambios que ha tenido la biología en, por lo menos los últimos 50 años, son realmente sorprendentes, nos dejan literalmente estupefactos, y la vertiginosidad y complejidad de los mismos, nos dificulta no sólo entenderlos, ya no digamos emitir ninguna clase de juicio más o menos fundado. A esto debemos sumarle las promesas de las empresas multinacionales que tienen altas expectativas de ganancia invertidas en millones de dólares y euros en investigación y mercadotecnia simultáneamente (digamos que nos van metiendo en la cabeza la idea de que se puede salvar el mundo de la hambruna, podremos prolongar la vida mucho tiempo con buena salud, curar enfermedades hoy incurables, mejorar nuestra inteligencia, resistencia física y desarrollar los talentos a la carta que deseemos en nosotros y/o nuestros hijos. Todo esto, mucho antes de que efectivamente se tengan resultados fiables y aprobados por terceros, de investigaciones que apenas están en proceso).

Y es todo esto junto, lo que naturalmente hace que lo que el común de los mortales opinemos al respecto sea eso: opinión, mera *doxa*, y peor aún, *doxa* del más bajo nivel. Las opiniones con las que nos topamos, las que escuchamos o leemos en los medios de comunicación, o en una reunión entre amigos, o en algunas revistas especializadas, incluso en voz de algunos “especialistas” (que sí lo son, pero no necesariamente en el área en la que están emitiendo su opinión), siguen diferentes líneas que podemos resumir (a grandes rasgos) en las siguientes:

- a. **La voz de miedo:** no sabemos de qué se trata exactamente, no entendemos del todo, pero medio alcanzamos a comprender que se trata de ingeniería de la vida, de una revolución tan radical que toca lo que hasta ahora creíamos intocable y no sé hasta qué punto, lo creíamos

sagrado por su misterio, o *misterioso* por su sacralidad³: los *genes*, las semillas mismas de la vida, hoy están siendo descifrados, cortados, pegados y reprogramados (todos los genes, incluso los humanos). Todavía no tenemos el horizonte suficiente para percibir el panorama a largo plazo de todo esto. Entonces nuestros miedos nos hacen alzar la voz y exclamar si esto no será un sacrilegio, si es que no hay límites para lo que el ser humano puede hacer (aunque tenga el conocimiento e intuya las posibilidades de su acción). Todos los “hijos de vecina” sabemos que no todo lo que *podemos* lo *tenemos* que hacer: Nuestros *poderes* se ven limitados, por nuestra ponderación, nuestro juicio, por el respeto, por las leyes, por los afectos, y hasta por el “¿qué dirán?”. Si esto es así, con los seres humanos comunes y corrientes ¿por qué tendría que ser distinto para los científicos? -nos preguntamos (por cierto con buena lógica)--. El problema es que nos respondemos armando una diatriba incontrolable guiada por las emociones, sobre todo por nuestro temor a lo desconocido, se piensa en Frankenstein, se cree estar comiendo semillas de cáncer, y que se desatarán plagas apocalípticas, se satanizan la ciencia y la tecnología, y se hacen apologías de una vida “natural”, sencilla, e idealizada que la mayoría de los que predicán no viven simplemente porque, la electricidad en casa, los libros, el agua corriente, el automóvil, la computadora, la penicilina, y la aspirina, --por poner algunos ejemplos-- son parte de nuestra vida cotidiana desde hace mucho y no son “naturales” precisamente.

- b. **Los apologetas del “progreso”**: en el otro extremo de esto, tenemos a los hijos de los últimos coletazos de la modernidad, ven todo lo *nuevo* como sinónimo de *bueno*, y consideran que las vidas vegetales, animales y humanas expuestas e incluso sacrificadas en aras del *progreso*, no son más que las *Huellas que va dejando el Espíritu en su evolución*.⁴ Desde luego, no necesariamente lo expresan al estilo hegeliano, pero son descendientes indudables de la “Diosa Razón” del s. XVIII porque ven el universo como un campo para el conocimiento y la experimentación humanas, y al ser humano como el centro alrededor de lo cual todo gira, y cuyo beneficio, todo lo justifica. Por esto, siguen quemando incienso

³ No estoy usando el término en sentido religioso, aunque muchas de las opiniones en este primer inciso lo usen así. También hay voces laicas que se asustan porque se experimente con lo que ellas consideran “sacro” como la vida humana, por ejemplo.

⁴ Cfr. Hegel, W. Friedrich; *Fenomenología del Espíritu* (prólogo), Traducción de Antonio Gómez Ramos, Editorial Abada, Madrid 2010.

en los altares de la “diosa-razón”, para ellos la ciencia es incuestionable y la tecnología que de ella se deriva, es inevitable. Son hijos de la modernidad porque la “razón” que adoran es una razón abstracta, desconectada de los sentimientos, con anteojeras, sin una visión que integre lo lúdico, lo estético, lo comunitario, el equilibrio del todo en sus investigaciones. Ven el *progreso* como un futuro que merece todos los sacrificios del presente, sin considerar jamás, que el presente, las plantas, los animales o los humanos expuestos y sacrificados puedan ser los suyos propios, y no las entidades abstractas y lejanas entre las que se mueven sus ideas. Desde luego, la mayoría de estas voces no son las de los científicos (que suelen ser más cautos), sino las de sus “fans” que abundan, y que se debaten en duelos de ignorancia que llegan a lo grotesco con los del primer inciso. Los primeros se sienten héroes o mártires que piensan en salvar a la humanidad y el planeta y los segundos ¡También!

- c. **Las voces del mercado:** en medio de todo esto, se encuentran las voces más peligrosas, porque tienen el poder para llegar a todos los rincones del planeta, y porque utilizan todos los discursos en boga para posicionarse, son las voces del mercado. Si las posibilidades de ganancia son enormes, los millones se van a dirigir hacia donde estén esas posibilidades. El problema es que el mercado es sólo eso: Inversión, oferta, demanda, ganancia y mucha. mucha especulación. El mercado está generando la demanda bastante antes de tener el producto terminado, todo esto a través de la mercadotecnia. Se nos ofrece la solución a la hambruna a través de los alimentos transgénicos (aunque no se nos dice que las semillas traerán ya también integrado su código de barras genético⁵); la solución a las enfermedades a través de mutaciones genéticas dirigidas (aunque no se nos dice que la mayoría de estas mutaciones aún están en proceso de investigación y que muchos resultados que las farmacéuticas transnacionales nos presentan se dan -con bastante regularidad- de manera sesgada o manipulada, pues ellas son juez y parte respecto a investigaciones que ellas mismas generan, dirigen, publican y evalúan⁶).

⁵ Cfr. Rifkin, Jeremy; *El siglo de la biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*, Editorial Paidós, Barcelona 2009.

Cfr. Ho, Mae-Wan, *Ingeniería genética ¿sueño o pesadilla?* Editorial Gedisa, Barcelona 2001.

⁶ Cfr. Goldacre, Ben; *Mala Farma*, Editorial Paidós, Barcelona 2013.

Dicho de otra manera, se genera una enorme demanda ante una atractiva pseudo oferta, porque lo que se ofrece no son precisamente productos ya acabados y comprobados en todos los casos. Y esta enorme demanda, presiona a los Estados, a las instituciones de salud, a las universidades, y a las empresas locales, para que obtengan, generen y ofrezcan estas nuevas panaceas universales. Estas mismas pseudo ofertas comerciales, son las que generan foros y debates en todos los ámbitos entre las voces del inciso *a* y las voces del inciso *b*, quienes sin darse cuenta siquiera, cooperan con entusiasmo en todo este bullicio de mercadotecnia engañosa.

- d. **Las voces de los científicos e ingenieros de la vida:** en el último lugar (tal vez porque son las voces menos escuchadas, las que son más difíciles de comprender, las que requieren más tiempo y estudio, y las que más nos podrían brindar elementos para la reflexión) tenemos a los científicos de la vida, a los auténticos especialistas en estas temáticas: biólogos moleculares, investigadores médicos, bioquímicos, genetistas, y toda una serie de nuevos especialistas que han surgido a la luz de estos recientes descubrimientos. En general, son los más cautos (a menos que tengan inversiones en la bioindustria, en cuyo caso se vuelven extrañamente parecidos a las voces del inciso *b*, sólo que aureolados con la autoridad con que los ampara su especialidad). Estos científicos, son los que han abierto el libro de la vida de manera tan fascinante. Muchos de ellos premios Nobel en su especialidad por sus espectaculares descubrimientos. Menciono a algunos de los más destacados, aunque no lo hago en orden cronológico: Watson y Crick, Wilkins, Severo Ochoa, Fischer, Kossel, Todd, Kornberg, O'Keefe, el matrimonio Moser, Rotheman, Sechekman, Südhof, Krebs, Tonegawa.

Estos señores, descifraron el código genético, desenrollaron la hélice de la vida, descubrieron su composición, descubrieron cómo se sintetizan los cuatro ácidos nucleótidos del ADN (adenina, timina, citosina, guanina) estudiaron el funcionamiento de las neuronas, las células del sistema inmunológico, cómo se sintetiza el ARN a partir del ADN, han descubierto las enzimas que “cortan” y las que “pegan” fragmentos de ADN, y ¡Sí: chicos estudiantes de bioquímica y de fisiología celular! fue Hans Adolf Krebs, el que descubrió el complicado *ciclo de Krebs*, por el que las células convierten sus nutrientes en energía.

Todos estos científicos y muchos otros se han dedicado a trabajar, a investigar, a estudiar, muchos de ellos han colaborado entre sí compartiendo información, desarrollando investigaciones paralelas en diferentes partes del mundo (pero en comunicación), unos han sido discípulos de otros y ha continuado con los trabajos de sus maestros, desde luego, también han discrepado entre sí y competido.

Hay casos simpáticos como el de J. Oro quién en la década de los años 60 del siglo pasado, descubrió que de un “caldo” de elementos no vitales como amoníaco y ácido cianhídrico se podía obtener un ácido vital como la Adenina, uno de los cuatro ácidos base del ADN, y a pesar de lo impactante de su descubrimiento (o precisamente por ello), no creyó en los resultados y no repitió el experimento hasta ¡6 meses después! obteniendo siempre los mismos resultados. Oro tuvo que rendirse a la evidencia a pesar de que no se pensaba que esto fuera posible: las bases nucleótidas que conforman la vida, pueden surgir a partir de elementos no vitales. Con esto, este científico que nunca ganó el Nobel, sentó las bases para que otros investigaran y descubrieran cómo se sintetizan los otros tres ácidos nucleótidos. Sin embargo, la prudencia con la que actuó, su paciencia y cautela para repetir el experimento en lugar de lanzarse en una loca carrera de comprobación de lo que resultó ser un descubrimiento sorprendente, nos dice mucho de la manera en que se hacía la ciencia cuando ésta era fruto de investigaciones de la academia y/o de Instituciones científicas, sin una relación directa con el mercado.

Todos estos descubrimientos, unidos a los avances de la informática son los que han producido este “boom” de posibilidades biológicas que apenas vislumbramos. Sin embargo, como ya se señaló, estas voces son las que menos se conocen y se escuchan en los debates mediáticos o ¿alguien sabe quién es y qué hizo Susumu Tonegawa?⁷

No, ni tampoco parece importar mucho, estamos acostumbrados a ver los debates como cuestiones bélicas en las que unos están de un bando, otros de otro y unos pierden y otros ganan y, si a esto le agregamos que “en la guerra y en el amor (yo diría que a uno mismo) todo se vale”, pues de lo que se trata es de tener razón, de ganar la batalla a costa de lo que

⁷ Premio Nobel de medicina en 1987 por sus descubrimientos respecto al funcionamiento de los leucocitos en la producción de antígenos.

sea, sin importar realmente lo que se debate. Las posiciones ya están tomadas, no se trata de escuchar y pensar, ni mucho menos de cambiar de opinión, esto nos suena como a *perder* en la batalla, y esto a nadie le gusta. Aunque, si nos detenemos a pensar un poco las cosas; estamos hablando de la *vida*, de la vida de TODO, de las bacterias, de los hongos, de las plantas, de los animales, y de nosotros mismos. Y si perdemos, no una discusión, ni una batalla, sino la cuestión que se debate, pues perdemos todo, todos; porque –más allá de nuestra razón y nuestra ideología, nuestra cofradía y nuestro ego— lo que está en juego es lo que somos de manera más primordial y el planeta mismo que nos amamanta.

Por eso, desde mi mucha ignorancia medio ilustrada o deslustrada, intento aportar un granito de arena a la comprensión de un pequeño aspecto de este maremágnum, con el fin de promover la investigación y comprensión de estos problemas, y aventurar después algunas preguntas que me surgen y que sólo comparto como una invitación para la investigación propia y la reflexión.

Una de las técnicas más recientes, más prometedoras, y al mismo tiempo más debatidas en estos tiempos de revoluciones biológicas, es la denominada *Técnica del ADN recombinante*, y con la finalidad de brindar algunos elementos para tener una mejor visión del panorama antes de cualquier debate, intento aquí explicarla de la manera más sencilla posible para el lector no especialista.

La técnica del ADN recombinante no es otra cosa, más que el hecho de que el ADN de las células puede ser cortado de un individuo específico, y pegado a través de enzimas a otra carga genética, reproducido y multiplicado en virus o bacterias, y luego introducido a un individuo de otra especie; por lo que tenemos ahora en los laboratorios de investigación una serie de especímenes llamados “quimeras”⁸ que contienen, además de la información genética propia de su especie, genes que no tienen nada que ver con su especie y ni siquiera

⁸ De manera natural las *quimeras* biológicas siempre han existido, aunque habían sido poco estudiadas, se trata de *hibridación*, un individuo de una especie con dos cargas de ADN distintas que se fusionan. La diferencia fundamental entre las quimeras naturales y las artificiales, es que en las naturales, el ADN distinto que se fusiona es de una misma especie, cuando no es así –como en el caso de las mulas por ejemplo, el producto no es fértil--en cambio en las quimeras artificiales no necesariamente es así, como veremos.

con el reino biológico al que pertenecen: tabaco con genes de luciérnaga cuyas hojas brillan en la oscuridad, conejos verdes con genes de medusa cuya fosforescencia ayuda mucho al estudio de sus células en los laboratorios, y algunas otras “monadas” inimaginables por el estilo (o todo lo contrario, eche Usted a volar su imaginación ¿qué se le ocurre?) ¿Cómo es esto posible?

Para tener una visión panorámica elemental, tendremos que empezar por lo más básico, y la unidad vital primaria de cualquier organismo es la célula. Existen dos grandes tipos de células, las procariotas y las eucariotas. Las procariotas son células muy sencillas, su diferencia fundamental respecto a las eucariotas es que las primeras no tienen un núcleo que contenga su información genética, así que el ADN se encuentra “libre” en su interior, las procariotas más comunes son las bacterias. En cambio las células eucariotas, son aquellas cuya información genética o ADN está firmemente resguardada dentro del núcleo celular (analogando, podríamos decir que el núcleo es el “cerebro” de las células eucariotas). Hongos, plantas y animales (incluyéndonos) están compuestos de células eucariotas⁹.

Pues bien las células eucariotas son una verdadera maravilla (sin ofender a las procariotas), tienen una doble membrana que las delimita y modula. Las delimita porque las separa de las demás células y de todo lo que se encuentre fuera de ellas, y además les permite conectarse y comunicarse con todo esto. En este sentido la membrana de las células es como nuestra piel que une, separa, comunica, nos delimita espacialmente, y nos contiene. Pero he señalado también que esta membrana modula, porque es como un colchón de agua que tiene movimiento y reacciona ante el contacto, ante lo que se le acerca y lo que adentro sucede, analogando de nuevo, esta modulación es como nuestro estado anímico, que nunca es totalmente estático y que también nos modula y hace reaccionar, de alguna manera todo lo que ocurre adentro y/o afuera “mueve” a la membrana.

⁹ También se encuentran aquí las *protistas*, pero Aristóteles no me permite incluirlas en el cuerpo del artículo porque son definidas como lo que él diría que es una mala definición: las protistas son todo lo que no siendo procarionte, no es hongo, ni planta, ni animal (la definición nos dice todo lo que no son, pero no lo que sí son ¡!) Dejémoslas para otro artículo.

Dentro de la célula hay toda una armoniosa organización, la célula tiene pequeños órganos que determinan su funcionamiento, a estos los llamamos *organelos*, y tiene también un esqueleto denominado *citoesqueleto*, que es la estructura que sirve como viaducto y carreteras, es el sistema de transporte por el que viaja todo lo que entra y sale de ella, y nada de esto (ni el núcleo, ni los organelos, ni el citoesqueleto), están rodeados de aire, sino que se encuentran en un ambiente gelatinoso parecido a una jalea que se llama *citoplasma*. Ahora bien, para tener una visión un poco más precisa describimos algunos organelos.

La *mitocondria* parecida en su figura a un frijolito es una verdadera central energética, ella es la pila o la batería de la célula, ella convierte en energía los “alimentos” celulares. El *Aparato de Golgi* es una especie de piel del estómago replegada sobre sí, sólo que este aparato tiene canales internos al estilo de cisternas con las que hace su trabajo de madurar proteínas, seleccionar lípidos y formar *lisosomas*, entre otras cosas. Y, ya que salieron a relucir los lisosomas, pues digamos que son bolsitas de enzimas digestivas. Todo producto que se encuentre por ahí y que no esté en uso, será destruido por los lisosomas, así que si esas bolsitas se rompieran y las enzimas digestivas escaparan, la célula moriría devorada por estas enzimas.

Hay algunas otras cosas por ahí, pero, para nuestra cuestión nos interesa llegar a los *ribosomas* pues estos organelos en particular, son los encargados de producir todo aquello que el ADN les solicite para el funcionamiento no sólo de la misma célula (dicho sea de paso, ninguna célula, trabaja para sí misma a menos que el organismo sea unicelular), sino fundamentalmente, para el equilibrio total del organismo.

Por lo que vemos hasta aquí el ADN es algo muy importante, pues contiene en sí toda la información genética del organismo en cuestión, no sólo aquello que puede heredar a su descendencia, ni aquello que lo constituye a él mismo, sino aquello que lo *está constituyendo*, la información que el ADN contiene es nada más y nada menos que lo que mantiene vivo y funcional al organismo. Por eso las eucariotas lo protegen en el núcleo, el ADN nunca sale de ahí ¿qué sucedería si por estar entrando y saliendo esta información se deteriorara? ¡El organismo colapsaría! ¡No, el ADN es muy valioso como para exponerlo!

si se quiere mandar una información, ésta se codifica generando moléculas de ARN mensajero (analogando: son una fotocopia de la parte de información del ADN que se quiere reproducir, que al madurar llevarán el mensaje --ARN de transcripción-- a los ribosomas --que por cierto también están hechos de un tipo de ARN--) donde se decodificará el mensaje generando una determinada proteína, a través de uniones químicas.

Para entender la técnica del ADN recombinante, con esta información sobre la célula en general es suficiente. Sólo tenemos que entrar un poco más al ADN mismo dentro de su bóveda de seguridad que es el núcleo. El ADN es una especie de literalmente “cierre” (sí, como el que usamos en la ropa), con cuatro tipos de “dientes” básicos: Adenina, Timina, Guanina y Citosina. El “diente” de Adenina sólo se puede unir al de Timina y viceversa, y los de Citosina y Guanina sólo se pueden unir entre sí también. Las combinaciones que se dan entre sí son de 4 a la 3, lo que nos da un total de 64 combinaciones; a estos “paquetes” de información de 4 a la 3, se les denomina *codones*, y cada uno de ellos, tiene la información exacta para determinar el lugar de un aminoácido en una proteína, de tal manera que distintas combinaciones de codones, nos darán distintas proteínas. Pero esto es exactamente la transcripción que NO se hace en el núcleo sino que ya explicamos cómo se hace por medio de los ARN desde el núcleo hasta los ribosomas, el núcleo sólo tiene ADN que son los cuatro aminoácidos: ATCG. De tal manera que, si el “cierre” se abre, y tenemos por ejemplo las letras TCCG que estaban unidas –desde luego a sus correspondientes pares: AGGC, pues ahora tendremos dos cadenas exactamente iguales, pues en la línea donde haya quedado el AGGC, se le “pegarán” naturalmente los “dientes” sueltos correspondientes que haya en el núcleo, y a la línea abierta de TCCG, se le pegarán sus pares correspondientes, de esta manera, tendremos multiplicada fielmente la misma información.

Hay algo más que es fundamental todavía, en las células eucariotas, la información para producir una proteína (eso y no otra cosa son los famosos *genes*: la información exacta para producir una determinada proteína) está separada por largas partes del “cierre” que ya se “esclerotizaron”, es decir, no se abren, no se multiplican y no codifican nada, aun cuando sean las mismas 4 bases de ADN. Las partes que sí contienen información se llaman *exones*, y las que no lo contienen *intrones*.

Ya podemos salir del núcleo, sólo aclaremos que hicimos un trabajo de liliputenses, pues el ADN con sus exones e intrones en forma de “cierre” se encuentra enroscado sobre sí de manera tan compacta, que “unidos los filamentos de toda las células del organismo [humano] llegarían de la tierra a la luna”.¹⁰

Dentro de las células encontramos también diferentes tipos de enzimas (ya señalamos antes que los lisosomas son “bolsitas” de enzimas digestivas). Las enzimas son moléculas que aceleran ciertos procesos químicos sin que en este cambio, cambien ellas (pueden hacer, por ejemplo, que el “cierre” del ADN se abra y --con esto-- que a cada línea de “dientes” se le una su par correspondiente y se duplique la misma información). También hay enzimas que producen reacciones que inhiben el comportamiento de otras moléculas.

Pues bien, nuestros científicos encontraron que hay enzimas que pueden “cortar” un exón a partir del intrón, como “tijeras”, que separaran paquetitos de información, y también encontraron otras enzimas que pueden hacer que se “peguen” estos paquetitos dentro de otra cadena de ADN que no es la original de donde se cortaron, y no sólo las “encontraron” sino que las “leyeron” y aprendieron a reproducirlas artificialmente

¡Ya tenemos las tijeras y el pegamento de los genes! ¡Los genes contienen la información necesaria para generar, determinar biológicamente, y mantener vivo y saludable a un organismo!

¿Y sí...? ¡Sí!

Vamos viendo si podemos poner el gen que produce la fosforescencia de la medusa, en un mamífero, digamos, un conejo ¿cómo se hace esto? Pues se corta un gen del que ya sabemos qué información codifica, por ejemplo la fosforescencia o el color de los ojos. Se introduce este gen en una cadena de ADN observable en un microscopio óptico, como la cadena sin protección nuclear de una bacteria, y se intenta replicar. Si esto funciona, se

¹⁰ De Rosnay, Joël; *La aventura del ser vivo, La fascinante saga de la Biología ¿qué es la vida?*, Editorial Gedisa, Barcelona 1998, p. 66 (la aclaración del corchete, es mía).

introducen estas bacterias en –por ejemplo-- la médula ósea (verdadera cuna de células madre¹¹) de un vertebrado, y si se logra que estas bacterias transfieran esta información a las células en formación –que son las células madre-- ¡Eureka! Ya tenemos el ADN recombinante.

En esto consiste la técnica, y es una técnica que se encuentra en proceso de investigación todavía. Si lo pensamos, las posibilidades son infinitas. De hecho, ya se producen con esta técnica insulina artificial, la vacuna contra la hepatitis B, y contra ciertos tipos de papiloma humano, y se ha logrado reproducir artificialmente la hormona del crecimiento. Se encuentran en proceso de investigación diversos tipos de terapias (denominadas *génicas*) que podrían ayudar a curar enfermedades genéticas. Ya se producen también diversos tipos de plantas por esta técnica, una de las más comunes es la papaya ¿No se han dado cuenta de que las papayas ya no traen semillas y que si las traen éstas ya no son fértiles? Por otra parte ¿le viene mejor a su estómago la leche deslactosada? Pues el proceso para quitarle la lactosa, se hace con unas enzimas que son ¡sí! transgénicas.

El ADN recombinante es una técnica prometedora, desde luego, pero todavía hay muchas preguntas en el aire. No sólo las bacterias se usan como herramientas de transferencia genética (*vectores*, se les llama), también los virus¹² ¿hasta qué punto el introducir virus en el cuerpo humano podría generar o no problemas mayores que los que se pretende resolver? ¿hasta qué punto se han estudiado los posibles efectos para la salud de animales --humanos y no humanos-- de estas técnicas de transferencia genética en los alimentos? Después de todo, los efectos de los alimentos son efectos que sólo se pueden medir a largo plazo y tal vez a lo largo de algunas generaciones.

¿Qué tanto está invirtiendo en este tipo de investigaciones la industria bélica de todo el mundo? ¿Hasta qué punto no estamos alterando de manera muy precipitada la naturaleza y

¹¹ Las células madre en sí mismas, son todo un gran tema a debate, adecuadas para trabajar en otro artículo.

¹² Los virus son una auténtica incógnita, aun para los biólogos. No tienen metabolismo por lo que en un medio inorgánico pueden estar estáticos por años (como si fuesen cristales), sin embargo, en cuanto entran en un organismo, usan el metabolismo del huésped para reproducirse con mucha rapidez, de ahí el término “virulencia” No tienen ADN, pero sí cierto tipo de ARN, los biólogos no saben a ciencia cierta si clasificarlos como vivos o no vivos, y –por lo mismo-- no es tan fácil volverlos “inocuos”. Pero, por su rápida reproducción en un organismo, pueden ser excelentes vectores.

con esto desequilibrando el planeta entero? ¿tenemos derecho a patentar un ser vivo?
¿realmente sólo patentamos el conocimiento si con este conocimiento estamos alterando el medio ambiente de manera radical? ¿no se vislumbran tendencias eugenésicas de corte racista en el horizonte?

¿Cuál es el paradigma que mueve esta nueva revolución? ¿Es verdaderamente la búsqueda de un mundo mejor? ¿cómo y con respecto a qué entendemos este *mejor*?

Durante la llamada *Revolución industrial* la entrada de las máquinas a la escena del trabajo, desplazó a los trabajadores de su marco de referencia identitario y de realización, los obreros perdieron la visión de totalidad de su obra pues sólo eran un engranaje más en el proceso, y un engranaje usado hasta que se rompía. Fueron necesarias muchas luchas sociales —y todavía faltan muchas otras— para que se les reconocieran sus derechos; y la satisfacción que les generaba el trabajo, en muchos casos fue sustituida como sucedáneo por el consumo ¿no está sucediendo con nuestros científicos y nuevos ingenieros de la vida lo mismo que con los obreros durante la revolución industrial? Han hecho descubrimientos impactantes y profundamente innovadores, pero la mayoría de estos han sido patentados por otros, y son los paradigmas económicos los que ofrecen más esperanzas que garantías ¿no llegará el momento —si es que no ha llegado ya— en que los mismos científicos e ingenieros, sean sólo un engranaje más de la línea de montaje de los productos de mercado? ¿no es la demanda promovida por las pseudo ofertas mediáticas la que dirige ahora el rumbo de las investigaciones sobre la vida?

¿no está afectando esta visión mercantil-patentizadora la relación entre los investigadores, que antes colaboraban en búsquedas comunes y compartían sus descubrimientos trabajando en “equipos” inclusive a la distancia? ¿pueden seguir los científicos sus investigaciones en búsqueda de nuevos conocimientos de manera libre, o se encuentran ahora presionados por la demanda de técnicas que ofertar en el mercado?

Estamos viviendo una auténtica revolución biológica, el ADN recombinante es sólo una de muchas otras técnicas que parecen más ficción que ciencia, pero que, sin embargo, son una realidad que abre a su vez posibilidades de cambios a nivel mundial, de momento

inimaginables. Hemos descifrado la vida, así como aprendimos a controlar el fuego ¿podremos descifrar cómo vivirla bien y de manera armónica con la totalidad de lo orgánico e inorgánico y no sólo teniendo como referencia al *homo-mercante-consumidor-consumido*?

Bibliografía:

1. De Rosnay, Joël; *La aventura del ser vivo: la fascinante saga de la Biología ¿qué es la vida?* Editorial Gedisa, Barcelona 1998.
2. Chang, Raymond, Goldsby, Kennet; *Química*, Editorial Mc Graw Hill, México 2013.
3. Goldacre, Ben; *Mala Farma*, Editorial Paidós, Barcelona 2013.
4. Hegel, W Friederich; *Fenomenología del Espíritu*, Traducción de Antonio Gómez Ramos, Editorial Abada, Madrid 2010.
5. Ho, Mae-Wan; *Ingeniería genética ¿Sueño o pesadilla?* Editorial Gedisa, Barcelona 2001.
6. Karp, Gerald; *Biología celular y molecular*, Mc Graw Hill, México 2014.
7. Kitcher, Philip; *Las vidas por venir*, UNAM, México D.F. 2002.
8. Lewontin, Richard; *El sueño del genoma humano y otras ilusiones*, Editorial Paidós, Barcelona 2001.
9. Rifkin, Jeremy; *El siglo de la Biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*, Editorial Paidós, Barcelona 2009.
10. Sandel, Michael; *Contra la perfección*, Ediciones Marbot, Barcelona 2007.