

EDUARDO PUNSET

CARA A CARA CON LA VIDA, LA MENTE Y EL UNIVERSO

CONVERSACIONES CON LOS GRANDES
CIENTÍFICOS DE NUESTRO TIEMPO



Este texto es un extracto, una recopilación de las partes más interesantes de este gran libro que Almendruco's Trick ha realizado para uso propio. Si el lector encuentra interesante lo que se recoge en este resumen (482 páginas se han quedado en 41), recomiendo la compra y lectura del libro. Eduard Punset es un gran divulgador científico, y en este libro suyo, hace un gran trabajo en este sentido. ¡Que lo disfrutéis!

Capítulo I

La ciencia de la belleza

“Si medimos diferentes partes del cuerpo, podemos ver lo asimétrica que es una persona. Éste es un indicador del sistema inmunológico muy sensible en todas las especies. Cuantas menos asimetrías se encuentren, mejor es el sistema inmunológico. Por ese motivo se siente una preferencia hacia personas más simétricas.” (**Victor Johnston** – Profesor de Biopsicología de la Universidad de Nuevo México, es pionero en el estudio de nuestra percepción de la belleza, la respuesta humana a las diferentes características del rostro y el cuerpo, y los orígenes de nuestras emociones.)

Existen estudios que demuestran que la belleza facilita la búsqueda de trabajo o la toma de decisiones.

“Hemos supuesto que todos los sistemas necesitan un liderazgo, que siempre necesitamos una comandancia interior centralizada, y esto no es cierto. Y muchos sistemas funcionarían mejor si se les permitiera organizarse a sí mismos.” (**Steven Strogatz** – Profesor de Matemática Aplicada en la Universidad de Cornell, en EE.UU, donde estudia la emergencia de sincronías en la naturaleza. Junto al sociólogo Dun Watts descubrió el fenómeno conocido como “el mundo pequeño”. Un ejemplo: dos personas cualesquiera de nuestro planeta se pueden relacionar entre sí por una cadena de, como media, sólo seis conocidos.)

A través de las decisiones importantes de mi vida he aprendido que es mejor fiarse del corazón. Es una idea romántica, pero también es muy práctica. Cuando tomamos decisiones con el corazón o el estómago, son siempre mejores, no sé por qué. Quizás es porque cuando tomamos estas decisiones es porque hay un grado mayor de... estoy perdido, no encuentro las palabras. Creo que todo el mundo sabe que esto es cierto y que cuando se toman decisiones hay que escuchar al corazón, porque tiene toda la información importante. Cuando piensas en la posibilidad de abandonar una idea, o al decidir entre ventajas e inconvenientes, o cuando hay buenos motivos en un lado y en el otro, normalmente el corazón lo sabe. No lo sé, ésta es otra buena cuestión para la ciencia. ¿Por qué el corazón y el estómago son mejores tomando decisiones que el cerebro? (Steven Strogatz)

Capítulo II

¿Existe el Universo?

“Andamos sobre una nube de electrones” (**Eugene Chudnovsky** – Profesor de Física en la Universidad de Nueva Cork, donde estudia los efectos cuánticos macroscópicos en imanes y superconductores. En 1988 postuló teóricamente la inversión cuántica de los polos magnéticos y predijo el llamado efecto túnel de los sistemas magnéticos.)

Cuando nos estrechamos las manos o tocamos algo, los electrones de mi mano son repelidos por los electrones del otro cuerpo, y es por esta razón que mi mano no puede, realmente, atravesar tu cuerpo.

Los electrones del suelo repelen los electrones de nuestros zapatos y por eso andamos sobre una nube de electrones.

Estamos a mitad del camino

“Somos demasiado grandes para ver lo minúsculo, y demasiado pequeños para ver las galaxias. Siempre nos ha gustado estar en medio. En la antigüedad la Tierra era el centro del Universo y Jerusalén era el centro de la Tierra. También nos gusta pensar que en el mundo de las dimensiones nos encontramos en medio. Lo estamos porque existen cosas cuyo tamaño es millones de veces más pequeño que nosotros: los átomos, los núcleos, los quarks, las supercuerdas, bajando de escala. Pero igual sucede con el mundo de lo grande: ahí están la Tierra, el Sistema Solar, la Vía Láctea y por supuesto, miles de millones de galaxias y el Universo en su totalidad. Estamos en el medio. Nos encontramos entre la cosmología, el estudio de lo grande, y la física de partículas, el estudio de las cosas más pequeñas del mundo. Y entre ambos extremos se sitúan las ciencias comunes: la química, la biología, la geología... (Sheldon Lee Glasgow – Premio Nobel de Física en 1979, junto a Addus Salam y Steven Weinberg, por su contribución a la teoría de la unificación de las interacciones débil y electromagnética entre partículas elementales, uno de los pilares del actual Modelo Estándar de la Física de Partículas.)

Capítulo III Así empezó la vida

“Si se repitiera la evolución en otro planeta, creo que se llegaría a algo muy parecido a lo que tenemos en la Tierra” (Stanley Millar – El primer químico que sintetizó compuestos orgánicos en laboratorio, simulando las condiciones atmosféricas de la Tierra primitiva).

La vida no debería estar ahí

“Nosotros no deberíamos estar caminando en este planeta, ya que todas las leyes de la química impiden que esto suceda de forma aleatoria.” (Kenneth Nealson – Investigador de la NASA que dirige un equipo que tienen como objetivo la creación del manual que permita encontrar vida en el espacio a través de biofirmas)

“La vida es una equivocación. No debería estar ahí. De acuerdo con las ecuaciones químicas naturales nunca debería existir, y el motivo por el cual no debería existir es que es muy compleja. Se necesita mucha energía y muy estructurada, es decir de baja entropía, para realizar algo como eso, y nosotros somos incapaces de hacerlo mediante cualquier proceso químico al azar. Tenemos que darnos cuenta de que lo que buscamos es algo a medio camino entre lo termodinámico y lo estructural”.

E.P: ¿Es cierto que se pudo activar una bacteria de un insecto que estuvo atrapada durante diez millones de años en un pedazo de ámbar que se encontró en la República Dominicana? ¿Es posible que esa bacteria pudiera hibernar en el ámbar durante diez millones de años?

K.N: Es cierto. Se trata de unas bacterias que pertenecen a un grupo llamado bacilo, con unas pequeñas branquias...

E.P: Como el bacilo subtilis...

K.N: Sí, muy parecidas al bacilo subtilis, pertenecen al mismo grupo. Se pueden observar en el estómago de un insecto las esporas de los bacilos que se pueden extraer, ponerlas en una placa y resultan ser las mismas bacterias que se encuentran en el

estómago de los insectos diez millones de años después. También son muy resistentes a las sequías y pueden durar cientos de miles de años en la superficie del planeta.

Capítulo IV

La senectud del planeta

“La vida se hace cargo de todo y controla la evaluación.” (James Lovelock – Inventor, escritor e investigador, trabajó para la NASA en los experimentos en su primera misión lunar Surveyor. Es especialista en química atmosférica y uno de los padres de la teoría de Gaia.)

Eduard Punset: ¿Por dónde empezamos? Me imagino aquella fotografía maravillosa de la Tierra –luego hablaremos de Gaia- vista desde el espacio. Aquella visión de un planeta solitario y azul cambió la percepción de mucha gente sobre dónde estamos y qué somos.

James Lovelock: Creo que fue una de las imágenes extraordinarias que he visto jamás: la fotografía de la Tierra vista desde el espacio. Pero creo, que sobre todo, que la verdadera visión estaba en la mente de los astronautas cuando posaron la mirada en su planeta. Cuando hablas con ellos siempre te comentan hasta qué punto se emocionaron, cómo se dieron cuenta de que esa esfera azul era su morada, más que la calle en que vivían, su ciudad o la nación de la que eran ciudadanos.

...

Eduard Punset: Somos tan ignorantes y descuidados que estamos llenando la Tierra de lluvia ácida, provocamos mediante el efecto invernadero el calentamiento del planeta, los cambios térmicos conllevan la subida del nivel del mar y la desaparición de las ciudades costeras. Contemplamos impávidos cómo se agranda el agujero de la capa de ozono. El dióxido de carbono en la atmósfera aumenta y ahora no tenemos la excusa de no saber por qué se murió Marte. Todos estamos de acuerdo en que pueden ocurrir cosas terribles si no cambiamos. Asumamos por un momento que te equivocas y que no fuera demasiado tarde, ¿se puede hacer algo?

James Lovelock: Se puede hacer algo si entendemos que la Tierra es un planeta vivo y habitable. No se puede labrar todo el suelo para alimentar a la gente, porque una parte muy importante de la superficie de la Tierra se necesita para proteger el medio ambiente y mantener el aire adecuado que nos permita respirar. La destrucción de la selva amazónica afecta al clima y al bienestar del mundo entero. Sólo pensamos en la humanidad. Cuando empezamos a pensar en la Tierra como un lugar vivo, constataremos que no se puede pensar sólo en la humanidad: vivimos en un siglo en el que los derechos humanos han estado en el centro de todas las preocupaciones. Seguimos creyendo que lo más importante es beneficiar a la humanidad. Yo digo que se trata de un planteamiento erróneo: primero deberíamos preocuparnos de la Tierra porque dependemos totalmente de ella. Y si no lo hacemos, toda la humanidad sufrirá.

Eduard Punset: Dime cosas concretas que podamos hacer para impedirlo.

James Lovelock: Por ejemplo, obtener mucha más comida a partir de la industria química o bioquímica. Sólo necesitamos de forma muy limitada el suelo para producir alimentos. Se podrían recuperar las grandes selvas del planeta para que pudieran cumplir su función de regenerar el aire y conseguir que el planeta vuelva a ser un lugar apto para vivir. Hay salidas. Pero son salidas basadas en la tecnología, no en su abandono. Algunos ecologistas se equivocan cuando dicen que no se resolverán los problemas hasta que dejemos de desplazarnos en coche, quemar combustibles o comer alimentos transgénicos.

“No somos un superorganismo.” (Edward O. Wilson – Probablemente el mayor experto mundial en hormigas. Gran divulgador y ganador de dos Pulitzer, es conocido internacionalmente como el padre de la sociobiología y creador del término biodiversidad.)

E.P: A menudo mencionas que nuestro cerebro tiene algo que ver con el cuello de botella. De hecho tú has dicho las dos cosas: que hay una sorprendente indiferencia del cerebro hacia el entorno, hacia la protección de las especies ya que nuestro cerebro se preocupa por un área geográfica muy pequeña, y está demasiado preocupado sólo por familiares próximos y tiene una perspectiva muy reducida, de una, dos o tres generaciones. Dices, por otra parte, que el cerebro da muestras de ¿biofilia?...el echar de menos a la naturaleza, ¿es así?

E.O.W: Gran parte de esta dificultad tan grande para salir del cuello de botella se debe al gran nivel de consumismo en el mundo industrializado. Y EE.UU. está a la cabeza del consumo. Se ha estimado que para que todas las personas del mundo –unos seis mil millones- puedan vivir al mismo nivel de consumismo que tienen los estadounidenses, se necesitarían cuatro planetas más como la Tierra. Esto nos pone ante el gran problema de mantener o mejorar la calidad de vida, a la vez que reducimos el consumo. Éste es el gran reto tecnológico al que se enfrenta la humanidad en la actualidad. La tendencia a consumir en exceso y de forma agresiva y competitiva en todo el mundo se debe a que el cerebro está hecho así, es decir que, en parte, es una muestra de la naturaleza del ser humano. Es indiscutible que estamos influenciados por nuestra naturaleza biológica. Un rasgo de la naturaleza humana es la tendencia de las mujeres a rebajar el índice de fertilidad cuando son independientes, es una calidad de la naturaleza humana providencial y maravillosa. Otra es pensar sólo a corto plazo: como mucho, cuando pensamos en el futuro, pensamos en la próxima generación y sólo en un espacio muy pequeño, a lo sumo, en nuestra propia comunidad y como mucho en nuestro país. El resultado es que cometemos unos errores terribles en los campos de la planificación económica y de recursos. También es muy fácil comenzar una guerra y tener un comportamiento agresivo, debido a esta poca visión. Tenemos que superar esto, y la mejor forma de hacerlo es comprendiéndonos. Es decir, el planteamiento actual es el subproducto del pasado: se debe al hecho de que era un tipo de conducta muy beneficioso cuando la humanidad estaba evolucionando y vivíamos en pequeñas bandas y tribus por todo el mundo. Desde una perspectiva darwiniana, era una cuestión de supervivencia y reproducción y era muy inteligente. Si sólo pensamos a corto plazo, hay que hacer las cosas bien y sobrevivir hasta mañana, enfrentarse a los enemigos que nos rodean. Ahora que tenemos más conocimiento y sabemos más, sobre todo teniendo claro lo que esto está produciendo a escala global, deberíamos superarlo. También podemos superar nuestra tendencia a destruir a otros organismos y al biosfera que nos soporta. Si nos damos cuenta de que somos unos Hitlers, incluso si no nos importan las dos o tres generaciones siguientes, estamos perdiendo algo que es muy importante para el espíritu humano, para el alma, ¿puedo utilizar esta palabra? Porque de todo lo que sabemos sobre la evolución de la humanidad y de todas las criaturas, es lógico esperar que, si como seres humanos evolucionamos en un hábitat en particular, en la sabana o en el bosque tropical, también adquirimos un programa en el cerebro, un instinto de gusto hacia ese entorno...

E.P: Es lo que llamas biofilia. ¿Tienes confianza en que esta biofilia, este placer de compartir genes comunes, implicará un cambio cultural en los seres humanos?

E.O.W: Yo creo que sí. Creo que la comprensión del origen de los seres humanos y la naturaleza humana como parte de nuestra investigación de cómo funciona la mente revelará que tenemos unas necesidades psicológicas profundas, y que no sólo desarrollamos ciertas relaciones entre nosotros, sino también con el resto de la vida.

E.P: Un planteamiento que se encuentra también en tu forma de pensar y que encuentro muy interesante es cuando intentas explicar, o recordar, que la conservación del medio ambiente no es contraria a las leyes de la economía. Dices: “Démonos cuenta de lo que estamos abandonando y que ahora es gratis: el enriquecimiento del suelo, la regulación del clima”, ¿y qué más?

E.O.W: O del aire mismo que respiramos y que nos lo ofrece el resto de la vida.

E.P: Y probablemente es más grande que cualquier crecimiento...

E.O.W.: De hecho, hace muchos años un equipo de economistas y biólogos intentaron estimar el valor en dólares del mundo natural que destruimos: el agua, el aire, el suelo, etc. Y la cantidad que obtuvieron fue treinta y tres trillones de dólares al año.

E.P: ¡Trillones!

E.O.W: Trillones con T: mil billones americanos (un billón americano son mil millones en la nomenclatura europea). Equivale al producto bruto mundial; es decir, la producción humana en términos económicos para todo el mundo. Y se nos ofrece de forma completamente gratuita, y al destruir el mundo natural hay que reemplazarlo con nuestra propia máquina económica, en otras palabras, cuando destruimos un bosque o una reserva de agua que se nos ofrece...

E.P: Gratis...

E.O.W: Agua gratuita que destruimos, cosa que sucede en todo el mundo, entonces tenemos que reemplazarla con dispositivos de filtración y eso cuesta millones, cientos de millones de dólares. Paso a paso lo que estamos haciendo es convertir el planeta Tierra –literalmente- en una nave espacial, donde nosotros como especie no podemos relajarnos, no podemos sentarnos y dejar que la naturaleza nos suministre todos esos servicios. Tenemos que estar como si viviéramos en el espacio, en un vehículo espacial, siempre arreglando, midiendo, discutiendo para poder hacer que las cosas funcionen. Es de locos.

Capítulo V

La degradación de la vida

“Lo óptimo en un mundo peligroso es tener un nivel moderado de ansiedad!” (**Kenneth Kendler** – Profesor de Psiquiatría y Genética Humana que se centra en los factores ambientales y genéticos que desencadenan las depresiones severas, la esquizofrenia, el abuso de drogas como el tabaco y el alcohol.)

E.P: De alguna forma parece que nuestros genes nos dejaron bien preparados para el entorno de hace cuarenta mil años. Estamos bien preparados para luchar contra las características amenazas de cuarenta mil años atrás, pero estamos bastante mal entrenados para el entorno moderno en el que las amenazas han cambiado.

K.K: Exacto. Y eso es fascinante para los que trabajamos en este campo: ¿por qué todavía hay gente que acude a la consulta con miedo a las arañas, a las serpientes, a las ratas o a los rayos, y en cambio, nadie tiene un miedo irracional a las armas de fuego, a los automóviles o a los aparatos eléctricos, que son las cosas que realmente pueden producir daño a los niños? Mucha gente piensa que los seres humanos, por evolución, estamos predispuestos a desarrollar miedos hacia cierto tipo de estímulos que fueron peligrosos en el periodo evolutivo. Y la evolución no ha tenido tiempo de ponerse al día

con el hecho de que hoy son más peligrosas las armas de fuego o un aparato eléctrico que una serpiente o una araña.

Las bases biológicas del psicópata

“En un mundo utópico, el psicópata sobresaldría como depredador porque es lo que hace, aprovecharse de los demás. Podríamos vivir en una utopía perfecta y siempre habría psicópatas.” (Robert Hare – Profesor emérito de Psicología. Es el creador de la prueba PCL-R, que actualmente usa la mayoría de investigadores y médicos para diagnosticar una psicopatía.)

E.P: Gracias a tus investigaciones, y a las de otros, en la actualidad podemos diferenciar claramente a los criminales y delincuentes que son psicópatas de los que no lo son. Como características de los psicópatas subrayas la falta de empatía, la incapacidad de ponerse en el lugar de otros, la falta de conciencia y de remordimiento. ¿Cómo se puede explicar la falta de empatía o de conciencia? ¿Recuerdas ejemplos reales?

R.H: Hay muchos casos en los que se manifiesta su falta de empatía. Sucede cuando no se es capaz de ponerse en el lugar del otro de forma más emocional que intelectual. Es decir que un psicópata puede entrar en tu cerebro e intentar imaginar lo que piensas, pero nunca podrá comprender cómo te sientes. Es como intentar explicarle los colores a un daltónico.

En EE.UU. se dio un caso muy ilustrativo. Se iba a condenar a un sospechoso del asesinato de siete u ocho mujeres por el asesinato de tres, porque no se podían demostrar los otros crímenes. Para intentar que confesara, se le decía que pensara en el sufrimiento de las familias de las víctimas, pero como era un psicópata no se inmutaba porque no entendía de qué le hablaban. Yo impartí una conferencia acerca de los psicópatas y los investigadores de los homicidios estaban entre el público. Después supe, por el juez, que se había resuelto el caso porque el culpable había confesado. Confesó porque dejaron de apelar a su sentido de lo bueno y lo malo, a su sentido de conciencia y de empatía, porque carecía completamente de ellos. Y apelaron a su sentido de la grandeza, diciéndole que él no era un asesino en serie porque sólo había matado a tres personas. Le dijeron que si hubiera asesinado a otras siete, ya sería un verdadero asesino. Y el sospechoso confesó de inmediato.

...

“Uno de los hallazgos más significativos es que, mientras un psicópata intenta analizar algo que contiene una carga emocional como fotografías o palabras, las partes de su cerebro que se activan no son las mismas que las que se activan en la gran mayoría de personas”

...

“En 1994 descubrimos, por medio de un aparato en el laboratorio, que los psicópatas procesan el lenguaje en los dos hemisferios. Y no es una manera muy eficiente de hacer las cosas, ya que uno de los dos lados tiene que estar a cargo de todo. Hace poco se descubrió que los psicópatas procesan las emociones en los dos hemisferios, en lugar de procesar las emociones negativas en el hemisferio derecho interior, en la parte frontal del cerebro.”

Maltrato infantil y violencia asesina

“Ni la mayoría de enfermos mentales son violentos, ni la mayoría de los que tienen defectos neurológicos son violentos, ni la mayoría de los que han sido maltratados en la

infancia son violentos. Pero cuando estos tres factores se dan a la vez en un individuo, éste es muy vulnerable a la violencia y es muy difícil inhibir ese impulso.” (Jonathan Pincus – Jefe de Neurología del Hospital de Veteranos de Washington DC)

Capítulo VI

No te puedes fiar del cerebro

El cerebro está encerrado a oscuras

“Los humanos tenemos endoesqueleto y los crustáceos exoesqueleto. La diferencia es inmensa.” (Rodolfo Llinás – Empezó estudiando a las neuronas en el microscopio para convertirse después en el fundador de la neurociencia. Ha sido postulado varias veces para el Premio Nobel por haber revolucionado el concepto que se tenía sobre el sistema nervioso al proponer una nueva manera de entendernos a nosotros mismos y nuestra interacción con la realidad).

E.P: Tú has dicho que sólo tienen cerebro los que lo necesitan. Las plantas no tienen sistema nervioso.

R.LI: Sí, así es. La gente piensa que el cerebro apareció de repente y no es verdad, apareció trabajosamente y ha tardado setecientos cincuenta millones de años en ser como es. El proceso fue el siguiente: los organismos unicelulares, que vivieron como células únicas dos mil millones de años, decidieron formar una corporación, es decir, un animal, porque presenta grandes ventajas. Entonces se creó un sistema que podía interactuar con cosas más grandes. Y así surgieron dos filosofías vitales diametralmente opuestas. La filosofía de las plantas, seres vivos como nosotros que tienen circulación, se reproducen y mueren, pero no se mueven activamente. Si hay un incendio, los árboles no salen corriendo, pero los monos que hay en los árboles sí. Ésta es la filosofía de estar quieto: no me puedo mover y haré lo mínimo necesario para sobrevivir. Y luego está la otra filosofía, la del movimiento. Pero para moverse se requiere el sistema nervioso. Entonces surgió el sistema nervioso y evolucionó a partir de la necesidad de moverse.

E.P: ¿Qué organismo originó el primer esbozo de este artilugio que luego fue cableado e intrínsecamente capaz de generar imágenes que emulan la realidad exterior, aunque no sean exactas?

R.LI: Si se busca el animal que demuestre esta hipótesis, el eslabón perdido de cómo apareció el sistema nervioso, se encuentran unos animales llamados tunicados que viven en el fondo del mar: son como una especie de botella, tienen una piel delgadita, de un color muy bonito, azulado, y sólo toman agua y la empujan con un filtro. Simplemente tienen una entrada y una salida de agua, y este sistema tan mínimo no requiere cerebro, sólo un cerebro muy primitivo, digestivo, que activa una sencilla bomba de agua. Y no necesitan saber qué hay fuera ni adónde dirigirse para buscar agua, porque están rodeados de agua. Cuando se reproducen, generan una semilla inteligente, y esto es lo más extraordinario. Casi todos los vegetales generan millones de semillas, pero muchas se mueren o no germinan. En cambio, la semilla de los tunicados, que es móvil como un renacuajo, tiene la capacidad de recibir luz y sabe dónde es arriba y abajo, es decir, que tiene un sistema vestibular, tacto y la posibilidad de entender muy brevemente el mundo externo. El tunicado se mueve activamente pero sólo vive una hora, porque en una hora se le agota la batería, ya que carece de aparato digestivo. Nace con una yema que come a medida que va muriendo. Y en el transcurso de esa hora debe buscar un sitio donde

fijarse. Cuando encuentra ese lugar, se fija en él, mete la cabeza y absorbe su propio cerebro, porque ya no lo necesita.

E.P: El 90% de las actividades del sistema son automáticas. ¿Y el resto?

R.LI: Como humanos, somos animales cerebrales. Nacemos desnudos, sin capacidad de sobrevivir solos, y morimos con forma casi de feto. Siempre somos como niños. Si medimos nuestra fuerza dentro del reino animal, estamos a menos cero: una gallina corre casi más rápidamente que nosotros, cualquier animal nos gana corriendo. En vez de desarrollar una gran fortaleza física, hemos cultivado un nuevo sistema interactivo para pensar y solucionar problemas sin movernos. Dentro del cerebro se realizan todas las posibles soluciones para poder desarrollar la mejor, como hacer una escalera. El sistema nervioso tiene capacidad, pero requiere poder respirar, digerir o moverse sin tener que pensar. De eso se ocupa el cerebro automático, vegetativo, que vive en el tallo cerebral y el hipotálamo. El otro es el que genera la conciencia.

E.P: Y es el más reciente, el que ha crecido más tardíamente.

R.LI: Existen dos grandes sistemas: el más primitivo, el de las pasiones, el dolor, que es una pasión, la envidia, la pereza, la lujuria, comer y sentir, que no es negociable. Alguien te gusta o no, algo te da placer o no, como al reptil. La posibilidad de negociar con la realidad sólo se da con el segundo sistema, el del neocórtex, aunque está completamente dominado por las pasiones.

El difícil diálogo entre emociones y conciencia

“Es muy cómodo pensar que podemos controlarlo todo conscientemente, pero al cerebro también le resulta fácil actuar inconscientemente. Si no fuera así, estaríamos tan ocupados calculando cada uno de nuestros pasos o cada respiración que no seríamos capaces de hacer nada importante.” (Joseph Ledoux – Dirige el Centro de Ciencia Neuronal de la Universidad de Nueva Cork, donde estudian las bases biológicas de emociones tales como el miedo, de gran importancia a la hora de entender los cada vez más frecuentes cuadros de ansiedad que sufre la vida moderna.)

E.P: Tú siempre subrayas la importancia de la amígdala. ¿Qué parte del cerebro ocupa la amígdala que controla, al parecer, nuestras emociones? Todos los especialistas estás de acuerdo en que la amígdala es la responsable de nuestras emociones, y en que la conexión entre la amígdala y la percepción en el neocórtex o el cerebro global no es simétrica. Es decir que la amígdala controla nuestro cerebro mediante emociones y pasiones, pero el cerebro apenas puede controlar la amígdala. Es terrible, ¿no crees?

J.L: Sí, es cierto. La amígdala está relacionada con emociones como el miedo, y su función es detectar los estímulos peligrosos. Si un oso te ataca, la amígdala detecta el peligro y produce una respuesta sin que tengas que preocuparte de nada: reaccionas ante el peligro. Por ejemplo, si en Nueva Cork estás caminando por la calle y un autobús está a punto de atropellarte, reaccionas y te apartas, el autobús pasa de largo y entonces te das cuenta de que has estado en peligro. Es un aspecto curioso del funcionamiento de la amígdala: por una parte, te salva la vida en situaciones peligrosas, pero, por otra, ejerce un control sobre el córtex cerebral que es mayor del que ejerce el córtex cerebral sobre la amígdala. Y lo sabemos por nuestra propia experiencia. Cuando sentimos ansiedad, miedo o estamos deprimidos, no podemos obligar a nuestro cerebro emocional a que detenga esa angustia, ese miedo o esa depresión, sino que sólo se puede superar con el tiempo. Cuando nos afecta un determinado estado emocional, hay ciertas hormonas y elementos químicos que nos mantienen inmersos en ese estado, y es muy positivo,

puesto que si te ataca un oso, una serpiente o cualquier otro depredador, no te conviene pensar que tus acciones cotizan en la bolsa o en lo que cenaste anoche, nino que debes concentrarte en lo que es importante en ese momento. Mientras dure esa situación no puedes pedirle a tu cerebro que te deje libre. Las emociones siguen su curso natural.

Existo, luego pienso

“No se puede decir “pienso, luego existo”. Lo correcto es “existo, luego pienso””. (Antonio Damasio – Jefe de Neurología en la Universidad de Iowa, en EE.UU., estudia los mecanismos fundamentales de la cognición y las perturbaciones cognitivas y de comportamiento causadas por enfermedades del sistema nervioso central.)

A.D: A decir verdad, me gusta **Descartes**, es un gran pensador, pero creo que la forma en que se ha interpretado su formulación ha tenido una influencia negativa en nuestra forma de pensar. Parece que sólo importa pensar, la razón, y que lo que subyace a ella, al emoción y el ser, son menos importantes, cuando en realidad forman un todo. Lo mejor que podemos decir es que “somos”, que la vida reside en nuestro organismo y que tenemos emociones y sentimientos, y que todo esto tiene una gran influencia en la imaginación, el proceso de pensamiento y de razonamiento. Por tanto, en definitiva, las mayores conquistas de nuestro organismo –la razón, por supuesto, y la creatividad- no están separadas, no se encuentran en otro nivel ni surgen de arriba abajo, sino que surgen de abajo arriba, son la continuación hacia algo muy complejo pero que, en realidad, emana de la representación del cuerpo, del organismo y su vida.

E.P: Tu acuñaste una frase fantástica al respecto: “Los órdenes más bajos de nuestro organismo están en el rizo de la razón superior”. Por tanto, en realidad todo se encuentra mezclado. Ésta fue tu primera gran contribución, ¿verdad?

A.D: Está todo mezclado y es una mezcla en forma de rizo: por tanto, en vez de ver la emoción aquí y la razón ahí, como las capas separadas de un pastel, lo que pasa en realidad es que nos encontramos con la emoción interfiriendo en la razón y con la razón modificando la emoción.

E.P: Lo que le preocupa al cerebro es sobrevivir.

A.D: Desde luego.

E.P: Como dice **Richard Gregory**, el cerebro no se ha diseñado para buscar la verdad, sino para sobrevivir. La supervivencia está, en realidad, en la base de todo.

E.P: ...Me pregunto si el cerebro funciona realmente, con tantas guerras y violencia...¿Tenemos un exceso de cerebro? ¿Hemos perdido su control? ¿Podemos mejorar este control? ¿Qué te parece?

A.D: ...Muchos comportamientos que consideramos malvados o terribles son perfectamente explicables por la forma en que está diseñado el cerebro y su interacción con el entorno.

E.P: Por ejemplo...

A.D: Por ejemplo, ciertas muestras de enfado y agresión surgieron en un determinado momento de la evolución como respuesta a cierta realidad. Ya en las primeras etapas, los humanos convivían con depredadores en la selva y desarrollaron ciertos tipos de comportamiento para su defensa personal. La mayoría de estos comportamientos y diseños ya no sirven en una sociedad que ha pasado de ser cazadora y recolectora a agrícola, y de agrícola a urbana. Por tanto, ciertos comportamientos que tienden a la agresión suceden de forma automática, pero podrían controlarse si se conocieran mejor.

E.P: ¿Y la educación? A mí nadie me explicó nada sobre las emociones ni las técnicas de meditación que pueden dignificar el comportamiento. Ninguno de mis compañeros de clase distinguía el sistema límbico del neocórtex. ¿Están cambiando las cosas?

A.D: Creo que están cambiando a pasos agigantados. Necesitamos que estos cambios ocurran, que haya personas que comprendan mejor cómo actúan, por qué reaccionan ante ciertas cosas. Y será muy importante, ya que la velocidad de la vida y la cantidad de información disponible están aumentando enormemente, y las personas necesitan – especialmente en relación con las emociones- tener una base en la que sostenerse. La gente necesita relacionarse y comprender qué significan emociones como el miedo, la felicidad, la tristeza respecto a su vida; necesitan comprender qué es la empatía. Son cosas fundamentales, especialmente en un mundo donde existe una red de comunicaciones que permite acceder a cualquier sitio muy rápidamente. En Internet existe una gran cantidad de información que no está digerida. Verás, cuando había tiempo para pensar y reflexionar era distinto, ahora todo llega demasiado deprisa y en grandes cantidades. Hay que ayudar a la gente a entender el valor de las cosas, a saber relacionar esta información con los aspectos fundamentales de la vida y la muerte...

Capítulo VII

Los tahúres de la conciencia y el alma

No hay ningún responsable.

“Ninguna célula sabe quién eres ni le importa.”

“Si dios existe, se manifiesta muy poco” (**Daniel Dennet** – Filósofo pionero en proponer un modelo computacional de la mente. Criticado por algunos filósofos que mantienen que ciertos aspectos de la conciencia nunca podrán ser reproducidos por un ordenador, y alabado por investigadores y seguidores de la Inteligencia Artificial.)

E.P: ¿Quién se ocupa del cerebro, suponiendo que alguien se ocupe?

D.D: Es una idea que asusta un poco. El cerebro tiene diez mil millones, quizá cien mil millones de neuronas, y eso es todo. Ni una sola neurona sabe quién eres ni le preocupa. Son demasiado estúpidas para esto. Por tanto, tiene que tratarse de una democracia, las neuronas trabajan en equipo y compiten entre ellas sin que nadie se ocupe de ello, porque nadie puede ocuparse de ello. Si todavía existe una teoría de la conciencia con un jefe supremo, es una mala teoría.

E.P: ¿Cuál es, entonces, el papel de la intuición? **Einstein** dijo que, en último término, los descubrimientos nacen de una gran intuición.

D.D: Es verdad, pero ¿qué es la intuición? Cuando se tiene una idea brillante y se dice que se ha llegado a ella mediante la intuición, en realidad se reconoce que no se sabe cómo se ha llegado a esa idea. En otras palabras, se dice que ha sucedido en el cerebro, en las neuronas en funcionamiento, compitiendo entre ellas, sugiriendo ideas... El cerebro de algunas personas es mejor que el de otras para generar ideas nuevas, probablemente por sus hábitos de pensamiento adquiridos. De hecho, se adiestran a sí mismos para pensar de manera diferente, pero no hay nada extraordinario en ello.

El poder de la mente

“Es la conciencia la que modula la materia.” (**Deepak Chopra** – Endocrinólogo que explora una medicina que integra la mente y el cuerpo.)

E.P: Has dicho que en lugar de crear conscientemente enfermedades deberíamos concentrarnos en cultivar la salud. ¿A qué te refieres exactamente?

D.P: Mi idea es que centrarse en algo conlleva volverlo más sólido. Si quieres mejorar tu salud, no debes pensar en la enfermedad ni sus mecanismos. En la facultad de medicina se estudia mucho la enfermedad, pero no la salud. La salud es la ausencia de enfermedad, un estado de felicidad, creatividad, vivacidad, vitalidad... Bienestar físico, emocional y espiritual, en suma.

E.P: ¿Existe algún sistema para alcanzar el bienestar? Pensaba en la posición del cuerpo, la respiración, la meditación...

D.C: El cuerpo humano ha evolucionado durante millones de años y ha desarrollado procesos internos de curación. Si duermes en el suelo y te hieres, no mueres desangrado porque tu cuerpo inicia un proceso de coagulación que detiene la hemorragia. Si coges una infección, tu organismo sintetiza inmediatamente un anticuerpo con efecto preciso sobre esa infección en particular. Si nunca has estado expuesto a neumococos pero tu abuelo sí, las células inmunitarias de tu organismo recuerdan cómo combatir los gérmenes. El cuerpo humano es la mejor farmacia que pueda existir: sintetiza tranquilizantes, sustancias para dormir, anticuerpos, células inmunitarias, fármacos contra el cáncer y antiinflamatorios. Si surge una necesidad, el cuerpo lleva a cabo la síntesis correcta, en el momento correcto, para un órgano concreto y sin efectos secundarios.

E.P: ¿Sostienes que diferentes estados de conciencia se traducen en diferentes niveles de inmunorreactividad, metabolismo y otras funciones corporales?

D.C: Sí, es una idea muy avanzada: la fisiología, el sistema autoinmune, el sistema nervioso, el endocrino e incluso la conducta están influenciados por el estado de conciencia. Si se tiene un estado de conciencia temeroso, el nivel de inmunidad será muy bajo, no funcionará bien. Por el contrario, se ha demostrado que las células inmunitarias producirán tranquilizantes similares a los medicamentos que tomamos si se está tranquilo. La diferencia es que se permite a las células inmunitarias que hagan su trabajo tranquilamente, y la molécula sólo va a donde se genera el impulso.

E.P: ¿Se parecen, entonces, esta teoría y la voluntad de la gente de la calle de pensar positivamente para sentirse bien?

D.C: No se puede comparar porque pensar positivamente puede ser una impostura muy artificiosa. Pensar es un proceso espontáneo, como respirar. Querer tener pensamientos positivos y evitar los negativos hace que los negativos se vuelvan más intensos, y se acumula mucho estrés. Es decir, la voluntad de pensar sólo en positivo es muy estresante. Es necesario no pensar en todo a la vez y crear un estado de tranquilidad vital y de calma interior. Si el cuerpo y la mente están calmados, la inteligencia interior surge del cuerpo espontáneamente.

Capítulo VIII

Destruir las barreras del espacio y del tiempo

“Viajar al futuro es un efecto real. Viajar al pasado es más problemático.” (Paul Davies – Físico australiano que investiga cosmología, teoría cuántica de campos y astrobiología. Ha escrito el libro “Como construir una máquina del tiempo” aclamado en todo el mundo.)

E.P: Quisiera formularte una última pregunta sobre un tema que ha aparecido repetidas veces a lo largo de nuestra conversación, la relación entre la vida y el procesamiento de la información cuántica, los cuantos y el viaje en el tiempo. ¿Existe alguna manera de

explicar esto para que se pueda comprender y resumir las relaciones entre el viaje en el tiempo, el procesamiento de la información cuántica y la vida?

P.D: Creo que el tema que enlaza todas las preguntas es la información. Creo que la vida no aparece mezclando los productos químicos adecuados de forma correcta. Una célula viva no es una mera fórmula mágica, es un sistema de procesamiento y de réplica de información. Creo que el secreto de la vida radica en entender la información. En los últimos diez años nuestra concepción de la naturaleza de la información se ha transformado a causa del desarrollo de la computación cuántica. Se intenta almacenar y procesar información de nivel atómico utilizando las extrañas reglas de la física cuántica, como hemos apuntado en nuestra conversación. Las mismas reglas peculiares de la física cuántica se aplican a la producción del agujero de gusano cuántico y la idea del viaje en el tiempo utiliza mucho estas ideas. Las paradojas que aparecen en el viaje en el tiempo también están relacionadas con la información. El problema de enviar información hacia el pasado es que crea paradojas. Y el problema no se encuentra en el viaje de los objetos, sino en la información que generan estas paradojas. A mi juicio, está apareciendo otra idea de ciencia en la que la información juega un papel protagonista, en lugar de la materia. Durante siglos los físicos han pensado que la materia es la sustancia primitiva, la base de las teorías físicas. Yo creo que ahora existe un movimiento que concibe la información como la magnitud primaria y la materia como algo que emerge de un entendimiento correcto de la información. Es sólo una conjetura que puede parecer un poco disparatada, pero no soy el único en formularla. **John Archibald Wheeler**, el físico que acuñó los términos agujero negro y agujero de gusano, también sostiene que la información es la base de todo. Wheeler lo expresa de forma maravillosa, muy poética: dice “it from bit”, que equivale a decir que los objetos físicos emergerán de los bits de información. Se intuye, pues, este proceso de acoplamiento entre información y materia, aunque de momento sólo podemos hacer conjeturas, porque todavía no lo comprendemos del todo.

Aprender soñando

“El papel de los sueños es lanzarnos a situaciones sociales extraordinarias.” (**Nicholas Humphrey** – Psicólogo que ha estudiado la evolución de la inteligencia y la conciencia humanas. Fue el impulsor de la teoría que proponía la función social del intelecto.)

...

E.P: Es decir que utilizamos los sueños igual que el piloto usa el simulador de vuelo para aprender a volar.

N.H: Exacto, es una analogía muy acertada.

N.H: ...Los seres humanos somos criaturas muy asustadizas y necesitamos conocer nuestro futuro...

E.P: Somos muy vulnerables en un mundo tan complejo...

N.H: Si, el mundo asusta y desde que nacemos intentamos encontrarle un sentido, predecirlo para entender quiénes somos, dónde estamos y adónde nos dirigimos. Los sueños ofrecen esta posibilidad, pero creo que son una ilusión, como el psicoanálisis, aunque muy atractiva, porque responde a la búsqueda de sentido.

E.P: Hace años trabajaste con una mona llamada Helen que tenía una clara preferencia por ciertos colores, como los humanos: le encantaba el azul y detestaba el rojo.

N.H: Conozco dos historias relacionadas con los monos. Por una parte los monos tienen preferencias muy marcadas por ciertos colores, pero Helen era una mona especial...

E.P: Era ciega.

N.H: No era ciega, eso es lo extraordinario, pero no podía ver los colores. Los monos normales tienen sentimientos increíbles acerca de los colores, mucho más fuertes que los que creemos que tienen los seres humanos. Los monos no soportan la luz roja. Si introduces un mono en una habitación con luz roja, temblará y se agachará, y si se le expone a luz azul o verde, se calmará.

E.P: Pero ¿Sabes que si formulamos la misma pregunta a un ser humano casi el noventa por ciento de la gente prefiere el azul?

N.H: Sí, es verdad, si hablamos de preferencias muy generales como ¿qué tipo de luz te gustaría tener en tu habitación? O ¿bajo qué tipo de cielo te gustaría vivir? Otra cosa muy interesante en casos patológicos es que cuando alguien sufre cierto tipo de daño cerebral, se vuelve mucho más sensible a los colores. Existe una enfermedad que afecta al cerebelo, situado en la parte posterior del cerebro, una parálisis del cerebelo, y las personas que la sufren se agitan y mueven los brazos. Si están en una habitación con luz azul o si se ponen gafas con cristales azules o verdes se calman, mientras que con gafas rojas su agitación se intensifica hasta que caen al suelo. Es un puro efecto del color.

E.P: ¿Dices que en los sueños el razonamiento es más complejo y sofisticado que en la vigilia? Creo que la evolución debería hacer que pasáramos más tiempo soñando que pensando.

N.H: Creo que los sueños son una forma de conciencia muy sofisticada, uno de los mayores logros de la mente humana. Es indiscutible que mientras soñamos la mente está en uno de sus momentos más creativos.

E.P: Si soñar es una de las actividades más sofisticadas de la mente humana, está claro que los sueños no son inútiles.

N.H: Eso creo yo, y espero haberte convencido. Si algo está relacionado con la mente humana y el cuerpo de manera inteligente, significa que responde a algún propósito. Y además, soñar es una gran fuente de placer. La selección natural de **Darwin** no lleva a nada en vano.

Capítulo IX

¿Hablaban los neandertales?

El tamaño de nuestro cerebro

“No conozco a ningún chimpancé que tenga sentido del futuro” (Phillip V. Tobias – Especialista en nuestros ancestros humanos, especialmente el Homo australopitecus y el Homo habilis. Fue uno de los líderes de la oposición a la política del apartheid.

Ralph Holloway: Se demostró que los chinos tienen más áreas iluminadas que los ingleses porque en su lengua se pronuncian más entonaciones. Pero lo más significativo es que los chinos no nacen con este modelo cerebral, sino que con el desarrollo de su lengua ciertas partes del cerebro aumentan de tamaño. Por tanto, la influencia del entorno afecta realmente a la estructura del cerebro, y viceversa. Por otra parte, todos los seres humanos aprenden la lengua de su cultura en el mismo periodo de tiempo. Por tanto, es indiscutible que existe un componente genético en el lenguaje.

E.P: Es un tema muy interesante, porque la invención juega con la ambigüedad característica del lenguaje. Un dicho popular castellano dice “hablando la gente se entiende”, pero la experiencia demuestra que, a veces, el lenguaje confunde, porque es vago e interpretable. ¿Qué os parece?

P.T: Existen muchas diferencias entre la comunicación humana moderna y la comunicación animal, pero es indiscutible que sin el lenguaje -especialmente el hablado, aunque se cree que el lenguaje por signos apareció antes, y el lenguaje musical- es inconcebible el sentido del futuro.

No conozco a ningún chimpancé que tenga sentido del futuro más allá del futuro inmediato, de la satisfacción de las necesidades biológicas, como el hambre, el sexo, el peligro, la fatiga, el sueño... En contraste, los humanos pueden planificar, si quieren, su futuro, incluido un futuro muy lejano, o la predicción meteorológica. El lenguaje permite hacer pronósticos y predicciones. Y el modo subjuntivo del lenguaje, inexistente en la comunicación de los chimpancés, los gorilas o los orangutanes, es muy significativo. Como ha dicho **Chomsky** tantas veces, no podemos utilizar el lenguaje si desconocemos la gramática, porque es muy diferente decir “yo te mato” que tú me matas”. Son las mismas palabras, pero el significado es opuesto. Y “Yo y tú matamos” implica un tercer significado, pero las palabras son las mismas.

El instinto del lenguaje

“Los niños no se limitan a repetir las palabras, sino que adivinan las reglas del lenguaje ellos mismos.” (Steve Pinker – Psicólogo experimental y director del Centro de Neurociencia Cognitiva en el MIT, en Estados Unidos. Sus trabajos de investigación se centran en cognición visual y en la psicología del lenguaje. En sus publicaciones defiende que el lenguaje es un instinto humano.)

S.P: Desde muy pequeños los niños emiten nuevas palabras y combinaciones de palabras que demuestran que su mente funciona muy activamente. No se limitan a repetir frases, sino que adivinan las reglas. En inglés, muchos niños cometen el error de usar el sufijo regular para la forma del pasado y aplicarlo a los verbos irregulares. Y en castellano ocurre lo mismo, porque es una lengua con muchos verbos irregulares. Los niños utilizan la conjugación regular en muchos verbos irregulares. Eso demuestra que no sólo memorizan los giros concretos que han oído, sino que espontáneamente aplican las reglas que han intuido.

E.P: ¿Y el resto de animales? En parte, los animales tienen este instinto, pero muchos antropólogos y biólogos sostienen que no existen diferencias entre los animales que tienen este instinto y los que no. ¿Es así?

S.P: Muchos animales se comunican y ciertos sistemas de comunicación son muy complejos. Por ejemplo, el lenguaje de las abejas es una danza, que indica la distancia y la dirección en que se encuentra el alimento. Los monos emiten muchos avisos diferentes que indican distintas intenciones o emociones. Pero el lenguaje humano es muy diferente de los sistemas de comunicación de otros animales. En primer lugar, es muy difícil encontrar señales animales que se refieran a algo. Los sistemas de comunicación animal, generalmente, se relacionan con los estados emocionales o con ciertas intenciones. Referirse a algo sin expresar ninguna intención es inconcebible en los sistemas de comunicación animal. Otro rasgo particular del lenguaje humano es la gramática, y no me refiero sólo a las normas que aprendemos en la escuela, sino al algoritmo que ordena las palabras en frases de manera que el significado de la frase pueda ser procesado en función de las palabras individualizadas y cómo están unidas entre ellas. En otros sistemas de comunicación animal impera la repetición.

E.P: Pero sin orden.

S.P: Son combinaciones y un orden sin significado.

E.P: ¿Es porque nosotros somos digitales?

S.P: En parte sí, se debe a que somos digitales. El pensamiento humano es muy digital y nuestro lenguaje refleja nuestros pensamientos. Si quiero referirme a un animal medio gato medio pato, no puedo realizar un sonido intermedio entre “g” y “p”. El lenguaje humano es abstracto, digital...Si digo que alguien es joven o viejo, divido digitalmente la edad en dos categorías, aunque en realidad no existe una frontera entre la juventud y la vejez. La división de la continuidad en dos categorías es propia del lenguaje humano: grande y pequeño, sabio e ignorante...El lenguaje digitaliza la realidad.

E.P: Y, en cambio, a veces las interacciones sociales son perjudicadas por el lenguaje, ¿verdad? Un colega tuyo, **Daniel Goleman**, decía que seguimos reaccionando con las mismas emociones -casi rugidos- con los que reaccionábamos hace diez o veinte mil años. Era un lenguaje adaptado a esas situaciones primitivas, pero que ya no está adaptado a la sociedad actual.

S.P: Es completamente cierto. El lenguaje sirve para expresar ciertos significados, pero no todos. Al ser el lenguaje digital, no sirve para expresar mensajes analógicos, prácticos, parecidos a cómo construir algo o cómo atarse los cordones de los zapatos, no lo lograríamos, porque requiere movimientos musculares de una precisión de fracciones de milímetro y el lenguaje sólo nos permite expresar categorías digitales como grande, pequeño, izquierda, derecha, arriba, abajo...

Además, el lenguaje es demasiado etéreo para expresar emociones, de ahí la necesidad del arte, la música, el teatro y la literatura. Otra dificultad que conlleva el lenguaje es que es demasiado fácil mentir, de forma que el oyente tiene que adivinar si su interlocutor es sincero...

E.P: O miente.

S.P: Por eso la gente no sólo escucha las palabras, sino que también observa la expresión del rostro, los gestos, las reacciones corporales... Tartamudear o ruborizarse es tan significativo como las palabras que se pronuncian. Existe, por tanto, un segundo canal de comunicación que expresa sentimientos que el lenguaje no puede transmitir.

E.P: Si el lenguaje es digital, ¿el cerebro también es digital?

S.P: Yo no creo que el cerebro sea en conjunto digital. Ciertos niveles cognitivos superiores de razonamiento son digitales, pero gran parte del funcionamiento del cerebro es analógico, como la percepción. Por ejemplo, puede percibir miles de gradientes y de luminosidad, y variaciones casi infinitas de las formas. Y gran parte de la intuición y del sentido común tampoco son digitales. Puede ser que no confíe en una persona, pero no tengo por qué desconfiar absolutamente o confiar plenamente en ella; la confianza es analógica.

E.P: No es una cuestión de ceros y unos como ocurre con los ordenadores.

S.P: Creo que gran parte de la inteligencia animal es analógica mientras que el pensamiento humano se caracteriza por ser tan digital, tan proposicional, tan lógico que se diferencia de los sistemas de pensamiento analógico que hemos heredado de los demás animales. Sin embargo, no todo el pensamiento humano es digital. Me parece muy interesante que existan distintos niveles de organización en los que la información digital sea la fuerza aglutinadora. Piensa en el ADN, una estructura muy conocida formada por sólo cuatro bases. Todas las formas vivas se fundamentan en el orden en que están asociadas estas bases: es un sistema digital de información, como los pensamientos expresados verbalmente. Me parece extremadamente interesante que los dos conceptos más complicados, abiertos y creativos del Universo, el lenguaje y el razonamiento, por una parte, y la vida, por otra, cuenten con infinitas variaciones muy intrincadas y complejas que dependen de información digital.

El segundo cerebro humano

“Qué sucedería si fueras reptil y tuvieras, de pronto, que vivir en la oscuridad?”
(**Harry Jerison** – Profesor emérito de Psiquiatría de la Universidad de California, en Los Ángeles, es tal vez el más destacado arqueoneurólogo de nuestros tiempos. Sus estudios sobre el grado de encefalización como medida del tamaño relativo del cerebro son conocidos en todo el mundo.)

E.P: Te contaré una cosa curiosa que me explicó un científico amigo tuyo. Existe una relación inversa entre la cantidad de esperma que genera un varón y el nivel de testosterona, de forma que si se tiene mucho esperma se tiene un nivel de testosterona bajo, y entonces el crecimiento del bebé es más lento y necesita más tiempo para que le crezca cerebro. Es sólo un pretexto muy complicado para formularte una pregunta: ¿por qué el cerebro crece y sigue creciendo?

H.J: Creo que el crecimiento del cerebro no está particularmente relacionado ni con el sexo ni con la testosterona. Probablemente, se debe, en parte, al hecho de que somos primates, pero primates que viven de forma muy extraña. Por tanto, nuestros modelos de crecimiento dependen primero de nuestra condición de primates y, segundo, de nuestra forma de vida poco corriente.

E.P: El cerebro crece muy deprisa, ¿verdad?

H.J: Sí, desde una perspectiva humana, pero no desde una perspectiva animal. A los tres, cuatro o cinco años, el cerebro humano ya casi ha alcanzado su tamaño completo, es decir que ha triplicado su tamaño. Nacemos con un cerebro de trescientos cincuenta gramos y a los cinco años ya pesa un kilo o más.

E.P: Así que entre los dos y los cinco años, el cerebro humano ya casi ha completado su crecimiento.

H.J: Está casi todo hecho, pero falta otra cosa todavía peor. Para concluir el desarrollo del cerebro, no todas las neuronas pueden sobrevivir. Al nacer se tiene un potencial para muchas más neuronas que cuando se tienen cinco años, edad en que muchas neuronas mueren para que el cerebro pueda tener un funcionamiento normal. Es un fenómeno muy peculiar, relacionado con el hecho de que las neuronas deben tener espacio para que la arborización o ramificación axodendrítica pueda extenderse.

E.P: Harry, eres especialmente conocido entre la comunidad científica como el inventor de una ecuación de encefalización, una fórmula aparentemente complicada que intenta medir con un sólo número la relación entre el tamaño del cerebro y del cuerpo. En los humanos, la relación es de 7,4, más de siete veces mayor que la media.

H.J: El cerebro humano es mucho mayor que el de otros animales del mismo tamaño. El tamaño del lobo se parece al nuestro, pesa entre sesenta y setenta kilos. Pero el cerebro de lobo pesa unos ciento cincuenta gramos, mientras que el cerebro humano es diez veces mayor. La ecuación de encefalización indica simplemente si un cerebro es mayor o menor que uno normal. Las cifras de la ecuación se refieren a la media, al tamaño que correspondería a la medida del cuerpo.

E.P: ¿Y es significativo el resultado de la ecuación del cerebro humano? Quiero decir, ¿para qué necesitamos un cerebro tan grande?

H.J: De hecho, existe una teoría que argumenta que la esquizofrenia es fruto del excesivo desarrollo del cerebro. Es muy difícil responder a tu pregunta, pero creo que necesitamos un cerebro tan grande para mantener esta conversación. Con un cerebro de tamaño normal, como correspondería a un mamífero de nuestra medida, no podríamos conversar. Un lobo no puede hablar con otro, se comunican entre sí, con el olor que desprenden al orinar o marcar el territorio, pero su lenguaje se reduce a eso. Es

necesario un cerebro mayor para hablar de forma cognitiva, como nosotros, con ideas e imágenes.

E.P: Has estudiado la evolución del cerebro humano centrándote, sobre todo, en las supuestas ventajas de un cerebro grande respecto al peso del cuerpo, pero ¿qué desventajas supone? Quiero hacerte una pregunta que no suele aparecer en los libros de ciencia. Unos amigos míos neurólogos dicen que la depresión es una enfermedad mental que sólo sufren las personas con capacidad de pensar sobre sí mismos, en el pasado y el futuro. En otras palabras, sólo los humanos se pueden deprimir porque tienen un gran cerebro, un cerebro excesivo, quizá.

H.J: Es cierto, aunque sólo en teoría. Se ha argumentado que el origen de la esquizofrenia está en la evolución del cerebro hasta un gran tamaño. Pero creo que la cuestión principal está en la evolución del lenguaje, en el hecho de que nuestro cerebro tiene un crecimiento comparable al de hace doscientos millones de años, como el del paso de los reptiles a los mamíferos, cuando surgió la necesidad del olfato y el oído en la misma medida que la vista. En la evolución humana, en realidad, desde el australopitecus en adelante, se necesitaba una información que proporcionara una imagen mejor del mundo, una cartografía más perfecta, y, en particular, un mapa que pudiera contener varios kilómetros cuadrados, en lugar de pocos metros cuadrados. Yo sostengo que esto originó el gran crecimiento del cerebro humano. El papel del lenguaje en la evolución fue, principalmente, poder conocer mejor el mundo. Desgraciadamente, conocer el mundo mejor se tradujo en un mayor conocimiento de nosotros mismos. Si te conoces a ti mismo, puede que no te gustes. Por tanto, creo que la esquizofrenia, la depresión y los desórdenes bipolares podrían nacer del conocimiento de uno mismo. La conciencia de la muerte, por ejemplo, no la posee ningún otro animal.

Lenguaje musical y humano

“La percepción musical depende del habla adquirida en la niñez.” (**Diana Deutsch** – Profesora de Psicología de la Universidad de California, en San Diego, donde lidera investigaciones sobre la percepción y la memoria de sonidos, en particular de la música. Ha descubierto un gran número de paradojas e ilusiones musicales, y ha explorado la forma en que relacionamos los sonidos de la música y los del discurso oral).

E.P: Un neurocientífico me dijo que el mismo grupo de neuronas que se encarga de los alimentos y el sexo también se encarga de la música, de ahí que a todo el mundo le guste la música.

D.D: Es muy significativa nuestra percepción de la música: si dos personas la perciben de forma completamente diferente, sus preferencias estéticas serán muy diferentes. Pero más allá de las preferencias, creo que algún componente del gusto por la música está relacionado con ciertos modelos de rimo que penetran de forma muy básica.

E.P: Casi genética.

D.D: Es posible. Creo que la mayoría de diferencias en la percepción musical son fruto de la música que se escuchó en la niñez, de la misma manera que el llamado periodo crítico para el desarrollo de ciertas características del habla se da entre el primer y segundo año de la vida, e incluso en el tercero. Creo que la música que se escucha, o a la que se está expuesto en los primeros años de vida influye mucho en la percepción musical del adulto.

E.P: Diana, sugieres que si los niños estuvieran expuestos a buena música desde la infancia, cuando fueran mayores les gustaría la música, porque es casi como una capacidad genética, como la que nos lleva a comer, hablar o a hacer el amor. Por tanto,

si una persona no posee la capacidad de percibir la música, probablemente esté relacionado con su primera educación o sus genes, ¿verdad?

D.D: Soy partidaria no sólo de la exposición a la música en la infancia, sino también a otros modelos lingüísticos, porque cada habla tiene unas características especiales que se reconocen luego en la música. Esta idea, en realidad, es muy vieja. Es la idea de que para apreciar bien la música se tiene que parecer a tu lengua. Y es importantísimo, porque existe una gran conexión entre el flujo melódico del habla que se percibe y el tipo de música que nos gusta.

Capítulo X

No evolucionamos hacia algo mejor y más grande

No hay propósito en la evolución

“Existen restos fósiles de bacterias que tienen más de trescientos cincuenta millones de años. Y todavía son la forma de vida dominante en la Tierra.” (Stephen Jay Gould – Fué paleontólogo de la Universidad de Harvard. Fue el impulsor de la teoría del equilibrio puntuado, que sostiene que la evolución sucede en cambios rápidos que producen la diferenciación de las especies, en lugar de a partir de transformaciones graduales y continuas.

E.P: Has dicho a menudo que no ves en la historia de la evolución ningún indicio de que caminemos hacia cosas más grandes, en el sentido de que no encuentras una línea de progreso en la evolución.

S.J.G: Claro, no sé si podría existir, porque las bacterias han dominado siempre la vida en la Tierra. No marchamos hacia algo más grande y mejor. Y pensar que nosotros, por el hecho de ser unas criaturas más complejas, tenemos mayores probabilidades de éxito, no es convincente, no garantiza nuestro éxito a largo plazo. Existen restos fósiles de bacterias que tienen más de trescientos cincuenta millones de años, y todavía son la forma de vida dominante en la Tierra. Pero los humanos hemos creado sistemas de representación de la historia de la vida en que la evolución conduce y culmina en nosotros, aunque los mamíferos complejos -un insignificante número de especies-, probablemente, no son tan importantes si tenemos en cuenta la historia de la Tierra, en su conjunto. Por razones de química y física, la vida debe originarse a partir de estructuras muy simples. Y existe un espacio disponible para las formas de vida complejas, pero los seres vivos, en su gran mayoría, siempre se han mantenido muy simples en el nivel de las bacterias. Y, a decir verdad, les va muy bien.

¿Deberíamos pensar en el tiempo desde una perspectiva geológica?

Absolutamente. Es el concepto más significativo en el que mi ciencia contribuye en la humanidad. La Tierra tiene miles de millones de años, no sólo miles de años; y hasta hace doscientos o trescientos años, en Occidente se creía que la Tierra tenía, como máximo, cuatro o cinco mil años y que toda la historia de la Tierra, excepto los primeros días, estaba protagonizada por los humanos. Estas ideas nos hicieron todavía más arrogantes, como si la Tierra estuviera hecha a nuestra medida y su historia fuera la de la humanidad. Ahora comprendemos que la Tierra tiene miles de millones de años y que la historia de la humanidad es sólo el último fragmento de un segundo al final de este inmenso periodo de tiempo cósmico. Tenemos que comprender que la Tierra no está hecha para nosotros, que nosotros sólo somos unos invitados que estamos aquí gracias a un afortunado accidente. Quizás esta idea haga aumentar nuestro respeto y nuestra humanidad.

E.P: Desde una perspectiva geológica del tiempo, ¿existen indicios de nuevas extinciones masivas?

S.J.G: Se conocen cinco extinciones masivas en los quinientos cincuenta millones de años de existencia de vida animal en la Tierra. Es decir que, aproximadamente, ocurre una extinción cada cien millones de años, no muy a menudo. Por supuesto, no ha habido nunca en la Tierra otra especie como la humana, con una conciencia única, para bien o para mal, y con tanto poder. Muchas especies se están extinguiendo porque modificamos su hábita, y son tantas las especies que desaparecen que puede ser que la especie humana esté causando una extinción masiva. Deberíamos ser más inteligentes para que no ocurriera. El futuro dirá, pero una extinción masiva nunca ha significado la desaparición absoluta de la vida; la vida sigue y aquí estamos. Si los dinosaurios no se hubieran extinguido hace sesenta y cinco millones de años, ahora no estaríamos aquí, ya que los dinosaurios hubieran dominado a todos los pequeños mamíferos durante cientos de miles de años, hasta que hubiera aparecido otro importante fenómeno externo. La cuestión es que la desaparición de los dinosaurios permitió que los pequeños mamíferos pudieran evolucionar. Y por eso estamos aquí.

Los genes y el pasado

“Algunos viven en los árboles, otros en el mar, otros bajo tierra, otros vuelan, otros cavan. Pero fundamentalmente, todos están haciendo lo mismo: trabajar para sobrevivir, y, por tanto, transmitir al futuro las instrucciones que les permiten existir.”

(Richard Dawkins - profesor de comprensión de la ciencia de la Universidad de Oxford, es conocido internacionalmente por su papel de divulgador de las ideas darwinianas. Sus libros inventan metáforas que ayudan a ilustrar el debate sobre las teorías evolutivas.

E.P: ¿Qué consecuencias tendrá la convulsión económica, social y personal que conlleva la irrupción de la nanotecnología?

R.D: La nanotecnología consiste en crear máquinas minúsculas a escala molecular, y tiene un futuro muy prometedor. En cierto modo, sabemos que se puede realizar, puesto que la biología molecular es pura nanotecnología natural. Existen moléculas, como las enzimas y las proteínas, que funcionan catalizando reacciones químicas concretas. Podríamos considerar que estas moléculas son como instrumentos mecánicos diminutos, útiles a escala molecular, y existen millones de ellos. En principio, parece que podremos diseñar máquinas de tamaño molecular, pero sólo son efectivas si se utilizan millones de máquinas a la vez. Por tanto, tienen que duplicarse -y es muy viable en el caso de estructuras moleculares-. Podemos diseñar un único ejemplar y a continuación duplicarlo mediante un proceso de producción. Posteriormente, liberaríamos en el interior del organismo millones de máquinas que arreglarían las averías, curarían ciertas enfermedades, como el cáncer, y actuarían en ciertos tratamientos en los que el bisturí quirúrgico es demasiado agresivo.

E.P: Se dice que algunos cromosomas, en su proceso de división, pueden perder fragmentos en los que había información.

R.D: Sí, sucede constantemente, pero es parte del proceso general de mutación: se pierden fragmentos de cromosomas y se multiplican otros fragmentos. El genoma, con el paso de las generaciones, no es fijo, no está en continuo crecimiento, sino que existe como un flujo de información. Siempre ha sido así y seguirá siendo así. El patrón general es muy parecido al de hace trescientos millones de años.

E.P: ¿Podrán sobrevivir los humanos a los cambios que estamos generando?

R.D: En conjunto, a los humanos les va sorprendentemente bien. Es cierto que existen muchas patologías mentales y alienaciones debidas a que ciertos humanos se sienten en un entorno extraño, pero, en general, como biólogo me impresiona que nuestra especie tolere la vida de este entorno tan antinatural.

E.P: Se podría argumentar que, además de la información codificada en los genes, ahora existe la información aprendida y almacenada en el cerebro que da lugar a la tecnología. Y, por primera vez en la historia, los dos cauces de conocimiento están colisionando entre sí, ¿verdad?

R.D: Sí, es una idea fascinante. Mi expresión “el libro genético de los muertos” proviene, claro está, del conocimiento cerebral. Es como darle la vuelta a la misma analogía. Tienes razón, contamos con dos líneas separadas de conocimiento sobre cómo sobrevivir, es decir, el conocimiento sobre cómo ha sobrevivido la especie en un pasado reciente. Y una de estas líneas avanza infinitamente más deprisa que la otra, porque los cambios culturales son mucho más rápidos que los genéticos. Los cambios genéticos no se han detenido, pero son tan lentos que...

E.P: Apenas los notamos.

Las diferencias con una ameba

“Es la capacidad de comunicación, y no cómo se realiza, lo que importa. Es una verdad de todos los organismos.” (**John Bonner** – Profesor emérito de ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de Princeton, en Estados Unidos. Sus trabajos se basan en hongos mucosos celulares, también conocidos como amebas sociales, que le permiten lanzar preguntas como por qué este sistema aparece por selección natural y cuáles son los mecanismos que le permiten desarrollarse.)

J.B: Las amebas pueden migrar en el espacio unos pocos centímetros, y es extraordinario porque se dirigen hacia la luz con una exactitud increíble: son capaces de dirigirse hacia una fuente de luz muy débil, un poquito de luz basta para atraerlas. Hace años descubrimos que se mueven por gradientes de calor con diferencias increíblemente pequeñas, de manera que son extremadamente sensibles al calor. Por tanto, mi impresión es que realizan cosas inteligentes, pero sólo en un escenario social. En otras palabras, como amebas separadas no son capaces de hacer nada de esto, pero cuando se reúnen cien mil o quizás un millón de amebas para formar una cosa que tiene más o menos un milímetro de largo, entonces pueden ser muy listas y adaptarse a las señales ambientales.

E.P: ¡Es increíble! Unidas son infinitamente más inteligentes que por separado.

J.B: Sí, es cierto. Y es muy interesante cómo lo hacen: en el caso de la luz, por ejemplo, las amebas son translúcidas, de manera que la luz se propaga a través de ellas, pero como son cilíndricas forman una lente y concentran la luz en la parte posterior, creando un gradiente. Para compensar este gradiente, la parte anterior, que es la que recibe la luz pero la transmite hacia la parte posterior, se mueve más deprisa. Es decir que se dirigen hacia la luz, pero sólo porque la luz se concentra en su parte posterior cuando forman las bolsas. El movimiento en búsqueda de la luz se produce, pues, porque despliegan esta capacidad social. Una sola ameba no podría hacerlo, pero en masa pueden conseguirlo.

E.P: ¿Cómo definirías un comportamiento inteligente? ¿Cuándo se es capaz de engañar a otro o de comunicarse? ¿Cómo se puede determinar si un comportamiento es un subproducto de la inteligencia?

J.B: Quisiera decir un par de cosas antes de responderte. La primera es que no soy muy partidario de las definiciones, porque suponen imponer límites estrictos y no todo puede encerrarse en una definición. Creo -y este pensamiento enlaza con el anterior- que toda inteligencia, sea animal o humana, es un continuo: existen animales con capacidades e inteligencia muy limitadas, y progresivamente, existen cerebros más complicados, hasta los que están adaptados para pensar y hacer cosas complejas, como el nuestro. Por tanto abogo por la idea de continuidad, de ahí la dificultad de definir la inteligencia.

E.P: Entonces, sugieres que la inteligencia es una cuestión de grado y no sostienes, como tantos, que nosotros somos inteligentes y el resto de animales no.

J.B.: Exacto, y aplico el mismo argumento a la conciencia. Un viejo amigo mío, el biólogo Donald Griffin, ha reformulado la gran pregunta de si sólo los seres humanos son conscientes preguntándose “cómo sabemos que los animales no son conscientes de sus actos?”. Ha aportado muchos ejemplos que invitan a preguntarse si los animales tienen algún tipo de conciencia de sí mismos, aunque sea diferente de la nuestra.

E.P: Quisiera profundizar en una idea que has defendido mucho a lo largo de tu reconocida carrera como biólogo. Argumentas que un organismo no se refleja en una instantánea fotográfica -no es adulto ni niño-, sino que es un ciclo vital. ¿Qué quieres decir exactamente?

J.B: Te explicaré cómo llegué a esta idea. Cuando estudiaba en la universidad, asistí a un curso de lógica, aunque no me gustaba mucho. En una de las primeras clases, el profesor señaló que el uso de la palabra o del nombre de una persona nos recuerda esa persona en un instante preciso de su vida, pero es una ficción, porque un embrión ya es esa persona. Por tanto, es incorrecto aislar un único periodo de tiempo, aunque resulta muy práctico. Somos un ciclo de vida y no sólo una imagen instantánea...

“Una mayor complejidad no implica forzosamente más progreso” (Nicolas Mackintosh – Psicólogo experimental recientemente jubilado de la Universidad de Cambridge. Sus investigaciones sobre el aprendizaje asociativo han desvelado el proceso de aprendizaje de los animales, que no difiere mucho del nuestro.)

E.P: Dices que los animales no son como máquinas, ya que su proceso de aprendizaje es muy sofisticado y está regido por unos principios que, en ocasiones, coinciden con los humanos.

N.M: Con los animales humanos

E.P: Sí, con los animales humanos. ¿Quieres decir que estos principios son aplicables tanto a las palomas como a los seres humanos?

N.M: Sí, los principios que rigen el proceso de aprendizaje de las palomas son idénticos al de las ratas, los monos, los niños o los de ti o de mí. Se ha demostrado que estos principios son mucho más complejos de lo que creían los expertos en comportamiento de hace cincuenta o cien años. Esos principios permiten a los animales solucionar problemas muy complicados, comprender su mundo y predecir las consecuencias.

E.P: Y predecir qué sucederá, aunque de modo poco preciso, como los humanos.

N.M: Prever el futuro inmediato es una de las grandes obsesiones de la evolución.

E.P: Diferencias a los científicos que argumentan que los animales aprenden por instinto de los que sostienen que el aprendizaje es un proceso gradual. ¿De qué interpretación del comportamiento animal eres partidario?

N.M: Siguiendo los principios establecidos por John Watson y los expertos en comportamiento, creo que los animales nacen con escasos reflejos o instintos básicos, y poco a poco aprenden un comportamiento. Los niños nacen con menos reflejos e instintos básicos que los animales. Tradicionalmente se ha creído que el aprendizaje era

muy simple, pero yo creo que es necesario comprender que el proceso de aprendizaje animal es mucho más complejo de lo que Watson y Skinner imaginaban.

E.P: ¿Qué se ha descubierto? ¿La importancia de la genética en el aprendizaje?

N.M: Sí, la genética es muy importante porque el proceso de aprendizaje está condicionado por la necesidad de solucionar ciertos problemas que faciliten la comprensión de la estructura del mundo, aunque no todos los sistemas de aprendizaje respondan a esta necesidad evolutiva. El sistema de aprendizaje de los mamíferos es muy reducido y se basa en ciertos principios y leyes.

E.P: Imagino que coincides con la idea de Stephen Jay Gould de que los humanos “no nos estamos dirigiendo hacia algo cada vez mayor y mejor”...

N.M: Hasta cierto punto, estoy de acuerdo con Gould. Creo que es incorrecto mantener que la evolución es un progreso continuo que culmina en el ser humano. Es una concepción anacrónica y antropocéntrica que yo he intentado refutar siempre argumentando que la inteligencia superior no es exclusiva de los animales estrechamente emparentados con los seres humanos, sino que se encuentra en animales muy distantes, como las palomas y los cuervos. En este sentido, la evolución no significa progreso, o no está necesariamente relacionada con el progreso. Es indiscutible que la evolución no conlleva una menor complejidad con el transcurso del tiempo, aunque existen ejemplos de la degradación de animales que habitaban en cuevas o bajo tierra y perdieron la vista. Es decir que la evolución produce cambios y entraña una mayor complejidad, porque la competición hizo que la complejidad fuera necesaria para resolver los problemas. Pero una mayor complejidad no implica forzosamente más progreso.

Capítulo XII

Lo que viene I: la biología de la inmortalidad

Antienvejecimiento

“No estamos programados para morir” (Tom Kirkwood – Gerontólogo de la Universidad de Newcastle. En sus revolucionarios estudios nos cuenta que nuestro cuerpo no está programado para morir, sino para sobrevivir. El envejecimiento no es más que una acumulación de daños, a nivel molecular, y es el estrés celular el que marca los límites de la longevidad.)

T.K: Se ha discutido mucho sobre el reloj que mide el tiempo de vida y destruye la vida cuando se agota, pero uno de los grandes avances en el entendimiento del envejecimiento ha sido el hallazgo de que, en realidad, no existe ningún programa para morir. Es extraordinario que el conocimiento heredado se encamine hacia la supervivencia, es decir justo lo contrario de lo que sucede en la práctica, la muerte que cierra toda vida. Si se examina el cuerpo de una persona agónica, se observa que todas sus células y órganos intentan que el cuerpo siga vivo. El programa que rige la vida no se rinde nunca ante la muerte.

E.P: Desaprendiendo mitos, por tanto, no existe ningún límite biológico de la vida.

T.K: La idea de que existe un límite biológico para la vida es una gran falacia. Es cierto que, a medida que se envejece, cada vez es más difícil sobrevivir mucho más tiempo...

E.P: Pero ¿por qué especies como la hidra o la anémona parecen inmortales?

T.K: Esencialmente, es una cuestión relacionada con las propiedades fundamentales del sistema biológico, como descubrió en 1880 el naturalista alemán August Weismann. En

un organismo, existen dos tipos de células: las que generan la nueva hornada de niños, que son las células reproductoras del cuerpo...

E.P: Las células germinales, ¿verdad?

T.K: Exacto, las células germinales, y las otras células son las que forman el cerebro, el corazón, el riñón, la piel...y no contribuyen con genes a las futuras generaciones. A estas células se las denomina soma desaprovechable. Se ha descubierto que el envejecimiento es una propiedad de la parte ordinaria del cuerpo, del soma. La parte germinal es extraordinaria: cuando un espermatozoide del padre se une a un óvulo de la madre, se forma la primera célula del cuerpo y se empieza a dividir. Pero si regresamos en el tiempo y nos preguntamos cómo surgieron el espermatozoide y el huevo del padre y de la madre, llegaremos a...

E.P: Tres mil millones de años atrás...

T.K: Exacto, hace tres mil millones de años. Por tanto, somos un milagro biológico, ya que somos el producto de una cadena ininterrumpida de división celular que ha durado tres mil millones de años. De manera que las células reproductoras son células germinales y, por tanto, son inmortales porque se transmiten de una generación a otra. Y estas células reproductoras consiguen evitar el envejecimiento. Organismos como la hidra o la anémona marina te parecen inmortales porque, en realidad, todo su organismo es germinal. Si se corta un poco de hidra y se pone en un nuevo organismo, porque la línea germinal está distribuida a través de todo el organismo. Sin embargo, no todas las células de los seres humanos son germinales. Si introduces un trozo de piel humana en una taza con agua, no germinará un nuevo ser humano, porque las células de la piel son somáticas y el envejecimiento es una propiedad del soma.

E.P: Mientras hablabas de las células inmortales, las células germinales presentes en el cuerpo humano, recordaba que los físicos argumentan que los átomos son eternos, y que un noventa y nueve por ciento de nuestro organismo está formado por átomos. Ésa es la paradoja: el ser humano está condenado a la muerte aunque esté formado por células inmortales y átomos casi eternos. Adentrémonos en tu teoría sobre el envejecimiento, en que el soma finito o dispensable es la razón principal del envejecimiento. ¿Qué quieres decir exactamente? Leyendo tus investigaciones, parece que concibes los genes como entidades muy inteligentes que realizan un análisis de costes y beneficios a partir del cual deciden si invierten sus fuerzas en el mantenimiento o la duración de la vida. En esta decisión radica, de acuerdo con tu teoría, el envejecimiento provocado por una falta de mantenimiento.

T.K: Desde luego. De entrada, quisiera subrayar que los genes no piensan, aunque a veces les atribuyamos una conciencia que no poseen en absoluto. Por tanto, los genes no toman decisiones, aunque a la larga se impongan los genes que tienen mejores estrategias, fruto de las mutaciones y el azar, entre las diferentes formas de genes que existen entre la población. Pero a veces facilita las cosas hablar de los genes como si pudieran pensar, como si, en realidad, fueran conscientes. Sigamos con este lenguaje e intentemos entender qué determina que un gen tenga o no tenga éxito. El éxito de un gen se mide con el papel que desempeña en la construcción de un cuerpo que genera más copias del gen en futuras generaciones. Los genes dirigen la construcción del cuerpo y todo lo que hace el cuerpo a lo largo de su vida. Antes que nada, el cuerpo tiene que crecer y experimentar un complejo proceso de desarrollo, porque comienza la vida con una única célula.

E.P: Hasta alcanzar trillones de células.

T.K: Sí, miles y miles de millones de células. Mientras se desarrolla el proceso de crecimiento, se cometen errores, es decir que cada vez que una célula se divide, se cometen errores en la forma de copiar. Y cada minuto de vida se desvían proteínas,

simplemente por las vibraciones que existen en un organismo caliente. Las proteínas se agitan muy rápidamente y, cuando se generan nuevas proteínas, se producen errores, de manera que las cosas van mal incluso estando aquí sentados, conversando. Hay muchísimas cosas que van mal en el cuerpo y el hecho de que se siga vivo semana tras semana, mes tras mes, año tras año, es fruto de una grandísima inversión en mantenimiento. Es extraordinario el trabajo del cuerpo para mantener en buenas condiciones las células.

E.P: Has escrito que cada célula recibe diariamente diez mil golpes de no se sabe dónde. ¡Es increíble, diez mil golpes!

T.K: Sí, se tienen millones de millones de células. Cada una de esas células del cuerpo recibe cada día unos diez mil golpes en el ADN, y estos golpes proceden, sorprendentemente, del oxígeno, un amigo nuestro. Peor es otra historia, ya que a veces nos olvidamos de que el oxígeno es un amigo que nos proporciona los medios para poder vivir pero...

E.P: Es un asesino.

T.K: Es a la vez amigo y asesino. La cuestión más relevante es que si las células toleran tantos errores y golpes diarios, podemos sentirnos afortunados de sobrevivir una semana. La razón por la que se puede sobrevivir más de una semana es porque poseemos un sistema magnífico de reparación del ADN, que reconoce el daño y trabaja para repararlo. Es decir que de los diez mil golpes recibidos en el ADN de una de tus células, mañana se habrán reparado nueve mil novecientos noventa y siete. Pero no se hace de forma gratuita, los genes tienen que decidir cuánta energía destinan a los procesos de reparación y mantenimiento.

E.P: Intentemos analizar estas amenazas desde el punto de vista de la gente de la calle. La primera amenaza es la mutación. A causa de las radiaciones, las células mutan y a veces mutan erróneamente, pero no pueden repararse constantemente... La primera gran amenaza, por tanto, es la mutación.

T.K: Es lo que sucede con el cáncer. A medida que se envejece existe mayor riesgo de desarrollar un cáncer, y la mayoría están causados por mutaciones. Conocemos de dónde proceden las mutaciones y los errores que cometen las células al copiarse a sí mismas.

E.P: La segunda amenaza son los llamados radicales libres, las bestias devastadoras que actúan contra las células. ¿Qué diablos hacen estos radicales libres?

T.K: Los radicales libres son la parte negativa de nuestro amigo el oxígeno. El cuerpo utiliza el oxígeno respirando una bocanada de aire, que se transmite a la sangre y ésta se la lleva a cada célula del cuerpo. Una vez en la célula, el oxígeno penetra en su interior por unos pequeños orgánulos, las mitocondrias, que son unas cápsulas en el interior de las células donde, en realidad, la célula quema el oxígeno para crear energía. Por tanto, ese oxígeno es una parte fundamental de la generación de energía en el interior de la célula. Pero ya sabes qué sucede si utilizas oxígeno en la chimenea de tu casa para crear energía. La mayor parte del fuego está dentro de la chimenea, pero de vez en cuando el fuego lanza unas chispas y es peligroso, ya que puede extender el fuego fuera de la chimenea. Pues ocurre exactamente lo mismo dentro de las células del cuerpo: la mayor parte del oxígeno se utiliza de forma segura, dentro de las mitocondrias en las células, pero se estima que un dos o tres por ciento de las moléculas de oxígeno escapan de los canales químicos adecuados en los que se realiza el proceso y...

E.P: Y siembran el caos...

T.K: Y siembran el caos porque el oxígeno es un elemento químico muy reactivo. Todos hemos experimentado cómo el oxígeno corroe la chapa de nuestro coche o qué le hace el oxígeno a la mantequilla si la dejamos expuesta al aire. El oxígeno es un agente

muy dañino y puede causar muchos daños en el interior de las células. Los radicales libres del oxígeno hacen saltar lo primero que encuentran, y si es el ADN, dañan el ADN, si es una membrana, dañan la membrana, si es una proteína, la destruyen. Y sucede en cada minuto de tu vida.

E.P: Qué remedios existen? Ya hemos identificado las amenazas: las mutaciones, la oxidación y la fragilidad de la mitocondria. Parece que sólo existen dos estrategias. La primera consiste en disminuir la exposición a esos ataques diarios -ya nos dirás cómo-, y la segunda es mejorar el mantenimiento somático.

T.K: Es esencial entender qué sucede realmente en el envejecimiento para poder combatirlo a tiempo y aumentar las probabilidades de alcanzar la vejez en buena forma. Es completamente cierto que existen dos formas de solucionar el envejecimiento. Si es debido a una acumulación de daños de las células, podemos hacer dos cosas. Una es intentar protegernos contra el daño y la otra es intentar mejorar los procesos de reparación. De hecho, podemos hacer las dos cosas y desde varios procesos muy simples...

E.P. ¿Cómo cuáles?

T.K: El envejecimiento es el resultado del daño, y una de las formas en que sucede este daño, y se puede reducir, es por la alimentación. Somos lo que comemos, casi todo lo que ingerimos forma parte del cuerpo. Si comemos cosas equivocadas, por ejemplo, grasas o azúcar en exceso, es pernicioso para las células y los tejidos del cuerpo. No es bueno tener demasiado azúcar circulando por la sangre porque daña a las proteínas y causa muchos problemas.

E.P: Quisiera formularte una pregunta que quizá no tiene respuesta: ¿por qué las mujeres viven más que los hombres?

T.K: Es una pregunta muy profunda. Se cree que la raíz está en la biología. Se ha discutido mucho si era debido al estilo de vida o a diversos modelos de trabajo, pero creo que la evidencia es tan grande que aunque existan influencias, la cause de raíz es biológica. Se puede contestar en dos aspectos. Respecto al soma, el cuerpo finito, la triste realidad es que el cuerpo del macho es más finito que el de la hembra porque, esencialmente, el cuerpo de la hembra es biológicamente el centro del desarrollo de las crías mientras que los machos son menos necesarios. Y es muy interesante una investigación que se ha llevado a cabo recientemente que explica que si se cogen células de una rata hembra y macho y se analiza cuáles son mejores combatiendo, por ejemplo, los radicales libres, las células de la hembra son más eficaces.

Antienvejecimiento (II)

“El generador de energía de las células se hereda de la madre y no del padre.”
(**Douglas Wallace** – Lidera un grupo de investigación en la Universidad de Emory, en Atlanta, donde investigan el papel de las mitocondrias en la herencia genética, en los orígenes de la especie humana y en enfermedades degenerativas.)

D.W: Las mitocondrias son las otras células humanas. En el interior de cada célula existe una colonia de bacterias de vital importancia, las mitocondrias, que son el generador de energía de la célula y suministran toda la energía al cuerpo. Hay unas diez elevado a diecisiete mitocondrias que se sostienen sobre tus pies en estos momentos.

E.P: ¿Y de dónde proceden estas mitocondrias?

D.W: Las mitocondrias tienen un origen muy interesante. Al principio, hace unos dos mil millones de años, eran bacterias libres. Luego fueron rodeadas por células que finalmente dieron origen a nuestras células y así empezaron a vivir en su interior.

E.P: ¿En una especie de cooperación simbiótica?

D.W: Exacto. Y lo primero que proporcionaron fue protección a la célula anfitriona, que finalmente daría origen a nuestro núcleo, con respecto a la presencia del oxígeno que estaba apareciendo en la atmósfera de la Tierra. Al principio, la Tierra tenía una cantidad de oxígeno muy reducida, pero con la invención de la fotosíntesis se comenzó a emitir oxígeno molecular como residuo, y esta emisión cambió la atmósfera, de reductora a oxidante, y muchísimos organismos murieron.

E.P: A veces la gente olvida que las diminutas bacterias cambiaron toda la atmósfera del planeta.

D.W: Todo el ecosistema.

E.P: Es increíble, ¿verdad?

D.W: Sí. Estas mitocondrias ya habían inventado la capacidad de tomar el oxígeno del aire y de hacerlo reaccionar con el hidrógeno de los carbohidratos de las grasas, procedente de la comida que ingerimos, y crear agua de nuevo, pero la energía que se liberaba quedaba atrapada para que pudiera ser utilizada por la célula. Además, estas mitocondrias, al contener oxígeno, tuvieron que inventar una forma de desintoxicar el oxígeno venenoso. Por tanto, cuando las mitocondrias quedaron atrapadas en la célula anfitriona, lo primero que hicieron fue proteger a la célula anfitriona del oxígeno tóxico y esto estabilizó la simbiosis. Más tarde, la célula anfitriona consiguió averiguar cómo robar ATP, la energía, de las mitocondrias, y el resto, como se suele decir, ya es historia.

E.P: ¿Y cómo llegamos a la situación actual?

D.W: Lo más increíble de las mitocondrias es que, como viven en el citoplasma de la célula, fuera del núcleo, no se heredan de la misma manera que los genes del núcleo. De hecho, se heredan a través del citoplasma. El magnífico óvulo humano tiene un gran citoplasma que contiene unas cien mil mitocondrias. Sin embargo, el esperma sólo tiene unas pocas. Por tanto, en la fertilización, todas las mitocondrias provienen de la madre, de manera que el generador de energía de las células se hereda de la madre y no del padre.

E.P: Es decir que la energía está en la madre.

D.W: Sin duda. De ahí que el movimiento feminista no anduviera equivocado.

E.P: Hablemos de salud. Si la mitocondria hace todas estas cosas, debe ser importantísima para la salud.

D.W: Desde luego. Las mitocondrias son como las plantas generadoras de energía de la ciudad de Barcelona. En el centro de Barcelona está la gente, pero para poder tener energía se construyen plantas que generen energía en las afueras, en el campo, plantas que pueden ser de carbón, de energía nuclear e hidroeléctricas que aportan la energía eléctrica de la ciudad. Pero esas plantas que generan energía y electricidad queman combustible y producen humo, como en una planta de carbón donde se quema el carbón y se produce energía. Pues con las mitocondrias ocurre lo mismo. Hay centenares de mitocondrias en la célula y cada una genera un poco de energía para la célula, y en el proceso generan humo, que en realidad son radicales de oxígeno, ya habrás oído hablar de los radicales de oxígeno...

E.P: Los radicales libres...

D.W: los radicales libres, como se les llama, son un problema para la salud. de hecho, los radicales libres son como el humo de tu planta de energía. con el transcurso del tiempo, los radicales libres, producidos por las mitocondrias, dañan los bocetos de ADN que la mitocondria tiene en su interior para seguir reparando las plantas de energía. Cuando todos los fragmentos de ADN de las mitocondrias de las plantas generadoras de

energía están dañados, las plantas no se pueden reparar, se desconectan y entonces la célula se desvanece.

E.P: Doug, ¿no te parece que se gastan miles de millones de dólares en averiguar qué sucede dentro del núcleo de la célula -me refiero a la lucha contra las enfermedades neurodegenerativas, por ejemplo- y, en cambio, se invierte muy poco en averiguar qué ocurre con las mitocondrias, que al fin y al cabo, como has dicho, son las que fumigan la célula y tienen el poder de amortizarla?

D.W: Exacto. La célula humana está hecha de dos tipos de células, y el núcleo sólo representa una de ellas. Por tanto, la otra célula, que es igual de importante, se ignora, y esa célula es la responsable de generar casi toda la energía que usamos y, por supuesto, de fabricar todos los radicales de oxígeno tóxicos. Además, las mitocondrias tienen otra propiedad muy interesante: no sólo generan la energía y los desechos tóxicos, sino que, además, cuando las mitocondrias enferman, tienen una propiedad de autodestrucción que ordena a las mitocondrias y a la célula que se autodestruyan...

E.P: Es la famosa apoptosis: un suicidio programado.

D.W: Exacto. Por tanto, cuando las plantas de energía de las mitocondrias se vuelven inútiles, en lugar de tener células desperdigadas por el cuerpo que generan muchos radicales de oxígeno venenosos, las mitocondrias simplemente cierran las plantas de energía, las destruyen por apoptosis. En los sistemas humanos se dañan tantas mitocondrias en cualquier momento que, la solución consiste en destruir la célula completa. A medida que envejecen, las personas cada vez tienen más células con mitocondrias dañadas, en las que se produce la apoptosis y la célula muere, y al final no existen suficientes células en el tejido para realizar la función.

E.P: ¿Y qué podemos hacer entretanto? Quiero decir antes de que las mitocondrias decidan aplicar el suicidio programado.

D.W: Una de las cosas en las que estamos trabajando es intentar desarrollar medicamentos que tengan como objetivo las mitocondrias y que eliminen los radicales de oxígeno tóxicos. Son como los limpiadores de las acumulaciones de hollín en las chimeneas de las plantas de energía. Por tanto, si podemos reducir la contaminación causada por las mitocondrias, podremos proteger su estructura y la integridad de la célula.

E.P: ¿Y qué te parecen las pastillas que se venden en las farmacias para combatir los radicales de oxígeno? Me refiero a las vitaminas E, C o al caroteno. ¿Son útiles, mientras no podamos actuar directamente sobre las mitocondrias?

D.W: Desde luego. Es un comienzo. La vitamina C, la vitamina E y el caroteno reducen los efectos de los radicales de oxígeno en las mitocondrias. Pero no son muy eficaces para eliminar los radicales de oxígeno. Estamos desarrollando medicamentos que continuamente -o catalíticamente, como lo llamamos- estén reduciendo la contaminación, igual que el convertidor catalítico de un coche: así se regenera constantemente el catalizador y se va eliminando la basura.

E.P: Y si tenéis éxito, ¿cómo será el envejecimiento?

D.W: Nuestra esperanza es que impida la progresión de las enfermedades degenerativas que creemos que están afectadas por las mitocondrias, como el Alzheimer, ciertos tipos de ceguera y sordera y ciertas enfermedades cardíacas, renales, o la diabetes. Creemos que el daño causado a las mitocondrias es la causa de la aparición posterior de estas enfermedades. Por tanto, si conseguimos un medicamento que pueda inhibir este daño, podríamos detener los problemas que la gente desarrolla a una edad posterior.

Regeneración de tejidos

“A las verdaderas células madre no hemos podido verlas todavía.” (Eliane Gluckman – Fue pionera en el trasplante de células madre procedentes de la médula ósea. Esta hematóloga dirige el departamento de Hematología y Trasplantes de Médula Ósea del Hospital Saint Louis de París.)

E.G: Primero deberíamos definir qué es una célula madre. Antes se hablaba de células madre que originaban los elementos de la sangre, y se inventó el concepto de que a partir de única célula se podía conseguir el desarrollo de células con funciones completamente distintas. Es decir que a partir de una célula madre de la sangre que se encuentra en la médula se pueden fabricar glóbulos rojos, cuyo destino es oxigenar los tejidos, glóbulos blancos, que luchan contra infecciones, y plaquetas, que combaten las hemorragias. Se llamó a esta célula original célula madre. El problema es que esta célula madre no puede ser aislada, ya que sólo se la caracteriza a través de sus células hijas. Ella misma no ha sido identificada de manera formal, ni ha podido ser cultivada, puesto que en cuanto se la coloca en un medio de cultivo, empieza a diferenciarse.

E.P: Entonces, sugieres que, en el microscopio no se han visto nunca.

E.G: Sólo se han descrito, pero creo que el progreso de la ciencia de los próximos años lo mejorará. Se identifica a una célula madre a partir del hecho de que una única célula, aislada en el laboratorio, puede dar lugar a varias líneas celulares. Así pues, por ejemplo, la misma célula, en un medio de cultivo, dará lugar a una célula neuronal -generadora del nervio- y a una célula hematopoyética -de la sangre. Luego, la célula original es la madre de estas dos líneas, una etapa de desarrollo anterior. Y para volver a la sangre, puesto que de ahí surgió este concepto, se las llamaba células madre. Éramos incapaces de aislarlas; se podía aislar una población de células particularmente inmaduras, pero nunca la verdadera y, finalmente, ya que esas células sólo se diferenciaban hacia las líneas hematopoyéticas, se dejó de llamarlas células madre y se las nombró progenitoras. Porque -y es un poco la definición de las células madre- se han ido pasando etapas: hace años hablar de células madre era tabú: “no, no son células madre”, se decía, “son células progenitoras, ya que se sabe que hay células antes, que pueden dar lugar a varias líneas”. Y el progreso hoy es saber que para aislarlas el único método es partir del principio, es decir del momento de la concepción. La única célula madre verdadera, aislada hoy, es la procedente de la unión de un óvulo y un espermatozoide, puesto que es la que dará lugar a la totalidad del individuo.

E.P: ¿Todos los tejidos, -la sangre, la piel, el músculo- tienen reservas de células madre adultas, con las que se puede trabajar?

E.G: Ésa es la controversia, el meollo de la cuestión. Hace tres o cuatro años se anunció que a partir de músculo, por ejemplo, se podían desarrollar, por cultivo celular, células del hígado...Y, entonces, se habló de la posibilidad de una célula madre presente en la edad adulta, que hubiera permanecido desde la vida embrionaria y que hubiera conservado la potencialidad de las células embrionarias.

E.P: ¿Se la podría obligar a retroceder?

E.G: No a retroceder, pero sí despertarla y obligarla a recuperar sus capacidades de célula embrionaria. Es la llamada plasticidad celular: se parte de una célula de hígado y se obtiene una célula de músculo, se parte de una célula neuronal y se obtiene médula, se parte de médula y se puede regenerar un cerebro. Se entiende que suscitara tanto interés entre los científicos porque era totalmente nuevo y muy relevante en la medicina regenerativa. Pongamos el caso de alguien con una enfermedad de corazón que haya provocado la muerte de fibras musculares: se le inyectan células madre e imaginamos que el corazón se repara. De hecho, se están realizando experimentos en esta vía.

E.P: Ya se ha hecho con animales, con ratones.

E.G: El problema es que el concepto mismo se ha vuelto a cuestionar, porque estos experimentos han demostrado, en algunos laboratorios, que efectivamente se podían encontrar en el adulto células madre capaces de regenerar un determinado número de tejidos. Pero en otros experimentos no se ha llegado a la misma conclusión, de ahí que se recurriera a otro concepto diferente del de plasticidad: es el concepto de la fusión celular. Es decir que no se trata de una vuelta de la célula al estado embrionario y la posibilidad de rediferenciarse en los distintos tejidos, sino que la célula es capaz de fusionarse con una célula del hígado o del corazón, permitiendo su regeneración. Los dos conceptos se están investigando, pero es muy difícil, porque no tenemos verdaderos marcadores de la célula madre.

E.P: No podemos verla...

E.G: No podemos verla y en determinados órganos no tenemos ni siquiera marcadores de la célula que generaría. Tenemos marcadores para algunos tejidos, pero no para todos. Existe un problema de identificación de estas células.

E.P: ¿Y por eso las células madre embrionarias, en el estadio de blastocito, son tan interesantes?

E.G: Son esenciales para el desarrollo de la ciencia y es una lástima que su utilización sea tan controvertida. Si queremos identificar células adultas, si queremos encontrar o devolver la capacidad a células adultas, a células de feto o a células del cordón umbilical, es preciso comprender con profundidad el mecanismo de desarrollo de estas células y qué señales harán que en el embrión la célula se dirija al desarrollo del sistema nervioso, del tubo digestivo o de la médula ósea. Es absolutamente esencial, porque es una mecánica muy fina y sutil. Se activan unos genes que actuarán durante un periodo determinado y que luego serán reprimidos bajo la influencia de discusiones entre células. Ese mecanismo fundamental del desarrollo es muy importante para comprender el proceso.

E.P: ¿Qué fuentes existen para investigar?

E.G: Si queremos investigar, hay varias fuentes: las líneas celulares que ya existen a partir de blastocitos, la utilización de los embriones procedentes de parejas estériles que no han sido empleados y que están en congeladores. Una tercera fuente, mucho más controvertida, todavía, son los embriones para la investigación. Hay enfermedades genéticas donde puede ser muy importante fabricar embriones para saber cómo corregir esa enfermedad genética...y después está la clonación terapéutica, que es un término muy incorrecto para designar la fabricación de embriones a partir de citoplasma de células adultas. Éstas son todas las posibles fuentes de células. Ya sabes que plantean muchos problemas: la única opción que más o menos permitida hoy, y no en todas partes, es utilizar las líneas ya existentes, pero estas líneas, al menos para los científicos, no son satisfactorias, porque no se han obtenido en las condiciones adecuadas, no tienen la diversidad suficiente y no se han obtenido realmente con el objetivo de hacer investigación.

E.P: Dices que sin trabajar con esas células embrionarias no sabremos nunca cómo se realiza el proceso de diferenciación.

E.G: No sé si no se sabrá nunca, porque en medicina y en la ciencia nunca se puede decir nunca. Pero en el estado actual de conocimientos es el material que nos permitirá progresar más rápidamente. Y, para juzgar qué fuente de células madre sería la más interesante para la medicina, es muy importante que podamos compararlas con células fetales, con células sanguíneas del cordón y con células adultas.

“El corazón esta formado por unas células que podemos regenerar” (**Piero Anversa** – Dirige el Instituto de Investigaciones Cardiovasculares en el Colegio Médico de Nueva

York. Fue uno de los primeros en observar que el corazón conserva cierta capacidad de regeneración, incluso a edad avanzada).

Bernardo Nadal- Ginard: El concepto de muerte de las células del corazón por necrosis o por apoptosis, fue Piero el primero en anunciarlo y, por desgracia, mucha gente no quiso creerlo. De hecho, mucha gente sigue sin creerlo ahora, por tanto el mérito de la idea le corresponde a él. Pero una de las cosas que me parecen espectaculares en la regeneración por medio de células madre es que, normalmente, en los ratones, cuando se produce el infarto de miocardio enseguida se manifiesta la fibrosis, es decir que las células han muerto de la manera sucia, se ha producido la deformación del corazón y ha aparecido la cicatriz, la fibrosis, una cicatriz indeseable. Con las células madre no se desarrolla cicatriz, y significa que estas células han modificado el comportamiento y que lo que antes era sucio ahora es limpio.

E.P: Quisiera que me contarais qué pensamientos acudieron a vuestra mente cuando visteis que esa célula madre -que procedía, creo, de la médula y se había inyectado en el corazón de un ratón- se enlazaba con tejido vital y funcionaba casi como cualquier otra célula.

B.N: Piero es quien debería responderte, porque era él quien estaba mirando por el microscopio, yo estaba a su lado. Parecía como si los ratones hubieran ido a Lourdes o a Fátima y se hubiera producido un milagro, como si de alguna manera hubieran obtenido un corazón nuevo.

E.P: Piero y Bernardo, ¿es incorrecto decir que si podemos calcular el tiempo que tardan estas células madre en regenerar un trozo de tejido, probablemente podríamos calcular cuánto se tardaría en regenerar un corazón o el cuarenta por ciento del corazón de un anciano, un moribundo o un enfermo?

P.A: Antes de darte yo una respuesta, me gustaría oír la opinión de Bernardo, ya que nadie conoce tanto como él la diferenciación de los miocitos.

B.N: Si hablamos de la media de infartos de miocardio, con los números que hemos visto -entre los que hay mucha variación, así que hay que tomar los datos con mucha precaución, porque los números no son muy precisos-, probablemente podamos regenerar gran parte de la cicatriz o del tejido muerto en un mes o un mes y medio, y en los infartos muy graves en dos o tres meses. No creo que necesitemos mucho más para reparar la mayor parte del daño producido en el miocardio.

E.P: Todavía no hemos hablado de medicamentos o productos farmacéuticos. Corrígeme si me equivoco: ¿estamos hablando de la posibilidad de regenerar el tejido coronario, simplemente, por medio del propio corazón? Es una especie de proceso autocurativo, de autocorrección, ¿verdad?

P.A: Sí, aunque quisiera hacer un comentario que quizás no debería hacer, pero que haré de todos modos. Nosotros nos orientamos hacia la terapia celular específica de ciertos órganos. Por tanto, estamos buscando, Bernardo y yo, y el laboratorio entero, la identificación y caracterización de una célula madre cardiaca. Me refiero a observar si tenemos en el corazón células primitivas y si, utilizándolas, podemos reparar el corazón mejor y más rápido que una célula madre hematopoyética. Porque, si se piensa bien, utilizamos una célula que ha sido programada para producir sangre: la ponemos en el corazón y le pedimos que produzca tejido muscular. Esta célula tiene, pues, que reprogramarse y cambiar completamente. Si existe una célula madre residente, una célula madre cardiaca, y llegamos a entender cómo se mueve y regula, cómo podemos manipularla, seremos capaces de tener una célula lista para producir tejido muscular y reparar el daño en el corazón de manera más rápida y más eficaz.

B.N: Y la razón por la que Piero te está contando todo esto es porque él ya conoce la respuesta.

P.A: Tenemos observaciones preliminares.

E.P: Volvamos a tu experimento, en el que tú mirabas desde fuera y Piero miraba por el microscopio. Viste células que habían muerto después del ataque de corazón que había sufrido el ratón dos días antes, y un tejido que se había creado de nuevo...

P.A: En realidad, reemplazaba el área dañada.

E.P: ¿Cómo conseguiste saber o indicar el lugar exacto en que el tejido había resultado dañado para afirmar que las células nuevas habían surgido muy cerca de ahí y no muy lejos?

P.A: En primer lugar, por el procedimiento experimental, intentamos inyectar en la región vecina al infarto, para ver si las células madre hematopoyéticas eran capaces de migrar al tejido dañado y regenerarse. Y en segundo lugar, fue una sorpresa para todo el mundo -incluido yo mismo, que al principio era más optimista que Bernardo- que, al cabo de nueve días, el tejido regenerado ocupaba toda el área del infarto.

B.N: La distancia que recorrieron estas células es inmensa, como para un humano la distancia de la Tierra a la Luna. Y estas células saben dónde ir. Alguna señal en la cicatriz, en el tejido muerto, les indica que se dirijan allí. Es decir que las células van donde han de ir.

Terapias a nivel germinal

“Somos el resultado de dos loterías: la de los genes y la del entorno” (Miroslav Radman – Profesor de Biología Celular de la Universidad de Parías y director del departamento de Genética Molecular, Evolutiva y Médica del Instituto Nacional de la Sanidad en Francia. Sus investigaciones se centran en los mecanismos moleculares de reparación del ADN, y el papel que éstos juegan en la aparición de cáncer y en la evolución de las especies.)

M.R: En la terapia genética somática, cuyo pionero fue Alan Fisher, mi colega de la facultad Necker, se introduce un gen funcional en las células del cuerpo de una persona enferma, de un niño enfermo, y entonces este gen funcional compensa el defecto con que nació el niño, pero sólo en las células en las que hemos conseguido introducir este gen funcional. Las células se cultivan fuera del cuerpo, luego se reintroducen y parece ser que, a menudo estas células producen tumores, leucemia. Este tipo de tratamiento enriquece las células que ya de por sí son un poco malignas. Al final se corrige el gen funcional defectuoso, pero a los dos o tres años aparece una leucemia.

E.P: Todas las ventajas y desventajas revierten en el paciente.

M.R: Y si tiene hijos, la manipulación genética somática no afectará la línea genética del óvulo, no se transmite. La manipulación genética del óvulo y del esperma, en cambio, se transmite de padres a hijos y nietos: se hace una vez y se transmite a toda la descendencia del futuro.

E.P: Y, ¿por qué crees que suscita tanta oposición?

M.R: Yo formaba parte de esa oposición hasta hace sólo un año. Es porque las personas son religiosas, aunque crean que no son religiosas en absoluto. Pero algo nos dice que hay o un Dios -si las personas son religiosas- o existe Gaia -el gran equilibrio de la naturaleza-, y no debemos interferir en esto. La verdad es que si algo terrible sucede, mientras no nos suceda a nosotros, nos es indiferente. La gente tiene miedo de cambiar algo que no ha sido cambiado por la madre naturaleza. Aunque ahora tengamos cerebro

y lenguaje, no podemos cambiarlo. No queremos participar en la evolución humana, la gente no quiere ser partícipe de la evolución humana.

E.P: ¿Es comparable a lo que sucedió con la introducción de las vacunas o los antibióticos?

M.R: No es comparable, ya que ni el tratamiento con antibióticos u otros productos químicos ni las vacunas se transmiten a los descendientes. Es la ventaja, o el problema, de la persona que recibe el tratamiento somático: que no lo transmite a su descendencia.

E.P: Yo me vacuné, mi hija se vacunó, a mi nieta la han vacunado...

M.R: Pero si en lugar de vacunas introduces un gen en el esperma y si la actividad de este gen fuera equivalente a la vacunación, por ejemplo, contra tumores o agentes infecciosos, ya nunca más tendrías que vacunar a tu hija ni a tus nietas, porque la vacuna estaría en los genes.

E.P: Tú y otros biólogos habéis subrayado que no existe ninguna obligación evolutiva de cuidar de nuestra salud en el futuro, después de la reproducción.

M.R: La esperanza de vida media de una mujer se ha duplicado desde 1840. Ha pasado, aproximadamente, de cuarenta a ochenta años en Occidente. Y, sin embargo, no se ha prolongado la menopausia, sino que se ha acortado un poco. Es increíble. Y es muy regular, te puedo enseñar la curva, nunca se había visto en biología una cosa igual. Parece indicar que no hay un diseño genético para eliminarnos después del periodo reproductivo, a nuestro genoma no le interesa. Nuestro genoma pierde el interés en nosotros, ni siquiera nos quiere matar. Pero, evolutivamente, no tiene sentido alargar la vida acortando el periodo reproductor.

E.P: Miro, volvamos al futuro y dejemos de lado las modificaciones germinales, o la modificación de la línea genética. ¿Qué crees que ocurrirá en los próximos años? Una vez conozcamos la estructura de las proteínas, sus funciones y la interrelación entre los genes, las proteínas y el entorno, ¿existirá alguna posibilidad de que mediante reacciones químicas se creen partes de ADN que se puedan juntar para crear vida sintética?

M.R: Sí, yo creo que de vez en cuando es necesario dar un gran paso atrás y ver dónde estamos. Y en la investigación todavía es más necesario hacer un zoom hacia afuera que nos permita ver el trabajo en perspectiva. Si observamos la Luna, las estrellas, un poco de estiércol de vaca o a nosotros mismos, constatamos que todos estamos contruidos de los mismos doscientos átomos. La única diferencia entre un montón de estiércol y yo es la forma en que los átomos están dispuestos. En este sentido, sólo cuando el conocimiento se vuelve verdaderamente global se puede clonar cualquier cosa a partir de átomos y moléculas simples.

E.P: Y también tendremos miedo de esto.

M.R: Claro que tendremos miedo. Siempre hay peligros en la investigación de la naturaleza y la psique humana, y en las motivaciones. Es la investigación en curso más importante, mucho más importante que cualquier otra, más incluso que la del cáncer. ¿Como se puede comprender a las personas que sin tener ningún problema destruyen la vida de otras sin su consentimiento? Necesitamos saber cómo es nuestra naturaleza. Creo que en este punto, muy superficialmente, ya es muy útil saber que no somos tan libres como creemos, y que somos el resultado de dos inmensas loterías en las que no tenemos ninguna influencia. Una es la lotería de los genes, que se llama meiosis: cuando el espermatozoide y el óvulo se encuentran, todos los genes se mezclan en una cantidad tan astronómica que nunca, ni en miles de millones de años, un ser humano podrá reproducir. No podremos decir: "este espermatozoide es precioso y este óvulo es maravilloso, dejaré que se junten para ser yo". Nadie puede elegir el espermatozoide exacto o el óvulo exacto en una fertilización para ser uno mismo. Todos podemos nacer

como Einstein, Watson o Carl Lewis, pero si nacemos con una minusvalía no es culpa nuestra. Nacer con unos genes especiales, con una energía y un talento extraordinarios no tiene ningún mérito. Es cuestión de buena o mala suerte en la lotería genética, porque no elegimos el espermatozoide y el óvulo.

E.P: ¿Y cuál es la segunda lotería?

M.R: Luego, con los mismos genes, el mismo espermatozoide y el mismo óvulo, está la lotería del entorno. ¿Quiénes son nuestra madre y nuestro padre? No podemos elegir a nuestros padres, ni el país en que nacemos, el idioma que hablaremos o la religión que nos enseñarán. Todo está impuesto, es una imposición de las loterías, de la lotería de los genes individual y del entorno. Luego están las potencialidades que podemos desarrollar, todo el espectro de la realidad de la vida posnatal: un individuo pedófilo, otro psicópata, un hambriento, otro maníaco religioso... Todo se imprimirá en el cerebro del niño como si introdujéramos instrucciones en un ordenador vacío. Y es fruto del azar la elección de dónde nacemos y de quién seremos hijos. De ahí que crea que debiéramos preguntarnos cuánta libertad tenemos.

Capítulo XIII

Lo que viene II: expedición al mundo invisible

La vida es como un tornado

“La vida humana no sólo no está en el centro, no sólo no es un organismo diferente al de los animales, no sólo no está hecha de un material especial, sino que los propios procesos de la vida, la forma en que se comporta, los compartimos con los sistemas inanimados y materia.” (**Dorion Sagan** – Hijo de **Lynn Margulis** y de Carl Sagan, es escritor y un gran divulgador. Entre sus obras se encuentran temas tan variados como la microbiología, la neurociencia, las teorías de la complejidad y la filosofía de la ciencia)

E.P: Lynn, ¿qué te parece? ¿Crees que en la comunidad científica se ha comprendido y aceptado el hecho de que no somos el centro del Universo?

L.M: Claro que no, todavía existe una gran desconexión entre los hallazgos científicos y el gran público. La gran mayoría de los científicos creen, en el fondo de su corazón, que es obvio que los seres humanos estamos en el centro, que somos más inteligentes, que dirigimos el sistema y somos independientes, pero la gran mayoría de personas no son independientes. Dependemos por completo de las plantas y de otros organismos para la alimentación y el suministro de aire. Yo considero que hay una gran desconexión entre lo que se ha demostrado científicamente y lo que la gran mayoría de gente cree.

D.S: Una cosa interesante cuando estudiamos la evolución desde el punto de vista del zoólogo está relacionada con la forma en que las especies divergen. La gente sólo piensa en un segmento muy reducido de la historia reciente, que tiene que ver con la evolución animal. Sin embargo, lo fascinante es que no siempre hubo especies. Las bacterias no tienen especies. Se intercambian el cinco por ciento de sus genes, o quizá el ochenta y cinco, salen y entran, no necesitan aparearse para la reproducción, no tienen una reproducción sexual, no son especies en el sentido que nosotros tenemos de los animales. Partiendo de estas premisas, podremos analizar cuáles son las principales transiciones de la evolución, sin obcecarse con la división por especies que sería, por sí misma, una transición. Yo diría que la primera es el origen de la vida, y con el origen de la vida el origen de las bacterias: básicamente sería cómo se obtuvo la primera bacteria. ¿Cómo se obtiene vida de lo inerte, si es posible? Y luego, ¿cómo se obtienen células

como las nuestras, las de la ameba y el paramecio, que son un tipo de células que tienen cromosomas, si la bacteria no tiene cromosomas? ¿Cómo se obtienen estas células grandes, llamadas eucariotas? La respuesta –que Lynn ha demostrado con pruebas genéticas- es porque las bacterias se juntan: se comen las unas a las otras, como ha dicho antes, pero no se matan, sino que viven y se desarrollan: ésta es la segunda transición, la de células más grandes con núcleo, cromosomas, mitocondrias y restos de bacterias. La tercera transición es la multicelularidad. Una vez tenemos estas células grandes, que son como amebas, y más grandes como las bacterias, ¿cómo se juntan y se crea la primera vida animal, las ciudades multicelulares, las colectividades, los organismos, las organizaciones, los superorganismos de células? Yo diría que la cuarta transición, de la que creo que formamos parte en estos momentos, en la que existe este tipo de mamífero –que podría interpretarse como un enfoque egocéntrico o arrogante-, es aquella en que los humanos se juntan para formar un superorganismo a escala global que va más allá de un animal común. Estas son las grandes transiciones, que no tienen nada que ver con las especies divergiendo, sino casi lo contrario, juntándose.

E.P: ¿Por qué pensamos ahora en la vida como un fenómeno conectado a la física y la química? Quizá podamos despertar la tercera gran revolución, ¿verdad? Dorion decía que se basa en reconstruir la antigua idea de que la materia de la vida es diferente. La vida tenía una especie de materia vital –como dijo Henri Bergson- especial y única.

D.S: Sin embargo, se descubrió que la materia de nuestro organismo está hecha de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, sulfatos y fósforo, y que el elemento más común en nuestro cuerpo y en el Universo es el hidrógeno. Por tanto, si seguimos con el argumento, estamos hechos de la misma materia. De manera que la negación de que la vida está hecha de algo especial, es otra reconstrucción revolucionaria: no estamos en el centro geográfico, ni somos superiores a los animales –somos como ellos- y no tenemos ninguna materia especial. Y, sin embargo, seguimos sintiéndonos especiales.

La conciencia de los átomos

“Una molécula reconoce a otra; no reconoce a la otra molécula gracias a un equipamiento fantástico. Este es uno de los principios básicos de la nanotecnología: reconocer lo que es pequeño por medio de lo que es pequeño.” (Heinrich Rohrer – Recibió el Premio Nobel de Física en 1986 por su participación en el diseño del microscopio electrónico de efecto túnel, que permite apreciar detalles a escala subatómica, durante su trabajo en el Laboratorio de Investigación de IBM en Zurich, Suiza.)

E.P: Vayamos al mundo de los modelos. Uno de tus predecesores, el físico americano Feynman, dijo: “Quiero llegar hasta el final, quiero llegar hasta los átomos y verlos”. La idea es que si se descubre cómo se relaciona un átomo con otro átomo –y nosotros estamos formados de átomos, somos átomos y moléculas-, entonces sabremos de qué trata la naturaleza. ¿Es cierto, o seguimos sin saber que qué trata?

H.R: Creo que es muy complicado. La naturaleza es muchísimo más complicada y conocer los átomos no soluciona las operaciones de sistemas complejos que están formados de átomos, aunque creo que los átomos son básicos. Es necesario comprender cómo se comportan en ciertas circunstancias, y creo que es el nuevo reto de la nanotecnología para aprender más sobre sistemas formados por átomos que se pueden utilizar para objetivos muy específicos. Pero existe un gran paso adelante desde los átomos hasta el sistema de la naturaleza.

E.P: ¿Adónde puede conducir la nanotecnología? ¿Se podrá aplicar a la biomedicina?

H.R: Se puede aplicar a cualquier campo. Por ejemplo, puedo imaginarme llevando encima un sensor muy pequeño que, inmediatamente, perciba cuando alguien que está cerca de ti tiene la gripe, de manera que al final dejaría de ser un problema. Creo que seremos capaces de hacerlo, pero también hay que pensar en las consecuencias. Ahora hablamos de toda esta información que somos capaces de reunir. Y es como decir que la gente ya no tiene vida privada, porque se sabe todo acerca de las personas: es una de las perspectivas que se abren con los ordenadores. Esto es una cosa, pero imaginemos que podemos saber inmediatamente el estado de salud al encontrarnos con alguien. Entonces, ¿cómo reaccionaremos? Tendremos que tomar una decisión. ¿Cómo reaccionar si sé que una persona tiene una enfermedad determinada? ¿Ha llegado el momento de aislarla? Es una pregunta mucho más difícil, una cuestión de mayor significación que, por ejemplo, la privacidad de los datos.

E.P: Has escrito que la nanotecnología abre grandes perspectivas y grandes temores. Es una cuestión que exige ser reflexionada.

H.R: A pesar de los temores, creo que deberíamos pensar en el tema a conciencia porque tenemos que aprender a manejar bien las cosas. Yo diría que, a fin de cuentas, si se observa el progreso de la ciencia y la tecnología en los últimos doscientos años, el mundo todavía no ha sido destruido. Creo que exagera la gente que proclama la destrucción del mundo y que teme el fin de la humanidad. Debemos tener confianza en que la gente no sólo se vuelve más inteligente, sino también más sensata. Aunque a veces nos asalten las dudas.

La conciencia de los átomos (II)

“¿Pero por qué la vida tiene que ser única y como nosotros la conocemos? Tal vez billones de nanorobots nos lleguen a controlar un día.” (Nicolás García – Director del laboratorio de Física de Sistemas Pequeños y Nanotecnología del CSIC en Madrid)

N.G: Existe un proyecto médico de nanotecnología, firmado por la NASA, llamado *Nanobarco*, que es una nave de dimensiones muy pequeñas que tiene un chip inteligente. Se puede meter por las arterias y detecta si en alguna parte se están formando estructuras que no deberían estar ahí. Es capaz de diagnosticar un problema en los primerísimos estadios de su formación. Es decir que si somos capaces de producir un nanomisil e insertarlo en el sistema sanguíneo, éste, que tiene una masa pequeñísima, es capaz de atacar las células que prematuramente están iniciando una enfermedad. La respuesta del cuerpo humano va a ser, pues, mucho más pequeña y eficaz.

E.P: Claro, ahora, cuando me duele la cabeza, me trago una aspirina que actúa por todo el cuerpo...

N.G: Sí, pero es que imagínate que te duela la cabeza o cualquier otra parte, y que el nanomisil lo identifique e inserte donde lo necesites una cantidad de fármaco ínfima, difícil de medir todavía por ningún aparato. Evidentemente, la respuesta del cuerpo humano será mucho más pequeña. Aunque yo creo que la nanotecnología realmente supondrá un cambio en la medicina preventiva. Es necesario desarrollar sondas cada vez más pequeñas y con capacidad de análisis, para que nos informen constantemente de qué ocurre en nuestro cuerpo. Otra vez significa dispositivos con más memoria. ¿Te imaginas qué sería de la medicina actual sin las técnicas de rayos X, resonancia magnética, ecografía y análisis químicos? Pues ha sido posible gracias a una investigación más básica, que luego ha hecho posible la construcción de dispositivos en otros muchos campos. Ahora ha llegado el turno de la nanotecnología, con unas perspectivas incluso más grandes que las que teníamos.

E.P: Nicolás, contigo trabaja José Antonio Rausell Colom, profesor de Investigación del CSIC y un excelente químico. Antes comentábamos un artículo suyo que dice que se ha dado un paso más allá, por otro camino diferente del que se siguió en la evolución natural.

N.G: La nanotecnología ha desarrollado herramientas físicas para manipular los átomos uno a uno. Y los átomos son, de hecho, mucho más sencillos que los aminoácidos, que son combinaciones de átomos. Si conseguimos aproximar unos cuantos átomos –de carbono, oxígeno, azufre, tal vez de fósforo- cercanos a sus posiciones ideales, se puede en principio construir una molécula compleja. Del mismo modo, una vez tienes las moléculas complejas, puedes aproximarlas con otras, hasta formar un compuesto molecular que sea capaz de replicarse. Es obvio que la evolución, con sus miles de millones de años, ha acabado produciendo algo más inteligente que ella misma. ¿Qué es sino el hombre? Mi respuesta es que también esta tecnología está intentando producir algo más inteligente. En el momento en que haya muchas más técnicas potentes, acabarán desarrollando estructuras más capaces que ellas mismas. Y no me extrañaría que el futuro sea un futuro de mestizaje entre estas cosas nuevas que se están formando y el ser humano.

E.P: La diferencia entre lo inerte y la vida es que la vida puede duplicarse y lo inerte no. Es decir que hay carbonos que forman componentes que no se replican, como el plástico, y otros carbonos, la materia viva –nosotros, nuestras células- que se duplican.

N.G: Claro, por ejemplo, el ADN es una memoria genética, pero también un ejecutor. El ADN replica lo que tiene.

E.P: Tiene las instrucciones, dices.

NG: Tiene las instrucciones, el registro de la memoria y la actuación incluida. ¿Y qué nos falta en nanotecnología? Pues lo que nos ha faltado toda la vida: llegar de lo sencillo a lo complicado, en algún punto de la complejidad de las moléculas se bifurca la vida...Si nosotros empezamos a estudiar desde el principio, átomo por átomo, ensamblando átomo a átomo, tendremos que llegar a descubrir el punto donde se bifurcan la química inorgánica, la química orgánica y la biología. Por ejemplo, ahora con láseres de femtosegundos ya se están viendo, a tiempo real, los procesos de formación de enlaces químicos. Si podemos observarlos, tal vez podamos controlarlos para que se formen otras moléculas. Es una cuestión de tecnología y, como te decía, nuestra tecnología está muy poco desarrollada y no conocemos gran cosa.

Capítulo XIV

Lo que viene III: la vida en el espacio

El secreto de la vida está en el espacio

“Con un solo dato –el nuestro- es muy difícil construir una teoría de la vida.” (Luis Ruiz de Gopegui – Físico e ingeniero de comunicaciones, colaborador en numerosos programas espaciales de la NASA, ESA, INTA, NASDA y Glavkosmos. Responsable de los programas de la NASA en España entre 1894 y 1994).

L.R.G: Vivimos en un Universo que está bajo la influencia total de la gravitación universal. Lo único que nos permite escapar de esa inmensa fuerza de la gravitación es la expansión del Universo a grandes velocidades y, luego, compensar la fuerza de la gravitación con la fuerza centrífuga. Por eso, la Luna no se cae sobre la Tierra, ni la Tierra cae sobre el Sol...Es la velocidad la que nos permite vivir.

E.P: ¿Cuál es la estrella más cercana?

L.R.G: Próxima Centauro.

E.P: ¿Y a que distancia está?

L.R.G: Creo que a 4,4 años luz.

E.P: Es decir que si pudiéramos viajar a la velocidad de la luz, tardaríamos cuatro años y medio en llegar a ella. Pero como no podemos viajar a la velocidad de la luz, tardaríamos...

L.R.G: Muchos siglos, pero parece que en esa estrella no hay sistema solar, de modo que la posibilidad de que haya vida ahí es muy poco probable. El problema fundamental es saber si estamos solos o no en el Universo, si nos podremos comunicar con alguien. Porque puede ser que haya vida en una galaxia a diez mil millones de años luz, pero no es indiferente porque jamás podremos comunicarnos con esos seres vivos tan lejanos. Ya no hablemos de viajes, porque nuestros viajes tienen que ser a velocidades inferiores a la de la luz. Por tanto, sólo para comunicarnos con una estrella que esté en el extremo opuesto de nuestra galaxia, la señal, para llegar a nosotros, tendría que haber salido de esa estrella en tiempos del Homo Sapiens...

E.P: Hace dos millones de años.

L.R.G: Hace tantísimo tiempo que ya no tiene sentido la comunicación. La angustia es ésa: quizás existe vida fuera de la Tierra, pero jamás nos podremos comunicar por una cuestión de velocidades.

E.P: Incomunicados, aunque probablemente no estemos solos.

L.R.G: Se tienen que dar tres condiciones fundamentales para que haya vida en otro planeta: que sea semejante a la Tierra, no tiene por qué ser igual, pero tiene que ser semejante, con una temperatura moderada, con clima constante durante millones y millones de años para que la vida pueda evolucionar. Es decir que, por ejemplo, necesita una luna, para que estabilice su eje de rotación.

E.P: Luis, tú dices que tendría que ser un planeta parecido a la Tierra, pero, ¿por qué? ¿No podríamos concebir por manipulación genética un ser que pudiera sobrevivir a temperaturas de 140°?

L.R.G: Todo tiene su explicación. La información genética es grandísima, la información que necesita una bacteria para construir otra bacteria es muy grande y esa información no cabe materialmente en un sitio pequeño. Necesita un sitio grande para almacenarla y ese sitio grande sólo puede ser una molécula gigante. Pero las moléculas gigantes no son estables a temperaturas muy altas o muy bajas.

E.P: Hasta ahora, ¿verdad?

L.R.G: No, hasta ahora no. Nosotros en la Tierra podemos coger moléculas gigantes, subirlas a temperaturas muy altas y se destruyen. Es decir que es una condición bastante restrictiva. Es casi imposible que a temperaturas muy altas haya transmisión genética, y la vida se define fundamentalmente por transmisión genética.

E.P: ¿Por qué crees que nos lanzamos a esta búsqueda de la molécula gigante en otros planetas parecidos a la Tierra? ¿Por una especie de instinto de extensión creciente del ser humano, este ser tan raro y tan extraño? O, todo lo contrario, ¿es por un espíritu de concentración, de buscar las raíces?

L.R.G: Yo creo que es por lo que acabas de decir. El hombre anda buscando las cosas fundamentales de la vida: el origen del Universo ya casi está descubierto y el origen del ser humano, también. Lo que menos conoce, el mayor misterio que existe hoy en día en la ciencia es el origen de la vida: no sabemos nada sobre el origen de la vida y ¿por qué no sabemos nada? Porque no tenemos más datos que los nuestros y necesitamos encontrar otro sitio donde haya vida para poder aventurar una teoría. Con un solo dato es muy difícil idear una teoría. Entonces, desentrañando esas tres preguntas fundamentales: de dónde viene el Universo, de dónde viene la vida y de dónde viene el

hombre, yo creo que el ser humano se sentirá más satisfecho. Pero la muralla actual es el origen de la vida.

Iremos para quedarnos

“La gente no se da cuenta de que al espacio vamos a ir para quedarnos.” (**Javier de Felipe** – Profesor del Instituto Ramón y Cajal y del CSIC, es el único investigador español que usa la microscopía electrónica para el estudio del cerebro humano. Ha colaborado con la NASA, para ver el efecto de los vuelos espaciales sobre el desarrollo del cerebro. Sus estudios se centran en la micro organización de la corteza del cerebro humano, donde se localizan funciones como el pensamiento, la imaginación o la creatividad.)

E.P: Y este cerebro tiene grabado la gravedad. Se ha adaptado a la gravedad y no le resulta nada fácil vivir sin ella.

J.F: Ésa es la gran pregunta. Sabemos que el cerebro es un órgano muy plástico y que tiene una gran capacidad para adaptarse a ambientes nuevos. Durante millones de años nuestro cerebro ha evolucionado dentro del campo gravitatorio terrestre. Aunque normalmente no nos demos cuenta, la gravedad es una característica omnipresente. Pero nuestro cerebro sí se da cuenta de que estamos sentados o apoyados en una silla, está recibiendo constantemente mucha información desde todas las partes del cuerpo que dicen cuál es nuestra posición en el espacio. Y nuestro cerebro está acostumbrado a procesar esa información. De repente, si vives en un entorno en el que no existe eso, ya no se puede obtener esa información. ¿Qué le ocurre al cerebro, entonces?

E.P: Tanto es así, que en el juego de la pelotita el cerebro está tan acostumbrado a la gravedad que cuando yo te tiro la pelota, el cerebro calcula la pérdida de velocidad que se produce por el tirón de la gravedad y lo tiene todo calculado un segundo antes de que la pelota llegue a tus manos. En el espacio esto no es posible. El problema es que cuando se llega a la Tierra, se necesita mucho tiempo para adquirir de nuevo la costumbre. Pero hablas de impactos que parecen irreversibles...

J.F: Sí, y además hay otra cosa muy importante, y es que todavía no conocemos cuáles son los efectos de larga duración en una persona adulta. El tiempo máximo en el espacio se batió en la estación Mir: Valeri Poliakov vivió cuatrocientos treinta y siete días fuera de la Tierra. Pero es poco tiempo, relativamente. ¿Qué ocurrirá, especialmente en un cerebro en desarrollo, cuando un vuelo espacial dure mucho más tiempo? Porque la plasticidad es aún más acentuada durante el desarrollo. El cerebro de un niño tiene una capacidad plástica muy superior al de una persona adulta, porque sus circuitos sinápticos se están formando, están madurando. Es decir que al nacer, el cerebro no tiene todas sus conexiones establecidas, sino que gran parte de las conexiones se comienzan a formar, y ese periodo dura muchos años, quince o veinte. Y ese proceso depende mucho del medio ambiente: si un niño nace en un ambiente familiar poco adecuado, puede tener graves alteraciones psiquiátricas o psicológicas porque la información que le está llegando no es la adecuada para que su cerebro se desarrolle de forma sana a nivel psicológico. Para conocer cuál sería el efecto de un vuelo espacial necesitaríamos conocer qué le ocurriría a un niño que naciera en el espacio y pasara muchos años en el espacio. Por eso la rata es el modelo ideal. Sólo estuvieron quince días dando vueltas a la Tierra, pero la maduración del cerebro de la rata tiene lugar en un mes, en treinta días se forman todas sus conexiones sinápticas. En el cerebro de la rata, todo va acelerado y esos quince días equivalen a la mitad de todo el proceso de maduración de su cerebro en el espacio.

E.P: Y esas cosas que habéis descubierto, los cambios en el número y la longitud de las sinapsis, las modificaciones en las comunicaciones neuronales, ¿son buenas o malas?

J.F: Es una pregunta muy acertada. Todavía no sabemos por qué ocurren estas alteraciones y si son patológicas o representan cambios plásticos para una mejor adaptación a un nuevo medio ambiente. Podría ser bueno, con el tiempo, para vivir en el espacio, pero malo para regresar a la Tierra. Por eso, quizás, la explicación previa que se dará a los que quieran irse al espacio será la siguiente: “Usted quiere ir al espacio. Pues vaya con su pareja y no regrese a la Tierra, ni sus hijos tampoco, porque la Tierra será un medio hostil para ellos porque su organismo se adaptará a otro medio ambiente”. La parte más filosófica es que estamos identificando cambios en la corteza cerebral, y en la corteza cerebral se localizan las funciones superiores, como nuestra capacidad para imaginar, pensar y el lenguaje. Dejando volar nuestra imaginación, a medida que en los milenios venidero nos vayamos diseminando por el Universo, nuestra especie *Homo sapiens sapiens* podría transformarse, en esos mundos extraterrestres, en otra subespecie que podríamos llamar *Homo sapiens spatii*.

E.P: En el sistema límbico, en la amígdala, en el sistema emocional, no se producen cambios.

J.F: Todavía no lo hemos estudiado, pero las mismas ratas que fueron estudiadas por el laboratorio de Luis Miguel García-Segura del Instituto Cajal. Estos científicos encontraron alteraciones estructurales y neuroquímicas, algunas permanentes, en una región del hipotálamo, que se encarga de la producción de hormonas implicadas en la regulación de varias funciones vitales básicas, como el apetito, la sexualidad, el crecimiento y la respuesta al estrés.

E.P: Todavía no se sabe si los organismos se vuelven más o menos emotivos pero en la corteza cerebral se producen cambios irreversibles.

J.F: Sabemos que son cambios permanentes porque hemos sacrificado a las ratas en dos turnos: cuatro o cinco horas después del aterrizaje de la nave en Cabo Cañaveral, en Florida, y aproximadamente cuatro meses después. De esta forma, hemos podido analizar el “efecto agudo” del vuelo espacial y la readaptación a la gravedad terrestre para saber si los efectos del vuelo espacial son permanentes o transitorios. Al comparar los cerebros de las ratas espaciales con los controles observamos que algunos de los cambios que habíamos visto tras el aterrizaje habían desaparecido y, sin embargo, aparecieron otros nuevos, aunque yo prefiero decir modificaciones.

E.P: Estos experimentos destierran la idea que teníamos de que en el futuro iríamos de excursión a Marte y volveríamos unos días después. Los que viajen al espacio ser irán de verdad, para quedarse. Y otra de las cosas que constatan vuestras investigaciones es que en estancias prolongadas en el espacio cambia el sistema circadiano endógeno. El reloj biológico que te hace tener sueño y te despierta también se destruye.

J.F: Es un cambio radical, pero son problemas que, aunque a largo plazo sean graves, no son tan importantes, porque muchas alteraciones pueden o podrán ser reguladas a nivel hormonal o farmacológico. La parte más filosófica es qué ocurre con la corteza cerebral, porque si se modifica la zona del cerebro que nos hace humanos, ¿qué será de ese ser humano cuando transcurran varias generaciones?, ¿cómo serán los niños nacidos fuera de la Tierra?, ¿sus cerebros serán diferentes de los nuestros? ¿cómo se adaptará el cerebro a este nuevo entorno? La misión Neurolab es el primer paso para intentar contestar a estas preguntas.

E.P: Y tú dices que esta corteza, que nos hace humanos...

J.F: Sí, la neocorteza es el sitio de elección de muchos científicos teóricos y experimentalistas por su implicación directa en diversos aspectos del comportamiento de los mamíferos y porque es la estructura más “humana” del sistema nervioso. Es

decir, es el lugar en donde se localizan las capacidades que distinguen a los humanos del resto de los mamíferos –como el lenguaje y la capacidad de abstracción–, de ahí que su estudio sea de máximo interés.

E.P: Y la neocorteza es la parte del cerebro que en el espacio cambia irremediabilmente.

J.F: Sí, ha ocurrido en las ratas, y es de suponer que ocurrirá en el ser humano. Cuando se empiezan a realizar este tipo de estudios, de entrada se dice “que tontería de estudio!, con la cantidad de cosas interesantes y más urgentes que hay que hacer en la Tierra, ¿por qué se estudia el cerebro en el espacio?” Un día irá gente allí sabiendo que no regresará, y a medida que la especie humana se disemine por el espacio, se irá transformando. Quizás la gente que viva más allá de nuestro sistema solar tendrá que aprender nuevas formas de comunicarse, seremos una nueva especie.

Capítulo XV

La belleza de la ciencia

El cerebro no busca la verdad, sino sobrevivir

“El cerebro está diseñado para sobrevivir, y no para buscar la verdad.” (Richard Gregory – Profesor emérito de Neuropsicología de la Universidad de Bristol. Sus trabajos sobre la percepción, sobre cómo y por qué vemos las cosas de la manera que lo hacemos, le han permitido descubrir ilusiones ópticas y visuales, que nos muestran que a veces nuestras percepciones nos engañan.)

E.P: No sé si existe algo más importante que tener una percepción correcta del mundo en que se vive. Y sin embargo, invertimos una ridiculez y muy pocos esfuerzos en investigar si es correcta la imagen que tenemos de los objetos que nos rodean, y sobre todo, de cómo la obtenemos. ¿A ti que te parece?

R.G: Creo que es completamente cierto. El cerebro efectúa muchas suposiciones y obtiene pequeñas imágenes de los ojos, pero no basta. El problema radica en que las imágenes que recibe del ojo no se corresponden en absoluto con los objetos que está mirando; no son idénticos. Por ejemplo, si miramos una mesa intuimos que es sólida y fuerte, y que podemos poner cosas encima; pero el cerebro tiene que adivinar que se trata de una mesa sólida y fuerte. El cerebro imagina un objeto real a partir de una imagen del ojo tan pequeña como un sello de correos. Me parece increíble que podamos pasar de una pequeña imagen al sentido de la realidad del mundo. Y, por supuesto, no siempre sale bien. Estoy completamente de acuerdo contigo: habría que investigar más este campo. Y se debería enseñar en la escuela, es una cuestión vital para los niños.

E.P: En las escuelas sólo se dan respuestas. No se enseña a los niños a hacerse preguntas. Me cuesta imaginar a colegiales pensando si los demás alumnos son como los ven o, como decía Newton, cómo se pasa de la percepción del objeto a la gloria de los colores. Se ha negado a los niños, y a toda la población en general, la costumbre de cuestionar la realidad. La mayoría de la gente está convencida de que los ojos envían al cerebro la imagen fiel de los objetos. En tus libros explicas por qué es falso: los ojos envían sólo imágenes codificadas en forma de impulsos eléctricos. ¡Quién sabe cómo los descifra el cerebro!

R.G: Así es. Por supuesto, en el interior de la cabeza reina la oscuridad más absoluta y sólo se dan pequeños pulsos eléctricos que proceden de los sentidos y que el cerebro tiene que descodificar. Y la señal es muy diferente de la realidad que se observa.

E.P: Una de las cosas que más me intrigan es pensar que no podemos, literalmente, observar nuestras propias expresiones faciales. Es increíble que sin poder vernos el rostro consigamos relacionar las emociones privadas con expresiones públicas en los demás. Es cierto que, como dices en uno de tus maravillosos libros, existen los espejos. Cito tus palabras textualmente: “Si no fuera por los espejos, que nos han ayudado a aprender algo de este misterio fascinante, seríamos incapaces de reconocer nuestra propia fotografía”. ¿Es así?

R.G: Eso creo. En primer lugar, un bebé o un niño se reconocen en el espejo gracias a los movimientos. El niño se mueve y su imagen en el espejo también se mueve, de modo que tarde o temprano llega a la conclusión de que es él mismo el que se refleja en el espejo. De no existir los espejos, nunca sabríamos cómo somos. Y como dices, leemos la mente de los otros a través de las expresiones faciales que ellos mismos no pueden ver en sus propios rostros. Es extraordinario.

E.P: ¡Qué difícil debe ser! Y sin embargo, los niños desentrañan ese misterio bastante pronto.

R.G: Los niños se reconocen a sí mismos, aproximadamente, un poco antes de cumplir el año, a los diez meses. Antes de esa edad no saben que la figura reflejada en el espejo son ellos mismos. Luego lo aprenden a través de los movimientos corporales. Si los niños sólo pudieran verse en las imágenes fijas de las fotografías y no en los espejos, creo que no se reconocerían en absoluto. Se reconocen por los gestos.

E.P: ¿Y los otros animales? Se dice que los chimpancés también se reconocen a sí mismos.

R.G: Los chimpancés son los únicos, ningún otro animal se reconoce en un espejo.

E.P: Parece ser que el cerebro posee estrategias para evitar la estimulación continua. Por ejemplo, cuando nos vestimos vamos vestidos todo el día pero casi no somos conscientes de ello, ¿verdad?

R.G: Es absolutamente cierto. Se llama adaptación y empieza en los nervios periféricos. Como has dicho, una vez te has puesto la ropa ya casi no la sientes, porque si no el cerebro estaría bombardeado continuamente por información poco relevante. Si se produce un cambio importante, entonces hay que actualizar las hipótesis del cerebro. Si oímos continuamente un reloj, al cabo de un tiempo dejamos de oírlo, ni siquiera se oye dar las campanadas, porque no es importante, es algo que ya se sabe que pasará, no anuncia nada nuevo con lo que tengas que enfrentarte.

E.P: Sostienes que el cerebro no existe para hallar la verdad, sino para sobrevivir.

R.G: Sí. Las sociedades necesitan un acuerdo para trabajar colectivamente en la construcción de una casa o en la fabricación de utensilios de cocina. Se necesitan ideas preconcebidas para sobrevivir, creencias sociales que nos permitan llegar a una acción coordinada y pactada. Nada de esto guarda relación con la verdad absoluta.

Lector, te recuerdo que lo que has leído es un extracto de lo que he creído más interesante. Es para uso personal. Si te ha gustado, te aconsejo la compra y lectura del libro original.
--