

MARK STEVENSON

UN **VIAJE**
OPTIMISTA
POR **FUTURO**
EL

Un hombre curioso se propone
responder a la pregunta:
«¿Qué viene ahora?»



Lectulandia

¿Es verdad que el primer hombre que vivirá mil años tiene hoy sesenta? ¿O que en menos de una década habrá hoteles en el espacio? ¿Es posible que en el futuro, si necesitamos algún órgano nuevo, lo podamos cultivar en nuestro propio cuerpo? ¿O que existan máquinas que capturen el CO₂ de la atmósfera y acaben con los riesgos del cambio climático? ¿O que la energía de nuestros hogares la generen los cristales de nuestras ventanas? En opinión de muchos científicos, las distintas ciencias están a un paso de transformar de nuevo el mundo. Los progresos de la biología, la medicina, la nanotecnología, la robótica, y las nuevas técnicas de producción de energía y de alimentos, entre otros avances científicos, nos invitan a suponer un mundo mejor. ¿Será así? Mark Stevenson se lo preguntó y exploró los horizontes de la ciencia al encuentro de los que mejor están trabajando en cada uno de estos ámbitos. Después de dar prácticamente la vuelta al mundo en busca de respuestas, Mark regresó lleno de un cauto optimismo respecto al futuro. Y eso es lo que cuenta en este libro interesante a la vez que divertido y siempre fascinante que renovará nuestras ansias de seguir creyendo en lo que el futuro nos depara.

Mark Stevenson

Un viaje optimista por el futuro

ePub r1.0

XcUiDi 25-04-2020

Título original: *An Optimist's Tour of the Future*
Mark Stevenson, 2011
Traducción: Vicente Campos González

Editor digital: XcUiDi
ePub base r2.1

Para Charlie (núm. 23) y Philip (núm. 55)

Un hombre curioso se propone responder a la pregunta: «¿Qué viene ahora?».

El futuro ya está aquí. Lo que pasa es que todavía no se ha distribuido bien.

William Gibson

Parte 1

EL HOMBRE

Capítulo 1

La idea más peligrosa del mundo

Envejecer no es ningún problema. Solo hay que vivir lo suficiente.

GROUCHO MARX

Voy en un tren camino de Oxford, preguntándome cuánto tiempo de vida me queda. No es porque crea que vayamos a tener un accidente, ni es una reacción al sándwich que acaban de venderme en el First Great Western National. Se debe a que, hace unas semanas, el reclamo de la Mortalidad pasó un momento por mi cabeza y, sin que le diera pie, preguntó: «¿Y qué piensas hacer con el resto de tu vida?». (La Mortalidad, según parece, habla de manera muy similar a mi padre).

Sea cual sea la respuesta, algo que sí sé es que mi futuro se desarrollará en un mundo muy diferente. Porque —digámoslo ya— hay una revolución en marcha. La población se ha disparado, el planeta se está volviendo urbano (más de la mitad de nosotros vivimos ahora en ciudades), la medicina empieza a curar lo que antes era incurable, hay nonagenarios que se lanzan en paracaídas y empresarios que poseen naves espaciales, el clima está cambiando y los conocimientos del mundo entero están casi al alcance de cualquiera que disponga de una conexión a Internet.

Así que he emprendido un viaje que, espero, me aclare cómo será el mundo de mi futuro: ¿Vamos a curar el cáncer? ¿Qué es la revolución biotecnológica? ¿Habrá robots de una vez? ¿De qué va todo eso de la nanotecnología? ¿Cómo seguirá Internet transformando la sociedad? ¿Cómo gestionamos la creciente población? Si el clima está cambiando, ¿cómo nos afectará y qué podemos hacer al respecto? ¿Vamos a volver al espacio? ¿La tecnología va a ser nuestra servicial acompañante o se alejará a una remota distancia, dejándonos aturdidos y confusos? ¿Y cómo se entretendrán las respuestas a todas estas preguntas y cambiarán nuestra forma de vivir, trabajar y disfrutar?

Quiero encontrar una respuesta a la más personal y a la vez más importante de las preguntas, aquella que todos nos hacemos: «¿Qué viene ahora?». Pero antes tengo que averiguar cuánto de eso que «vendrá» es

probable que pueda ver. O, por decirlo de otro modo: ¿cuánto tiempo me queda?, ¿cuánto futuro tengo por delante?

El Instituto Nacional de Estadística británico afirma que la esperanza media de vida al nacer de un hombre que vino al mundo en Gran Bretaña en 1971 (como yo) estaba levemente por encima de los sesenta y nueve años. También me informa de que, en tanto que varón de treinta y nueve años en 2010, ahora puedo esperar vivir diez años más. El simple hecho de mantenerme con vida, según parece, me ha dado más tiempo por vivir.

Que «la esperanza de vida se incrementa poco a poco» es un hecho bien documentado. La edad media a la que se muere ha estado subiendo lenta pero continuamente alrededor de un cuarto de año por cada año de calendario que ha transcurrido desde que empezaron a llevarse registros mínimamente fiables (en torno a mediados del siglo XIX). Algunos sostienen que es probable que esta tendencia se mantenga, e incluso se acelere, a la par que los avances médicos, y que las personas centenarias pronto serán frecuentes. Otros afirman que el aumento estadístico de la esperanza de vida se debe más a que se ha evitado la muerte de los muy pequeños (combatiendo la tuberculosis infantil, por ejemplo). Refiriéndose al posible límite natural de nuestra longevidad, Stuart Jay Olshansky, de la School of Public Health de la Universidad de Illinois, señala: «no se puede salvar dos veces a los más jóvenes».

Con algunas excepciones llamativas —Ozzy Osbourne, Keith Richards, todos los miembros de Aerosmith—, también hay una relación bien establecida entre el modo de vida de una persona y la duración de su esperanza de vida. Por eso he respondido a varias preguntas sobre mi estilo de vida e historia familiar que me planteaban diversas calculadoras de la esperanza de vida que encontré en Internet. Mi favorita, «Death Clock», genera una «fecha de fallecimiento» personal basada en cálculos «normales», «optimistas», «pesimistas» o «sádicos» (este último informa de que uno ya está muerto), antes de mostrar el número de segundos que quedan por vivir... y luego inicia una cuenta atrás. Tiene algo de hipnotizador contemplar literalmente el tictac de tu propia vida avanzando hacia la extinción. Me pregunto si alguien habrá llegado a morir mientras miraba.

El consenso general es que, si mantengo mi estilo de vida actual, pasaré de los ochenta, pero no de los ochenta y cinco (me ajusto aproximadamente a las estadísticas gubernamentales). Sin embargo, si mejoro mi dieta, hago más ejercicio, sigo trabajando (según algunos estudios, es una estrategia fundamental para mantener a raya a la Parca) y bebo menos, tengo razonables

posibilidades de superar los noventa. Y si la esperanza de vida sigue aumentando como hasta ahora, dentro de cincuenta años podría contar con vivir doce años *más* en el planeta. No es imposible que pase de los cien. Me resulta estimulante: sigo soltero y no tengo hijos, pero parece que me sobra tiempo para crear una familia, y puede que hasta para entender el críquet.

Nick Bostrom, fundador del Future of Humanity Institute de la Universidad de Oxford, está de acuerdo. Es más, cree que yo podría vivir no solo cien años, sino miles. Y no bromea.

Bostrom es un defensor del transhumanismo. Descrito como «la idea más peligrosa del mundo», el concepto recibió su nombre moderno en la obra *Religión sin Revelación*, escrita en 1927 por Julian Huxley. Julian, hermano de Aldous Huxley, fue un biólogo de primera línea, el primer director general de la UNESCO y fundador de la World Wildlife Fund. Un tipo ocupado. Escribió:

La especie humana puede, si así lo desea, trascenderse a sí misma —no solo esporádicamente, un individuo aquí en un sentido; otro, allá, en otro— sino en su integridad, como humanidad. Nos hace falta un nombre para esta nueva creencia.

El término que se le ocurrió a Huxley fue «Transhumanismo»: la idea de que el hombre podía seguir siendo esencialmente humano, pero trascender lo que la naturaleza le había dado. Dé un salto adelante de setenta y siete años, hasta 2004, y encontrará a Aubrey de Grey, un biogerontólogo que afirma: «Creo que la primera persona que vivirá mil años debe de tener ahora unos sesenta».

He emprendido este viaje para ver a Nick porque el debate sobre el transhumanismo es un revoltijo de ciencia, ética y política social. Nos pide que repensemos qué es la medicina, cómo podría ser la sociedad y hasta dónde debemos llegar con nuestra tecnología. Es como si hubiera empezado mi viaje por lo más difícil.

A través de una titubeante conexión *wi-fi*, empleo parte del trayecto en tren para revisar una típica charla polémica que impartió De Grey en 2004, en las conferencias «Technology, Entertainment and Design» (TED) [Tecnología, Entretenimiento y Diseño]^[*] en California. En ella pregunta si alguien de su audiencia «está a favor de la malaria». Cuando nadie levanta la mano, continúa: «quiero subrayarles que la razón principal por la que consideramos la malaria algo malo se debe a una característica que comparte

con el envejecimiento, y este es el rasgo...», instante en el cual muestra una diapositiva con las palabras: «¡¡¡¡¡porque mata gente!!!!». «La única diferencia real es que el envejecimiento mata a un número considerablemente mayor de gente». De Grey pasa a continuación a comparar el envejecimiento con la caza del zorro, afirmando que ambos son «tradicionales», «mantienen bajas las cifras de población» y, a modo de puntilla final, son «fundamentalmente bárbaros». En ese mismo congreso, Nick Bostrom afirmó más tarde: «La muerte es un grave problema. Si comprueban las estadísticas, los números no son muy favorables. Hasta ahora, la mayoría de la gente que ha vivido también ha muerto».

Pero desterrar la muerte es tan solo la mitad del programa pasmosamente radical de los transhumanistas. También defienden una nueva concepción del ser humano, el transhumano: un humano que no solo se ha librado del envejecimiento, sino que ha sido *mejorado* más allá de nuestras actuales «limitaciones biológicas».

De niño, jugaba con un transhumano llamado Steve Austin. Steve era un muñeco de *El hombre de los seis millones de dólares*, un juguete del *merchandising* de la serie de televisión del mismo nombre. Igual que el Steve televisivo, mi muñeco tenía partes del cuerpo «biónicas» que le ayudaban a ver mejor, correr más rápido y pegar más fuerte que sus adversarios (quienes solían ser bigotudos). Las partes artificiales de su cuerpo sustituían a las que había perdido en un accidente de avión. Sobre los títulos de crédito del principio se oía un tema musical que contaba lo que le había pasado: «Tenemos la capacidad de hacer el primer hombre biónico... Mejor, más fuerte, más rápido».

Estas últimas palabras recogen buena parte del credo de mejora de los transhumanistas, a saber, que el transhumanismo no solo trata de mantenernos con vida y más sanos durante más tiempo, sino de permitirnos *ser más*. Ser mejores. Ser más fuertes. Ser más rápidos.

Por la historia sabemos de numerosas personas que han buscado el secreto de vivir para siempre. El alquimista chino Ge Hong (nacido en el año 283) creía que la inmortalidad se conseguía cultivando una unión eterna con uno mismo, que permitiría beber de una fuente de una «unidad metafísica» o *xuan*, que impregnaba todas las cosas. Es un sueño tan actual hoy como entonces. En San Francisco, por ejemplo, Alex Chui le venderá un par de anillos magnéticos o «dispositivos de la vida eterna» por unos treinta dólares. Los vende con una garantía de devolución de noventa días, lo que no parece muy prometedor. Cuando me pongo en contacto con Chui para plantearle ese

detalle, me responde, sin asomo de ironía, que «una garantía de por vida es ilegal. No puede darse».

Puede que el método «científico» más conocido para intentar evitar el gran mal trago de irse al otro mundo sea la Suspensión Criónica, que consiste en preservar a los fallecidos recientemente congelando sus cuerpos o, para aquellos con menos fondos (y esto me parece deliciosamente macabro), solo su cabeza. Este método se basa en la creencia de que los médicos serán capaces de descongelar, reanimar y curar en el futuro a estos «crionautas» de lo que fuera que los matara antes.

Mantener a alguien congelado (o, en el argot técnico de los entusiastas criónicos más ingeniosos, «en suspenso metabólico») dista de ser barato, y en la actualidad no te devolverían mucha calderilla tras pagar 150 000 dólares. Dos de las primeras empresas criónicas quebraron y, en consecuencia, sus clientes se descongelaron, pero sospecho que ninguno de ellos pidió que le devolvieran el dinero. Otro problema para los primeros crionautas es el daño que causan a sus células los cristales de hielo que se forman en el tejido, lo que hace que sea muy improbable que los cadáveres pioneros, como el del profesor de psicología James Bedford (el primer hombre al que *suspendieron*, en 1967), puedan ser jamás reanimados. Hoy los profesionales criónicos han depositado su fe en la «vitrificación», una técnica que convierte el tejido en un sólido vitrificado, pero desprovisto de toda estructura cristalina. Hay que decir que la criónica no ha sido aceptada como práctica por la medicina oficial y se la tiende a considerar algo que hacen los chiflados cuando han ganado demasiado dinero y/o quieren irritar a sus descendientes más próximos. Por lo que respecta a la medicina actual, la muerte es un viaje exclusivamente de ida.

Menciono estos ejemplos porque las historias de optimismo desaforado, ilusiones, campañas morales, fe en tecnología no probada y, seamos honestos, delirios puros y duros, no son infrecuentes en la historia de los esfuerzos del hombre para burlar la muerte. Y por tanto, me acerco al proyecto transhumanista con una buena dosis de escepticismo.

No soy el único que tiene sus reservas. En 2006, harta de lo que percibía como un montón de «mala ciencia» en los medios de comunicación provocada por la teoría del antienviejecimiento del proyecto transhumanista, la *MIT Technology Review* ofreció un premio de 10 000 dólares a cualquiera que pudiera demostrar que las ideas y la investigación de Aubrey de Grey eran «indignas de un debate serio». Jason Pontin, el director de la *Technology Review*, había escrito previamente un mordaz perfil de De Grey, retratándolo

como un gnomo andrajoso y adicto a la cerveza, y comparando su obra a la «ciencia ficción». Como no era alguien que se ofendiese fácilmente, De Grey añadió otros 10 000 dólares al dinero del premio.

El texto enviado que consiguió más alabanzas (escrito por Preston Estep y unos colegas) afirmaba que la obra de De Grey gozaba de fama «debido casi por entero a su atractivo emocional» y despreciaba buena parte de la misma por considerarla «pseudociencia». Pero los jueces (entre quienes se contaban expertos mundiales en inteligencia artificial, nanotecnología, patología y genética) no consideraron que Estep y sus colegas hubieran hecho lo suficiente. Aunque las ideas de De Grey existen «en una especie de antesala de la ciencia, donde esperan (posiblemente en vano) una verificación independiente», «no se ha demostrado que sean erróneas». El juez Nathan Myhrvold escribió que «es propio del método científico ser ecuánime en el examen de las nuevas proposiciones; de vez en cuando, algunas ideas radicales resultan ser ciertas. De hecho, esas excepciones son con frecuencia los descubrimientos más trascendentales de la ciencia».

Por descontado, la historia está llena de inconformistas que fueron ridiculizados o descartados al principio, pero más tarde (a veces, *mucho* más tarde) se les aceptó como genios, entre ellos: Charles Darwin (evolución), Gregor Mendel (herencia genética), Robert Goddard (cohetes de combustible líquido), Louis Pasteur (teoría de los gérmenes) y los hermanos Wright (vuelo con motor). Aunque, a poco que nos fijemos, el pasado también está lleno de desafíos al conocimiento aceptado que se estrellaron y consumieron en la nada. Les citaré a James McConnell y Georges Ungar, que creían que los recuerdos estaban codificados en las moléculas y por tanto podían transferirse de un animal a otro, dando lugar a la posibilidad de que uno se tomara una píldora y llegara a recordar las obras completas de Shakespeare.

En resumen, Bostrom y De Grey *podrían* estar en el buen camino hacia algo. Y si los transhumanistas son en realidad precursores del futuro, eso, como comentó un neurocientífico amigo mío, «va a tener consecuencias mareantes».

Lo que viene a ser lo mismo que decir que el transhumanismo plantea profundas cuestiones filosóficas y políticas. ¿Cuál será el impacto en la sociedad y en las relaciones personales en un mundo en el que podríamos vivir para siempre? ¿Nos casaríamos alguno de nosotros si supiéramos que sería para mil años? ¿Cuándo nos jubilamos? ¿No se crea un problema inmenso de superpoblación? ¿No nos quedaremos sin recursos naturales? Si nos fundimos con nuestras máquinas, ¿qué perderemos? ¿Y qué pasa con

nuestras pensiones? ¿Qué hará la revista *Saga*? ¿Y acaso no es la muerte un hecho natural, parte del ciclo por el cual evoluciona nuestra especie? ¿No es el envejecer un rasgo definitorio de ser humano? ¿No nos volveremos locos? E incluso si fuéramos capaces de derrotar a la muerte, ¿deberíamos?

Con la mediana edad ya encima, la idea de que me rejuvenezcan en un cuerpo más lozano resulta muy atractiva. Pero me preocupa que lo que puede parecerme bien para mí, a lo mejor no lo sea tanto para la humanidad como un todo. En su favor, hay que decir que la mayoría de los transhumanistas aceptan que acabar con el envejecimiento (de ser posible) supondrá tremendas convulsiones para la sociedad. La cuestión que Aubrey de Grey plantea es: «¿[Los riesgos] compensan las desventajas de hacer lo contrario, es decir, de dejar el envejecimiento tal como está... condenando a cien mil personas cada día a una muerte innecesariamente temprana? Mire, si no tiene una razón de peso, entonces no me haga perder el tiempo». Para los transhumanistas se trata de un argumento moral.

Sobre la cuestión de la superpoblación Aubrey de Grey ha escrito: «Básicamente, nuestras opciones son sumamente simples: o restringir la tasa de nacimientos o elevar la de defunciones», con lo que se refiere a que si todos empezamos a vivir más tiempo y seguimos en un único planeta, probablemente tendremos que reproducirnos menos. Bostrom se muestra más circunspecto. Tales cuestiones, ha afirmado, deberían «plantearse de una forma sobria y desinteresada, utilizando la razón crítica y las mejores pruebas científicas disponibles» para decidir «qué estrategias políticas es sensato que adopte la humanidad». Admiro esas intenciones, pero me pregunto si pedirnos que reflexionemos racionalmente sobre este tema no será como pedirle a una mosca que se fije en las cualidades estéticas de un parabrisas.

Aun así, he venido a Oxford para eso...

La misma semana que visito al profesor Bostrom, dos noticias captan mi atención. La primera trata de científicos del Centro Nacional del Cáncer de Madrid que han estado criando ratones que viven, de media, un 30 % más que sus hermanos «normales». Dirigido por María Blasco, el equipo se basa en el trabajo de Elizabeth Blackburn, Carol Greider y Jack Szostak, quienes habían descubierto una asombrosa sustancia (estrictamente una enzima, una sustancia que utilizan las células para estimular reacciones químicas) llamada «telomerasa» mientras investigaban una microcriatura llamada «*Tetrahymena*» que se encuentra en los estanques de agua dulce, un

descubrimiento por el que los tres compartirían el premio Nobel de Medicina de 2009.

La *Tetrahymena* presenta dos rasgos particularmente interesantes. Uno es que tiene *siete* sexos. Y el segundo es que es biológicamente inmortal. Han leído bien. Si puede comer, sigue con vida, y la telomerasa es una de las razones para que así sea. Porque la *Tetrahymena* no está sometida a algo denominado el «límite de Hayflick», que recibe su nombre del microbiólogo médico Leonard Hayflick.

Junto con su colega el doctor Paul Moorhead, Hayflick descubrió que las células humanas llevan incorporado un programa para «envejecer y morir» que se pone en marcha después de que se hayan dividido entre cuarenta y sesenta veces. Cuando la célula llega a ese límite, entra en sus últimos días, un estado denominado «senescencia». (De Grey llama a su ataque al envejecimiento «Estrategias para la ingeniería de una senescencia limitada»). Pero un suministro constante de telomerasa (de la que las *Tetrahymena* se reabastecen continuamente) puede reiniciar una y otra vez la cuenta de la división de las células. Eso significa que incluso si una célula lleva cincuenta generaciones a sus espaldas, se comporta como si solo se hubiera dividido una vez (manteniéndose bien lejos del toque de difuntos del límite de Hayflick).

Los niveles de telomerasa humana disminuyen a medida que envejecemos, así que la pregunta lógica para la brigada anti-envejecimiento es: «si aumentamos nuestro suministro de telomerasa, ¿podemos combatir el envejecimiento?». Varios estudios han demostrado que quienes llevan estilos de vida saludables (y, por tanto, tienden a vivir más) tienen niveles más altos de telomerasa en ciertas líneas celulares, lo que reforzaría la idea de un vínculo directo entre la longevidad y la telomerasa, y el aumento del suministro de la misma a los ratones de Blasco ciertamente alargó de manera radical sus vidas. Teniendo en cuenta los constantes avances científicos, historias como esta parecen indicar que los transhumanistas quizá no estén tan locos como pudiera parecer al principio.

Pero siempre hay alguna pega. Las células cancerígenas reciben también un útil suministro de telomerasa, que es una de las razones por las que se dividen y multiplican con tal pavoroso éxito. La telomerasa impide así mismo que sufran la senescencia. El cáncer se define, al fin y al cabo, como la división incontrolable de las células. (Eso son los tumores: células cancerosas que se han lanzado a una frenética e imparable división). Así que si usted decide recibir una recarga de telomerasa, como los ratones de Blasco, también necesitará que le engendren con resistencia al cáncer.

La segunda noticia que captó mi atención esa semana es más fascinante. Trataba de una mujer llamada Claudia Castillo, que en 2008 sufrió un problema en la parte de la tráquea que llega a su pulmón izquierdo. La consecuencia fue una debilitante falta de respiración, que la imposibilitaba para cuidar a sus hijos, trabajar, limpiar, comprar o cocinar.

Las opciones médicas habituales para tal enfermedad son la extirpación total de un pulmón o un trasplante parcial de la tráquea. Los trasplantes son especialmente peliagudos porque nuestro sistema inmunitario tiende a rechazar partes del cuerpo donadas, lo que obliga a que los pacientes tomen medicamentos inmunodepresores. Estos reducen la propensión del cuerpo a rechazar la parte nueva, pero al mismo tiempo pueden limitar gravemente su capacidad para combatir una infección. Sin embargo, en vez de que se le aplicara esa opción, Castillo, de treinta años, se convirtió en una pionera de la terapia con «células madre», una de las especialidades de la ciencia médica que más rápido está progresando.

Las células madre son aquellas que todavía no han elegido la carrera que seguirán, o, por decirlo de otro modo, las que están «en blanco» y pueden ser, en última instancia, «programadas para realizar tareas concretas». Por eso los embriones humanos tienen de manera natural una provisión preparada, que es de donde los investigadores con frecuencia las han obtenido (lo que dio lugar a cierta controversia). Pero los adultos también son portadores de su propia provisión de células madre de «tejidos específicos». Estas células están así mismo a la espera de que las «programen», pero disponen de una gama más restringida de opciones de carrera, que depende del tejido de origen. Eso las convierte en menos controvertidas (no son partes de un bebé), pero restringe marcadamente la cantidad de aplicaciones (solo pueden llegar a ser partes concretas de usted). Sin embargo, hoy es ya posible tomar células normales (por ejemplo, de la piel de la mano) y «re-iniciarlas» para que vuelvan a ser sus originales células madre, eliminando de un plumazo y por completo muchas preocupaciones éticas. Pero ni siquiera eso tendría que ser necesario. A principios de 2010, unos científicos de la Universidad de Stanford anunciaron que habían conseguido convertir células de piel de ratón directamente en células de cerebro de ratón (sin pasar por la fase intermedia de célula madre). Unos meses más tarde, un equipo de Harvard informó de que era capaz de convertir células de sangre humana en células madre que podían tener la capacidad de transformarse en cualquier tipo de tejido.

Castillo recibió una tráquea donada a la que habían extraído las células del donante (dejando solo un tubo de colágeno). Este fue luego «sembrado» con

células madre obtenidas del cuerpo de la propia paciente (y cultivadas por un equipo en la Universidad de Bristol). ¿Cuál fue el resultado? Su cuerpo aceptó la nueva tráquea como propia y se hizo historia en medicina. Puede parecer ciencia ficción, pero la paciente anda por ahí bailando^[1].

Castillo no es la única persona que pasea por ahí con una parte del cuerpo desarrollada a partir de células madre. Los médicos de Kaitlyne McNamara aislaron células madre adultas sanas de la vejiga enferma con la que había nacido y las usaron para desarrollar una nueva vejiga sustituta entera y que funcionaba perfectamente (además de sana), que luego le implantaron. El Wake Forest Institute for Regenerative Medicine de Winton-Salem, en Carolina del Norte, está trabajando en más de veinte órganos y tejidos distintos, entre ellos riñones, hígados, retinas y músculos. Doris Taylor, Harold Ott y sus colegas del Centre for Cardiovascular Repair de la Universidad de Minnesota tomaron la estructura de colágeno del corazón de una rata, la rociaron con células madre y empezó a latir. «Cuando vimos las primeras contracciones nos quedamos sin palabras», cuenta Ott. En febrero de 2010, se le concedió autorización para utilizar la tecnología a una empresa llamada Miromatrix Medical, con la esperanza de revolucionar el trasplante de órganos con esa técnica.

La guerra de los transhumanistas contra nuestras limitaciones humanas innatas se libra en tres frentes. El primero es un ataque a las restricciones de nuestra biología. Si los transhumanistas quisieran un mariscal de campo para dirigir el asalto, Aubrey de Grey sería el candidato más obvio. Está animando a la comunidad científica a buscar soluciones para «siete tipos importantes de daño molecular y celular que, con el tiempo, se vuelven perjudiciales para nosotros», lo que, en su opinión, una vez resuelto, pondrá fin al envejecimiento. Es un gran admirador de las células madre y de los ratones longevos (su Methuselah Foundation [Fundación Matusalén] ofrece premios a equipos de investigación científica que amplíen el periodo de vida de los ratones). La línea de ataque de De Grey podría denominarse «frente húmedo», dado que trata del resbaladizo mundo de las células y su biología.

El segundo frente podría denominarse «seco», pues evoluciona a partir de nuestra experiencia construyendo máquinas. En este, los transhumanistas podrían proponer a Ray Kurzweil (un hombre que añadido a la lista de los que tengo que conocer más adelante durante este viaje) como comandante en jefe: es uno de los principales pensadores del mundo en el área de la inteligencia artificial, o de las máquinas, así como un emprendedor en serie y un genio.

Kurzweil está convencido de que es probable que veamos inteligencias de máquinas más desarrolladas que el ser humano mucho antes del final del siglo XXI. También cree que la línea entre humanos y máquinas se desvanecerá a medida que utilicemos la tecnología de estas para mejorar nuestras capacidades, dar estímulos cognitivos a nuestros cerebros y, entre otras cosas, descargar la conciencia humana en un disco duro. Ray habla de «una fusión de nuestro pensamiento biológico y nuestra tecnología, lo que dará lugar a un mundo que todavía sea humano, pero que trascienda nuestras raíces biológicas». Esta fusión «nos permitirá superar antiquísimos problemas humanos y ampliará inmensamente nuestra creatividad. Preservaremos y potenciaremos la inteligencia que la evolución nos ha conferido a la vez que superaremos las graves limitaciones de nuestra evolución biológica».

El tercer frente en la guerra contra las limitaciones humanas quizá sea el más importante de todos, el frente del «¿qué demonios significa todo esto y qué debemos hacer al respecto?». Y si los transhumanistas buscaran un almirante de la flota, el profesor Bostrom sería un candidato destacado. Esta es la biografía que redactó él mismo:

Además de en filosofía, también tengo formación en física, neurociencia computacional, lógica matemática e inteligencia artificial. Mis calificaciones como estudiante universitario establecieron un récord nacional en Suecia. Era un joven ocupado. Antes de convertirme en un académico con traje de *tweed*, hice mis pinitos en pintura y poesía, y durante un tiempo presenté monólogos en locales de Londres.

Tiene treinta y seis años. Preferiría no leer su biografía cuando haya cumplido los cincuenta, edad a la cual, sin duda, habrá disfrutado de una breve temporada en el West End como bailarín, demostrado varios de los problemas sin resolver de las matemáticas, construido una esposa robot y publicado varios libros de cocina de éxito.

Al llegar a Oxford, me encamino a Broad Street y el Indian Institute, donde el profesor Bostrom me ha invitado a asistir por la tarde a un seminario que trata de la ética transhumanista. Encuentro una sala moderna y con sillas de plástico (un agudo contraste con los semidioses y bustos de tigres hindúes de piedra del exterior). Soy el primero en llegar, pero a lo largo del cuarto de hora siguiente va entrando un pelotón de tipos de semblante serio, buenos

zapatos y aspecto estudioso. Bostrom es uno de los últimos en llegar, justo a tiempo para la primera presentación, que hace Rob Sparrow.

Sparrow es un académico que enseguida me cae bien, un bioético australiano de mirada descarada, al que no avergüenza decir que está «sinceramente confundido» por las implicaciones de su propio trabajo. A Rob le preocupa el que algunos pensadores del movimiento transhumanista estén anunciando un mundo con un «mercado libre de eugenesia». Le desconcierta especialmente el principio de «beneficencia procreativa», una idea defendida por Julian Savulescu, un coetáneo de Bostrom en Oxford.

El argumento de Savulescu viene a decir algo así como: si después de nacer usted alterase premeditadamente la dotación genética de su hijo para producirle una afección médica que redujera su calidad de vida (pongamos, asma o Asperger), se consideraría maltrato, algo similar a que pegara a sus descendientes. Ahora piense en una pareja sometida a un tratamiento de FIV (fecundación *in vitro*), que debe seleccionar a uno de dos embriones que son genéticamente idénticos, salvo que uno tiene un gen defectuoso que es probable que dé lugar a asma. La «beneficencia procreativa» sostiene que, si está disponible la tecnología que permita a los padres acceder a esa información, elegir cualquier otra posibilidad que no sea el embrión «sano» sería análogo al maltrato (aunque el principio todavía defiende el derecho de los padres a realizar la elección «equivocada»).

A Rob Sparrow no le gustan las implicaciones de este tipo de pensamiento, porque, supongo, teme que, pese a las advertencias, nos movemos en un territorio moral inestable. La expresión «es un primer paso adelante» viene a la cabeza. Sparrow nos pide que imaginemos a unos padres eligiendo entre dos embriones, uno de los cuales es portador de una afección que, teniendo en cuenta todos los factores, probablemente suponga que vivirá cinco años menos que el otro. «¿Qué embrión deben elegir? ¿El embrión A, con la afección, el embrión B, sin ella, o deberían elegir una tercera opción, el azar, y lanzar una moneda al aire?» Soy la única persona en la sala que elige la moneda porque creo que la calidad de vida importa más que su duración. En realidad, lo que estaba planteando era, sencillamente, que el embrión con la vida futura más breve es un varón.

Pronto estamos dándole vueltas a la cuestión de si el futuro sería mejor de ser exclusivamente femenino. Las mujeres viven más tiempo y tienden a criar a sus descendientes con mayor diligencia; son menos violentas. Teóricamente es posible fabricar espermatozoides y óvulos a partir de médula ósea, acabando con la necesidad biológica de Brad Pitt, y con solo un poco de biomanipulación, se

podría crear a todas las mujeres lesbianas, acabando así también con el deseo por Brad Pitt. Pero, claro, también podría argumentarse que, con las tecnologías capaces de alterar los rasgos humanos, sería igual de razonable reducir la propensión de los hombres a la violencia, alargar la duración de sus vidas y hasta darles úteros. Sparrow se refiere al «vacío» que sienten algunos varones por no ser capaces de engendrar (no me cuento entre ellos) y se pregunta si, de haber una demanda de embarazo masculino, ¿no debería ser una opción disponible y libre si la tecnología consigue hacerla segura?

De repente me doy cuenta de que para estos estudiosos reunidos, la perspectiva de alteraciones fundamentales de nuestra biología (incluidas una radical ampliación del tiempo de vida y una mejora de las capacidades humanas) ya es un hecho. No están hablando de lo que pasaría *si* fuera por fin posible, están tratando de lo que deberemos hacer *cuando* sea una opción. Y esto preocupa a muchos críticos transhumanistas. Sparrow me dice más tarde: «Las implicaciones de tomarse en serio el transhumanismo son tan radicales e inverosímiles que creo que no deberíamos ser tan proclives a planteárnoslas a la ligera».

El seminario acaba y, mientras los asistentes se dispersan (varios de ellos, según observo, encendiéndose cigarrillos al salir del edificio), me presento a mi anfitrión. El profesor Bostrom es alto, delgado, con un delicado cabello rubio que cae sobre una gran frente. Su rostro es anguloso, con una expresión inquisitiva y ojos profundamente engastados, transmitiendo la impresión de que ha pasado mucho tiempo arrugando el entrecejo muy concentrado, aspecto que, bien pensado, es probablemente el que debería tener el rostro de un filósofo. En sus rasgos hay cierta amabilidad, y también cierta picardía. Cuando habla, prácticamente mastica las palabras, pronunciando cada una de ellas con premeditada claridad, y sus inflexiones suecas nativas confieren a su inglés un «peso» de autoridad. Mientras nos encaminamos a su despacho, le pregunto a Nick cuántos transhumanistas fuman.

—Se dividen en dos grupos —comenta—. Algunos intentan mantenerse todo lo sanos que pueden y vivir lo suficiente como para recibir terapias antienvjecimiento. —Hace una pausa—. Otros creen que estamos lo bastante cerca de la tecnología como para permitirnos el lujo de disfrutar sin preocuparnos por el daño.

Entramos en un callejón anodino y llegamos al Future of Humanity Institute, que ni se acerca a la grandilocuencia de su nombre. Es más, el edificio ante el que nos paramos bien podría ser una sucursal de una compañía de seguros. El instituto se compone de cuatro modernas oficinas y una zona

de reunión en la segunda planta. El despacho del profesor podría ser el de un tasador de pérdidas.

—Y bien, ¿es de verdad el transhumanismo «la idea más peligrosa del mundo»? —pregunto.

—*Es una idea peligrosa* —afirma él—. Una vez has empezado a modificar nuestra biología básica, si te dedicas a la tarea *con poca sensatez*, los resultados podrían ser... —Hace una pausa—. Bueno, digamos que bastante negativos. —Pero, señala razonablemente—: Cuanto mayores son los riesgos potenciales, también mayores son los beneficios potenciales. De manera que la cuestión clave es procurar ser sensato y éticamente responsable. Algo que es más fácil decir que hacer.

Ve un futuro radicalmente distinto, al que darán forma a lo grande los avances de la ciencia y la medicina. Pero también me transmite la impresión de que cree que esos avances no se ven correspondidos por mejoras semejantes en nuestra capacidad para abordar las posibles consecuencias éticas y morales.

El profesor Bostrom parece considerar que su tarea consiste en ayudar a que nuestra brújula moral se ponga a la altura. Lo explica aludiendo a las hormigas y Adolf Hitler.

—Piense en nosotros como si fuéramos hormigas. A lo mejor es usted una hormiguita feliz, dedicada a la construcción de un buen hormiguero. Pero a lo mejor está contribuyendo a la máquina bélica de Hitler. Lo que quiero decir es que conviene despertarse e intentar comprender el contexto más amplio.

Como él mismo confiesa, se trata de algo que los seres humanos hacen «muy mal» y «a menudo se equivocan». Incluso insinúa que tal vez está fuera de nuestro alcance, pero eso no impide que lo intente.

—Quiero reflexionar racionalmente sobre estas cuestiones, en lugar de dejarme llevar por lo que en cada momento parezca el mejor titular o te dé el mayor consuelo emocional. Es todo un desafío.

Es importante recordar que Nick procede de una perspectiva muy pro-transhumanista. Al fin y al cabo, es el cofundador de la World Transhumanist Association, que «defiende el uso ético de la tecnología para ampliar las capacidades humanas» apoyando «el desarrollo de un acceso a nuevas tecnologías que permitan que todos disfruten de mejores mentes, mejores cuerpos y mejores vidas».

Me interesa mucho comprender de dónde proviene su optimismo sobre los resultados del transhumanismo, cuando tanta gente a la que le menciono la idea muestra ostensiblemente sus dudas. ¿Qué le hace defender con tal

convencimiento el transhumanismo en un mundo que, en general, se muestra hostil a la idea? A lo largo de nuestra charla, planteo la pregunta de diversos modos, y Bostrom responde siempre con el mismo espíritu: a saber, que en su opinión, la prolongación y mejora de la vida nos permitirá no solo vivir más tiempo sino *disfrutar* mucho más de ella. Cuando le pregunto: «¿Qué le inspira y le motiva?», cita sus lecturas y a sus colegas, pero también afirma:

—Supongo que sentir y experimentar algo en esta vida y pensar: «¿por qué no puede ser siempre así de bueno?».

Este es el impulso emocional en el centro del sueño transhumanista.

—Para mucha gente es difícil entender el problema, el que la vida no sea siempre tan maravillosa como podría ser, y parte de la razón de ello radica en nuestra biología. Como los chimpancés (o las hormigas) tenemos restricciones biológicas sobre el tipo de pensamientos que podemos concebir y de las vidas que podemos llevar. Para superarlas, el proyecto transhumanista está desarrollando tecnologías que pueden permitirnos llegar a ser todo lo que somos en potencia, cambiando no solo el mundo que nos rodea sino también la biología humana.

Bueno, ciertamente, es algo más ambicioso que comprarse una cocina nueva. Para él y para muchos otros transhumanistas, no se trata solo de ser «mejor que humanos» sino de «pasárselo mejor que los humanos». Y si uno va a pasárselo mejor, ¿por qué detenerse a los setenta u ochenta años?

—La prolongación de la vida es muy importante para mí —afirma—. Primero por todas las razones habituales por las que preferimos vivir a morir y, segundo, porque si crees que el futuro ofrecerá posibilidades adicionales de mejora radical de las capacidades humanas, el único modo de llegar a experimentarlo es vivir lo bastante, hasta que esas tecnologías se hayan desarrollado.

Recuerde, cuando los transhumanistas hablan de mejora, se refieren a algo que va mucho más allá de la capacidad para estimular a voluntad efímeras capacidades del tipo «si me tomo dos pintas más, juego genial al billar». Los transhumanistas hablan de potenciar su inteligencia, darle la vista de Steve Austin, acceso a una memoria perfecta o la capacidad de correr más rápido que un atleta olímpico. Una vez más, todo bueno para el individuo, pero ¿es bueno para nuestra especie como un todo?

En un artículo titulado «Protecting the Endangered Human» [Protegiendo al humano en peligro], los bioéticos George Annas, Lori Andrew y Rosario Isasi muestran su preocupación porque:

La nueva especie, o «posthumana», probablemente considere a los viejos humanos «normales» como seres inferiores, incluso salvajes, y apropiados para la esclavitud o la masacre. Los normales, por su parte, podrían considerar a los posthumanos una amenaza y dar un golpe preventivo matándolos antes de que ellos mismos les maten o esclavicen.

Y a continuación argumentan que el riesgo de genocidio inter-especies convierte el programa transhumanista en una justificación de una potencial destrucción masiva. Se trata de una visión en el extremo apocalíptico de las críticas al transhumanismo, pero es perfectamente posible imaginar un escenario futuro en el que, sea por su coste, distribución o agenda política, alguna gente acceda a la oportunidad de mejorar y prolongar sus vidas, mientras que otra no pueda. ¿No es altamente plausible que pudiéramos acabar en una sociedad de dos niveles, de posthumanos y humanos normales sin mejorar, con un alto potencial para el conflicto y la discordia, incluso para la guerra?

Bostrom sostiene que de las tecnologías de mejora no se deduce necesariamente que vaya a incrementarse la desigualdad.

—Por un lado, los más ricos y mejor informados presumiblemente cuenten con mejor acceso a las últimas tecnologías. Pero, por otro, parece tecnológicamente más sencillo mejorar las capacidades de aquellos que parten de un nivel más bajo. Parece más viable reparar un organismo que ya no funciona de manera óptima. Cuanto más te alejas de ese punto óptimo, más beneficios se consiguen. Eso tendería a *reducir* las desigualdades, porque es más fácil elevar el suelo que levantar el techo.

En resumen, es más sencillo ayudar a aquellos de nosotros con salud y condiciones genéticas «subóptimas» que mejorar las perspectivas de vida de aquellos que han tenido la suerte de recibir buenas cartas desde el principio. Al examinar la relación entre los ingresos y la esperanza de vida a escala internacional a lo largo del tiempo, el argumento del profesor Bostrom parece obvio.

En 1901, la esperanza de vida media en Gran Bretaña era de cuarenta y ocho años y los ingresos medios por persona y año de 6264 dólares medidos en dólares internacionales fijados a los precios de 2005. (Los dólares internacionales son una útil unidad de divisa hipotética que mide el valor en términos de «poder adquisitivo», y por tanto permite comparaciones ajustadas de la riqueza relativa a lo largo de la geografía y el tiempo). Ciento dos años más tarde, en 2003, el estado africano de Burundi alcanzó las tasas de

esperanza de vida de las que disfrutaba Gran Bretaña en 1901, pero con unos ingresos anuales medios de solo 427 dólares internacionales. O, dicho de otro modo, los burundeses gozan de la misma esperanza de vida de gente que era casi *quince veces más rica* que ellos. Resulta que a lo largo y ancho del mundo la diferencia de longevidad entre los ricos y los pobres se ha estrechado y la tendencia continúa.

Desafío a Nick con el escenario opuesto, uno en el que haya acceso igualitario a las tecnologías de mejora. ¿Es posible que eso pudiera erradicar poco a poco la diversidad?

—Por ejemplo —le digo—, somos muy conscientes de la homofobia. ¿Podríamos «mejorar» a alguien para volverlo hetero? De manera que, en lugar de luchar contra los prejuicios, ¿por qué no tener una terapia de «heterosexualización»?

Entonces Bostrom dice algo que pulsa un interruptor en mi interior.

—Creo que necesitamos distinguir entre buenas y malas formas de diversidad. Si nadie tuviera cáncer de pulmón, habría un poquito menos de diferencia en el mundo. Eso significa menos diversidad. Pero la mayoría de la gente cree que sería bueno que tuviéramos menos cáncer.

Ese es el momento en que se me enciende la bombilla y «capto» la concepción humanista del futuro y por qué creen que es inevitable. Si le pregunta a alguien: «¿Cree que deberíamos vivir para siempre?», probablemente le responda que no. Pregúntele a esa misma persona si cree que debemos seguir combatiendo las enfermedades, y casi con toda seguridad responderá que sí; yo también lo haría. El transhumanismo no llegará con una revolución, llegará de terapia en terapia. ¿Pierde la vista? Lea letras más grandes. Ahora estas gafas. Ahora estas lentillas. Ahora cirugía ocular por láser. Ahora terapia de células madre para devolver a sus ojos su antigua juventud. (En realidad, investigadores italianos llevan utilizando células madre para curar la ceguera corneal desde hace más de diez años). ¿Oye mal? Póngase un cono en la oreja. Ahora un voluminoso audífono. Ahora una prótesis auditiva interna. Ahora un implante coclear...

Me doy cuenta de que, tanto si nos gusta como si no, ya estamos asumiendo el proyecto transhumanista, lo que pasa es que todavía lo llamamos «medicina». Inevitablemente hemos desdibujado la línea entre «terapia» y «mejora».

Justo antes de los Juegos Olímpicos de Beijing en 2008, el corredor paralímpico sudafricano Oscar Pistorius (que corre sobre «hojas» curvadas de

fibra de carbono y ha sido llamado «el hombre sin piernas más rápido») se presentó a las rondas de clasificación de la competición, midiéndose con atletas capacitados. No consiguió la marca, pero no le faltó mucho. Hugh Herr, también un amputado doble, investigador de biónica en el MIT, dice: «En el futuro sin duda será posible construir un miembro con mejores rendimientos que una extremidad intacta, sobre todo para correr». De hecho, se está discutiendo en la actualidad entre los técnicos deportivos si los pies protésicos de Oscar le dan una ventaja *injusta*. Cabe imaginar que en los Juegos de 2012 o 2016, los «discapacitados» sean imbatibles. En los laboratorios de todo el mundo, la investigación avanza a grandes saltos, construyendo miembros que están unidos al cuerpo, controlados por la mente, más fuertes y más ligeros que los genuinos, con una piel artificial sensible a la presión.

El hombre biónico ya no es una ficción. Teniendo en cuenta el desarrollo de la cirugía estética parece muy probable que en un futuro no demasiado lejano, alguien prefiera que le quiten un miembro perfectamente sano y se lo sustituyan por uno artificial «mejor». A diferencia de la evolución natural, que requiere siglos de torpes intentos de mejoras, nuestras tecnologías artificiales doblan rápidamente su capacidad y reducen a la mitad su precio, anunciando la posibilidad de que las personas «discapacitadas» se manejen mejor que las que ahora consideramos capacitadas. ¿Me compraré implantes cocleares mejorados dentro de unos años como me compraba un teléfono móvil en la década de los noventa? ¿Me compraré una parte de mi cuerpo nueva, desarrollada a partir de mis propias células madre, para mantenerme joven? ¿Hasta dónde va a llegar esto? ¿Cuánto puedo vivir? ¿Cuánto podría mejorar?

Nick Bostrom sugiere que las respuestas a estas dos últimas preguntas puedan ser, respectivamente: «mucho tiempo» y «tanto como quieras».

Tómese, por ejemplo, la idea de la «velocidad de escape de la longevidad», considerada por muchos humanistas uno de los argumentos más convincentes para la perspectiva de inmortalidad. Es la proposición que sostiene que nuestra esperanza de vida, en lugar de aumentar un cuarto de año por cada año que transcurre, llegará a un punto en el que, gracias a los avances médicos, aumentará un año más por cada año que pasa.

Bostrom dibuja un escenario alucinante.

—Una vez se alcance una vida lo bastante prolongada, uno tendería a pensar que, en ese tiempo añadido, se crearán tecnologías aún más potentes que pueden alargar aún más la vida. Puede imaginarse que habrá formas de

cargarnos nosotros mismos en ordenadores y que tendremos una civilización espacial donde se podrá vivir durante miles de millones o billones de años. Así que, si puedes sobrevivir los próximos cientos de años (o quizá baste con los próximos cincuenta, no lo sabemos), a esas alturas tu esperanza de vida puede llegar a ser literalmente astronómica y, sí, eso implicará un cambio profundo en la condición humana.

Mosca. Parabrisas. ¿Qué *aspecto* tiene ese futuro?

—En mi opinión sería una distracción centrarse en lo externo —dice—. Es mejor pensar sobre qué tipo de estado o actividad mental corresponde mejor a lo que uno querría hacer si tuviera la capacidad para hacer lo que quisiera. Así que intente imaginar los niveles más elevados de felicidad, creatividad y también de relaciones humanas (que se habrán refinado en un futuro posthumano), pero, de momento, piense en las más cercanas que podemos conseguir ya hoy. ¿Cuál cree que es el ideal? ¿Tal vez los placeres sencillos de la vida familiar, el éxtasis de la creación artística, el amor romántico, niños felices comiendo helados en un parque infantil? Pero, sea cual sea el ideal en el que usted crea, uno pensaría que una situación posthumana será capaz de realizar ese ideal y otros en mayor medida. De eso trata nuestro intento de alcanzarlo: es algo que pensamos que merece un esfuerzo supremo.

Me sorprende lo muy *humanas* que son las motivaciones de Nick Bostrom; a un nivel emocional se trata de cosas que preocupan a mucha gente: relaciones, amor, la gran música. Intento imaginarme «posthumano». ¿Volvería a mirar este libro con divertida nostalgia?, ¿me parecerá el fárrago deslavazado de una mente sin mejorar, acechada por la mortalidad, atrapada en su propia transitoriedad, esforzándose por comprender la «imagen general» aunque en realidad sea como una de las hormigas de Bostrom, y en última instancia, y de una manera literal, esté muerto... de miedo?

De no sufrir un accidente, voy a vivir más de lo que pensaba. Y probablemente viviré más sano durante gran parte de mi vida que mis antecesores. Ahora estoy convencido de que, como mínimo, las terapias con células madre serán algo habitual en la medicina antes de que llegue a pensionista, y ofrecerán una posibilidad muy real de reparar mi cuerpo a medida que envejezca, y hasta, potencialmente, de llevarme hasta mi segundo siglo.

Tan solo un par de meses después de mi visita a Oxford, los científicos del Imperial College de Londres anuncian que mediante la estimulación de la

médula ósea de ratones, pueden liberar una corriente de células madre de tejidos adultos concretos en la circulación sanguínea. Sin cirugía invasiva, sin cultivar células fuera del cuerpo, sin partes de bebé. La doctora Sarah Rankin, que dirigió la investigación, compara el proceso con enviar coches de bomberos a las esquinas de todas las calles: «Una vez entran en la sangre, empiezan a “patrullar las calles”. Del mismo modo que un coche de bomberos que pasara por delante de una casa en llamas se detendría de manera natural, tus células madre acudirán a una zona con daños». Rankin calcula que las pruebas con humanos empezarán «en los próximos cinco o diez años». La cirugía invasiva podría acabar practicándose muy raramente.

¿Es posible que en el futuro, si necesito una cadera nueva, pueda cultivar la mía? Unos investigadores del Medical Center de la Universidad de Columbia en Nueva York ya han probado esa técnica en conejos, utilizando las células madre de los propios animales para que vuelvan a desarrollar articulaciones. Por su parte, el doctor Thomas Einhorn del Boston Medical Center ha ayudado a más de cincuenta pacientes con una enfermedad degenerativa de cadera, inyectándoles sus propias células madre en la cadera, para ayudar a generar hueso nuevo.

Esta noche visito la casa de una antigua amiga que vive en Oxford con su marido y su hija pequeña. Abigail Billen, de un año, es posiblemente miembro de la última generación que se preocupará seriamente por la enfermedad y el envejecimiento (o eso o será gobernada por una raza de ratones inmortales y geniales). Su mundo va a ser muy distinto del mundo en que vivimos hoy. Como poco, necesitará un nuevo marco moral para abordar las consecuencias de la biotecnología, una nueva ética de la mejora humana, nuevas definiciones de la palabra «terapéutico». Casi con toda seguridad, ella tendrá una concepción de su mortalidad muy distinta de la que tiene su padre.

—Pasados los cuarenta, creo, lo único en lo que de verdad piensas es en la muerte —dice el marido de mi amiga—. Tu perspectiva cambia por completo. Te preguntas: «¿Hace falta que me moleste en pintar la puerta del lavabo?, porque podría morir bastante pronto». Antes de cumplir los cuarenta nunca había tenido en cuenta cosas así. Pero pasada esa edad sí me preocupan. Es como un zumbido de fondo que suena todo el tiempo.

No está bromeando, así que me alegro de que al menos se tome la molestia de cocinar el excelente guiso que nos zampamos con buen apetito. ¿Tenemos aquí a alguien que asumirá activamente el sueño transhumanista? ¿Y si pudiera librarse de ese «zumbido de fondo»?

—Oh, no sé —dice—. Esos tipos que quieren vivir para siempre son unos tremendos egoístas. La vida es como un soneto. Tiene catorce versos y sabes cómo funcionar dentro de ese perímetro. Son las reglas, ¿no?

¿Lo son? ¿Incluso hoy en día? Porque yo mismo estoy vivo debido a que las normas cambiaron.

Un sábado a principios de las vacaciones escolares del verano de 1981, quedé al cuidado de mi hermano mayor mientras mis padres iban de compras. A él no le hizo ninguna gracia porque tenía previsto ir en coche a ver a su nueva novia.

Nunca llegamos a casa de la chica.

Irónicamente, si Ian no se hubiera pasado tanto tiempo cerciorándose de que el cinturón de seguridad ajustaba bien, no nos habríamos encontrado con el coche que se saltó la señal de *Stop* y se empotró en el lado del asiento del pasajero. El motor se soltó de sus sujeciones, se torció y fue a aterrizar sobre mis piernas, partiéndome limpiamente los dos fémures por la mitad. Encontraron mis gafas tiradas en la carretera, a diez metros, y el choque se oyó a dos kilómetros. Hubo un montón de sangre (mía).

Mi hermano se las apañó para arrastrarse fuera a través de lo que quedaba del capó, pero yo quedé atrapado en los restos. Al aproximarme al punto crucial de las tres horas allí atrapado, los paramédicos concluyeron que el único modo de salvarme la vida era amputarme ambas piernas, que estaban a punto de morir y, de paso, llevarme a mí con ellas.

Entonces, uno de los hombres de las ambulancias, al que mucho le debo dijo: «Si le dañamos las piernas en un último intento, él no pierde nada, ¿verdad que no?». Cargado de una fuerte dosis de morfina, no recuerdo el camión de bomberos y la ambulancia que habían atado con cuerdas a cada extremo de nuestro fatalmente chafado vehículo para, literalmente, partirlo por la mitad.

Sí me acuerdo de que me sacaron de allí.

En el hospital recibí, me parece, más de dos litros de sangre. Sin ella, el esfuerzo del rescate habría sido en vano. No lo sabía entonces, pero debería haberle dado las gracias a un médico del siglo XIX llamado James Blundell que realizó la primera transfusión de sangre humana con éxito, y cambió las normas sobre quién vive y quién muere.

Cuento la historia porque intento imaginar qué pasaría si un político moderno sugiriera que pusiéramos fin a la práctica de la transfusión de sangre. La medicina ha estado cambiando las normas desde que se salvó la

vida al primer paciente, y lo hemos aplaudido. Nos guste o no, no vamos a salirnos de esa vía, sencillamente porque no queremos. ¿Alguno de nosotros le negaría a la recién implantada de tráquea Claudia Castillo el derecho a ir a bailar, o a correr por el parque con sus hijos?

Es bastante probable que viva hasta los cien años, y, aunque puede que eso no sea suficiente para que participe en la carrera para convertirme en posthumano (aunque a lo mejor sí), es más tiempo de lo que esperaba y me da un buen marco de referencia para mis viajes: investigar qué va a pasar en los próximos sesenta años. También significa que si tengo hijos, probablemente viva lo suficiente para ver a mis nietos llegar a la edad adulta. Y lo que lleguen a ser es una perspectiva interesante.

Juan Enríquez, director fundador del Life Sciences Project de la Harvard Business School, sostiene que nuestro cambio como especie implicará la «acumulación de pequeñas y útiles mejoras que con el tiempo transformarán al *Homo sapiens* en un nuevo homínido..., una nueva especie, una con capacidades extraordinarias, un *Homo evolutis*».

Cada avance en las terapias es también un paso adelante hacia la condición posthumana. Los transhumanistas lo saben. Las normas *están* cambiando. En la ciencia médica está sonando el toque de difuntos del viejo juego. Aubrey de Grey ha dicho que su trabajo no pretende mantener viva más tiempo a la gente *per se* sino «impedir que se ponga enferma». Unas vidas radicalmente más largas son, en realidad, según apunta, solo un «efecto secundario» de la buena medicina. Esa medicina del futuro, estoy empezando a entenderlo, se basa en la capacidad para comprender y manipular nuestros genes y las células que los portan, la tantas veces anunciada pero mal comprendida revolución «biotecnológica».

Para comprender el futuro —y hacerme una idea de si los transhumanistas están o no embarcados en algo que merezca la pena— tengo que entender la biotecnología. Es un mundo a la vez maravilloso y aterrador. La siguiente etapa de mi viaje me llevará no solo fuera del país sino muy lejos de mi elemento.

Capítulo 2

El mapa más maravilloso

La vida se parece a una lata de sardinas, todos andamos buscando el abridor.

ALAN BENNETT

El 26 de junio del año 2000, unos 22,5 kilogramos de carbono, 70 de agua, 2,5 de nitrógeno, 1,4 de calcio y medio kilo de una mezcla de otros cincuenta y cuatro elementos (entre ellos poco más de una décima de miligramo de uranio y bastante fósforo para confeccionar dos mil quinientas cerillas con las que encender puros) entraron en la Sala Este de la Casa Blanca.

«Hace casi dos siglos, en esta sala, sobre este suelo, Thomas Jefferson y un asistente de su confianza desplegaron un espléndido mapa», dijo entonces el presidente de Estados Unidos Bill Clinton. El mapa en cuestión era el resultado de la primera exploración por tierra de costa a costa de Estados Unidos, y el «asistente de confianza» era Meriwether Lewis. Pero Clinton había acudido a hablar de otro mapa: «Sin la menor duda, el mapa más importante, más maravilloso jamás trazado por la humanidad».

Diecisiete años antes, un hombre llamado George Church y un puñado de sus colegas sugirieron confeccionar el mapa al que se refería Clinton: un «genoma humano» completo, la redacción del libro de cocina genético a partir del cual cada ser humano se cocina de manera única. Es un libro de cocina tan pequeño que puede almacenarse en casi cada una de las células de su cuerpo, pero contiene la suficiente información para explicar por qué una bolsa formada básicamente de oxígeno, hidrógeno y carbono es Bill Clinton, mientras que otra con una cantidad similar de exactamente los mismos componentes es usted.

El premio por secuenciar el genoma humano fue compartido a regañadientes por Celera Genomics (cofundada por Craig Venter) y una empresa internacional con financiación pública dirigida por el National Human Genome Research Institute. En realidad, el equipo de Venter lo hizo mejor, más deprisa y diez veces más barato. Y también intentaron patentar buena parte del conocimiento.

El clamor consiguiente de la prensa, el público y muchos científicos, junto con una legislación apresuradamente preparada, dio al traste con tales ambiciones capitalistas. El precio de las acciones de Celera se hundió. Venter fue despedido y más tarde comentaría pesaroso: «Mi mayor éxito es que he conseguido que me odien ambos mundos». Pero había ayudado a que naciera una nueva era, una era en cuyo desarrollo sigue desempeñando un papel fundamental.

Aunque usted no sepa leer el libro de cocina, sus células (y ahora también la tecnología humana), sí saben. Así que disponer de un ejemplar (dicho de otro modo: «tener su genoma secuenciado») podría ser importante para salvar su vida. Algo más que eso, de hecho. Podría significar que apenas tendrá que visitar al médico, porque, para empezar, ya no se pondrá enfermo.

Cualquiera que pretenda comprender la biotecnología se topa en un momento u otro con el trabajo de George Church, el hombre que ayudó a que despegara el proyecto del genoma humano hace ya muchos años.

Church es un criador de tortugas y erudito disléxico que en la actualidad enseña genética en la Harvard Medical School. Goza de reputación mundial como uno de los arquitectos de la revolución biotecnológica en marcha, por no decir *el* arquitecto; según la revista *Wired* es un hombre tan inteligente que «ni siquiera los expertos entienden siempre de qué está hablando». Su esperanza es dar pie a una era de «genómica personal», en la que la medicina y la atención sanitaria se confeccionen a medida del individuo desde el día en que nace. A tal fin, ha puesto en marcha el audaz «Personal Genome Project» (PGP) [Proyecto del Genoma Personal], un estudio que cambiará la medicina.

Con cierto nerviosismo marco el número del profesor en Harvard y contesta él en persona. «Claro», dice como respuesta a mi petición de una entrevista, pero primero quiere poner a prueba mis credenciales. «Deme un ejemplo de algo gracioso. Usted es un profesional, ¿no?» Se me ocurre decir que hay algo de irónico en una investigación que apunta a que los enfermos de Parkinson podrían mejorar tomando éxtasis (una droga que por lo general se asocia con incitar a la gente a moverse no a estarse quieta), y parece satisfacerle.

Pero antes de volar a Boston, permítanme hacer una digresión, breve, sobre la pintoresca ciudad universitaria alemana de Tubinga, situada a unos veinte kilómetros de Stuttgart. Mi viaje a la materia de la vida empieza, en muchos sentidos, allí, porque fue en Tubinga en 1879 donde se descubrió el alfabeto más poderoso conocido.

El hombre que lo redactó fue uno de los primeros bioquímicos que hubo en el mundo, Albrecht Kossel. Aunque él no sabía que lo había hecho. Solo sabía que había encontrado cuatro sustancias distintas dentro del descubrimiento de su colega Johannes Friedrich Miescher de la nucleína, un residuo viscoso obtenido de la parte más interior de los glóbulos blancos de la sangre humana. Miescher había extraído su nucleína del pus que había quitado raspando las vendas de soldados heridos. Kossel llamó a las cuatro sustancias adenina, timina, guanina y citosina, y tiempo más tarde recibió un premio Nobel, en parte, por hacer eso.

Una sola letra (A, T, G o C) es cuanto se necesita para representar las sustancias que Kossel descubrió. «A», por ejemplo, es la abreviatura para el conjunto de cinco átomos de carbono, cinco de hidrógeno y cinco de nitrógeno que componen una molécula de adenina. Junto con la T(imina), la G(uanina) y la C(itosina), dispone usted de un alfabeto de solo cuatro símbolos, y con ese alfabeto, asombrosamente, puede escribir una representación de las instrucciones básicas para hacer un ser humano, su «código genético». Son estas cuatro sustancias las que utiliza la naturaleza para almacenar todas sus recetas. Mi amigo Mitch me dice: «Me acuerdo de las cuatro letras recitando *All That God Created* [Todo lo que Dios creó]».

Se necesitan más de tres mil millones de adeninas, timinas, guaninas y citosinas colocadas en fila en el orden correcto para escribir el libro de recetas humano tal como lo conocemos —«el genoma humano»—, una hilera de letras químicas que encontrará en casi cada una de sus billones de células (la excepción más notable son los glóbulos rojos de la sangre). Si se escribieran como Aes, Tes, Ces y Ges sobre papel, se requeriría aproximadamente el equivalente a doscientos volúmenes de 1000 páginas de la guía telefónica de Manhattan, y se tardaría nueve años y medio en leerlo en voz alta (suponiendo que leyera diez letras por segundo y no durmiera, comiera o fuera al lavabo mientras lo hace). Algo que, en nuestra era de ordenadores, no parece muy atractivo. Ascende aproximadamente a unos tres *gigabytes* de datos, un poco más que la cantidad que requiere la descarga en iTunes de la comedia genética *Gemelos*, protagonizada por Danny DeVito y Arnold Schwarzenegger (cuyos guionistas, dicho sea de paso, debieron de echar un vistazo a la ciencia sobre el tema y dijeron: «bueno, no va a hacernos falta»).

La naturaleza también proporciona una copia de seguridad incorporada de todos esos datos. La adenina y la timina, la guanina y la citosina son, respectivamente, como dos parejas que salen juntas pero que nunca se intercambian. La adenina solo se irá a la cama con la timina, y la guanina solo

tiene ojos para la citosina. Dentro de los confines de una célula, las Aes se arrimarán a las Tes, y las Ges se citarán con las Ces, y desde uno de los costados extenderán una «mano» hecha de hidrógeno para coger una pizca del nitrógeno o el oxígeno de la otra (esto, propiamente, recibe el nombre de «enlace de hidrógeno»). ¿El resultado? Dos líneas de datos, cada una la «imagen negativa» de la otra. (Los biólogos moleculares llaman a la línea original de moléculas la cadena «codificante», y a su imagen especular la cadena «no codificante»).

Si añade dos largos polos de azúcar y sal a cada línea de amantes moleculares para afianzarlos (y que así sigan firmes en sus abrazos) y a todo se lo hace girar, acabará con algo que se parece a una escalera en espiral, con los peldaños hechos de moléculas de adenina agarradas a moléculas de timina y moléculas de guanina agarradas a otras de citosina, como miles de millones de trapezistas congelados en medio de un número.

Ahí la tenemos. La famosa «doble hélice». La molécula más famosa del mundo. El disco duro individual de una célula. El código de la vida. Un libro de recetas al que se nos remite constantemente, que se encuentra en casi cada célula y que, asombrosamente, incluye instrucciones para hacer todo *en* cada una de ellas. Su genoma, codificado en el celebrado e incomprendido «ácido desoxirribonucleico»: el azote de delincuentes inconscientes que lo dejan tras de sí en las escenas de los crímenes, la premisa de *Parque Jurásico*.

Es una colección muerta de átomos, desprovista *de* vida, pero el libro de cocina imprescindible *para* la misma. Los químicos la llaman «químicamente inerte». No es más vida de lo que una receta es comida, una biografía es una persona o una página de notación musical es *All You Need is Love*. Pero es completamente universal, al menos por lo que se refiere a la vida en la tierra. Aunque los datos en su genoma son diferentes de los almacenados en el genoma de, pongamos, un elefante de la sabana africana, ambos, usted y él, comparten el mismo alfabeto químico. Es más, no solo lo compartimos con doce mil kilogramos de memorioso *Loxodonta africana* de orejas caídas sino con todas las criaturas vivas de este planeta, lo que significa que las mismas cuatro letras pueden utilizarse para representar libros de recetas de un zoológico entero de vida y enfermedad.

Eso nos lleva a una asombrosa conclusión. Si toda la vida (plantas, animales, bacterias, elefantes, seres humanos) utiliza este mecanismo de codificación, significa que: o bien cada vez que la vida empieza desarrolla de algún modo *exactamente el mismo mecanismo de codificación* (ocurriéndosele el alfabeto ATGC de manera independiente), o bien todos

descendemos de un ancestro común. La primera célula. Una tercera explicación (útil si a usted le cuesta admitir la idea de que está emparentado con un hongo) es que Dios de manera autónoma nos pasó el código ATGC a todos nosotros.

Venga de donde venga, este es el código que nuestras células leen de un modo muy similar al que los componentes de su consola de juegos, en sus profundidades, leen un código de cargas magnéticas y eléctricas representado por un alfabeto de dos símbolos, unos y ceros. Estamos acostumbrados a introducir un código en una máquina y sacar un juego llamado *Sonic el erizo*. Pero el código ATGC puede darle *un erizo de verdad*.

Por qué esas instrucciones están dispuestas de la manera que lo están y qué les ocurre dentro de la célula es algo que ha estado intentando comprender el profesor Church durante la mayor parte de su vida. Al hacerlo, espera revolucionar la medicina.

Llego a Estados Unidos en septiembre la noche de la víspera del Día del Trabajo (el primer lunes del mes, una festividad que, como William Shatner, el capitán Kirk de *Star Trek*, es una importación canadiense) y al día siguiente, con todo el mundo de fiesta, exploro la agradable ciudad de Boston mientras la mañana se entibia hasta una exhibición de pura bondad veraniega. Lo único que me está inquietando es por qué toda la gente con la que hablo me pregunta de qué parte de Australia vengo. En los Public Gardens me topo con una manifestación que pide la reforma del sistema de salud. Es interesante pensar que muchos de los problemas médicos que preocupan a estos manifestantes podrían convertirse en algo del pasado si un trabajo como el de George Church sigue dando frutos.

Al ponerse el sol me encamino de vuelta a mi hotel, y paso por delante del Broad Institute, una iniciativa conjunta de dos potentes universidades, la de Harvard y el MIT. Es uno de los muchos laboratorios de todo el mundo que están arrojando documentos llenos de Aes, Tes, Ges y Ces; laboratorios que están escribiendo y catalogando el ADN de casi todo a lo que pueden echar mano (incluyendo, en el caso de Broad, el elefante que mencioné antes). En la actualidad, como planeta, nos encontramos colectivamente en el proceso de escribir el código de la vida en todas sus formas, incluidas algunas extinguidas (su ADN se extrae del pelo, las pezuñas y los colmillos conservados en los museos).

Las razones para este colosal esfuerzo de bibliotecarios del genoma son numerosas, pero, entre otras, se cuenta la conservación. Por ejemplo, el Center for Conservation Biology de la Universidad Washington ha confeccionado «mapas de ADN» que destacan las diferencias genéticas entre los elefantes de, pongamos, Zambia y los de Malawi, lo que sirve para identificar de dónde procede un ejemplar concreto. Utilizando esa información son capaces de descubrir el origen del marfil ilegal, y, como consecuencia, en 2009 pudieron enviar fuerzas de la ley a las fronteras de Tanzania y Mozambique.

En otro lugar, el centro neurálgico de la investigación genética The Wellcome Trust Sanger Institute de Cambridge, Gran Bretaña, están utilizando la secuenciación del genoma para conseguir más conocimientos para otra batalla, la del cáncer, tomándose muy a pecho las palabras inmortales del estratega militar más famoso de China, Sun Tzu: «conoce a tu enemigo y concóctete a ti mismo». Erin Pleasance y su equipo del Sanger Institute examinaron secuencias del genoma enteras extraídas de dos series de células del mismo paciente, una de ellas asolada por el cáncer de pulmón (conoce a tu enemigo) y la otra todavía sin infectar (concóctete a ti mismo). Al comparar ambas, descubrieron que las células con cáncer tenían 22 190 mutaciones del ADN (por ejemplo, una letra duplicada, suprimida o sustituida por la equivocada). Eso supone una media de más de una mutación de su código por cada paquete de cigarrillos. (Esos cambios se dan porque hay más de sesenta sustancias químicas en sus cigarrillos que se unen a, y mutan, su ADN). Aun así, eso no es más que un porcentaje infinitesimal del genoma, pero como perder la letra «e» de la palabra «público» en un immaculado documento gubernamental, el resultado puede a veces producir un sinfín de problemas.

Webb Miller y Stephan Schuster de la Penn State University están utilizando un enfoque similar para proteger al demonio de Tasmania de un misterioso tumor contagioso que está poniendo en peligro a la especie. «Estamos secuenciando dos ejemplares, uno con la enfermedad y otro que parece inmune, y esperamos utilizar las diferencias para definir un programa de reproducción», dice Miller.

Una última motivación para recopilar todos estos datos genómicos es similar a la razón por la que los chefs compran montones de libros de cocina: aumentar su repertorio de platos y sacar ideas para cocinar otros nuevos.

Al día siguiente me dirijo al Departamento de Genética de la Harvard Medical School en la zona de Fenway de Boston. Es una pequeña mole de cristal y cemento un tanto agobiante, ubicado, apropiadamente, en la Avenida Louis Pasteur, en honor del icono francés que nos dio la lecha pasteurizada además de los experimentos que demostrarían al mundo que las enfermedades podían ser causadas por «gérmenes» (criaturas como las bacterias y virus que el trabajo de George Church ha ayudado a desenmascarar y ha obligado a revelar sus secretos genéticos).

A medida que me acerco, me ataca una plétora de rótulos que anuncian, sombría y bastante condescendentemente: «Dejémoslo claro: el campus de Harvard Longwood es una zona 100 % libre de humo, tanto en el interior como al aire libre». Aunque tiene algo de leve ironía que una facultad de medicina se vea obligada a prohibir fumar, lo que de verdad me hace reír entre dientes es que junto a esas palabras esté *el mapa más inútil del mundo*. En él, los edificios del campus son de azul oscuro, mientras que el resto del mapa es de un tono más claro del mismo color. La leyenda tiene un cuadrado rojo, en el que se lee «interior», y otro más claro, que dice «exterior». Muy útil para las mentes más inteligentes del mundo.

Me reúno con el profesor George Church en el interior. Es el científico más cordial que uno pueda imaginar, un hombre con el que a cualquiera le gustaría compartir una barbacoa. Cuando habla, lo hace con un tono mesurado y amable. Lo que no significa que no ponga en cuestión o muestre desacuerdo con su interlocutor, pero me da la impresión que para George un desacuerdo no es más que una oportunidad para aprender algo, sea sobre el tema que se discute o sobre la persona con la que está hablando. (Ya en nuestra primera conversación telefónica casi me advirtió de ese detalle: «A lo mejor le parezco *demasiado* curioso»).

Físicamente es un hombre corpulento. Más de 1,90 de estatura y 110 kilos. Es decir, un poco más robusto que Muhammad Alí en el momento con mayor peso de su carrera, pero George es casi el opuesto exacto. La gente suele describirle como un oso de peluche, y aunque puede parecer una ñoñería excesiva, no dista mucho de la realidad. Tiene un rostro amplio y abierto, tez pálida, una poblada barba de abuelo y ojos reflexivos que parecen decir: «Vaya, parece interesante». Trabaja por el placer de descubrir cosas nuevas. «Tengo aficiones muy caras», confiesa. «La biología sintética y la genómica personal».

Podría contarles más cosas sobre George que seguramente prefieran no saber. Tiene el colesterol alto como consecuencia de la hiperlipidemia (para la

que toma una medicina llamada Lovastatina). A veces sufre una inflamación del iris (una enfermedad denominada, justamente, iritis). Toma diariamente multivitaminas, así como 100 mg de «Coenzima Q10», un suplemento al que se atribuye la capacidad de disminuir la presión sanguínea, ayudar al ADN a resistir roturas y alargar la duración de la vida de las ratas. Es diestro. Su sangre es del tipo 0 positivo. También sufre narcolepsia (un trastorno caracterizado por adormecerse durante el día).

No sé todo eso porque a) soy un entrometido descontrolado; b) George es un hipocondríaco locuaz; o c) mantuvimos la conversación más aburrida del mundo; sino porque Church ha hecho pública esa información alegremente, junto a su genoma, colgándola *online*, a la vista de todos, como «Participante n.º 1» en lo que él describe como «posiblemente el estudio más amplio e invasivo de la historia en genética» —el Personal Genome Project mencionado antes—, un estudio que afecta al futuro de mi atención sanitaria más directamente que ningún otro hasta la fecha.

A lo largo de los próximos años, el estudio secuenciará los genomas de cien mil voluntarios e intentará correlacionar esos datos con sus rasgos personales, su estilo de vida y su historial médico. Es la última tentativa de arrojar luz en lo que a menudo se simplifica excesivamente como debate «naturaleza versus educación». Después de todo, su genoma es una cosa, pero usted es otra, como los gemelos demuestran sobradamente.

En el momento de la concepción, los gemelos tienen exactamente el mismo ADN, y la correlación entre sus secuencias de genoma se mantiene casi como un calco durante el resto de sus vidas. Pero todos sabemos que hasta los gemelos idénticos pueden ser diferentes. Un gemelo lleva una vida sana, hace ejercicio, no fuma, sigue una dieta equilibrada. El otro se fuma veinte cigarrillos al día, cree que el *whisky* es el agua de la vida y come comidas con grasa. No hace falta un título en medicina para adivinar qué gemelo lleva cada uno de esos estilos de vida. El mismo punto de partida, el mismo código: diferente estilo de vida, diferente resultado.

Sin embargo, es raro el caso en que unos gemelos se comporten de forma tan distinta, como confirman ampliamente dos tercios de los Bee Gees, lo que hace más difícil solventar la sutil interacción entre el genoma de un Bee Gee y su estilo de vida. ¿Es la capacidad para cantar más agudo del niño de un coro con sobredosis de helio una consecuencia de la genética, de una dieta rica en salami, de muchas horas de práctica con pantalones ceñidos o de una combinación de los tres?

Ahora en serio: ¿cuál es la red de interacciones entre nuestro genoma y nuestras vidas cotidianas que desencadena la enfermedad? ¿Cómo es que su hermana se resfría cada dos por tres y usted casi nunca? ¿El tío Bob tiene una enfermedad cardíaca debido a su afición a las hamburguesas? ¿O es que estaba escrito desde el principio en su código? ¿O acaso es víctima de una relación todavía desconocida entre comer sándwiches de mostaza y trabajar en una lavandería? ¿Por qué algunos de nosotros somos alérgicos al látex? ¿Por qué el aguijón de una abeja puede producirle un paro cardíaco letal a la leyenda del *skateboarding* Andy Kessler, pero no a mí?, ¿y por qué cuantas más veces nos pican, más probable es que desarrollemos una alergia potencialmente fatal? O, por decirlo de otro modo: ¿cómo es posible que Keith Richards siga vivo?

En uno de los extremos de la balanza están algunas enfermedades que se encuentran «en los genes». Este es un determinismo genético tan implacable como Richard Dawkins en una clase sobre la Biblia. La enfermedad de Huntington (que, como se sabe, mató a la leyenda del folk Woody Guthrie en 1967) es un buen ejemplo. En la mayoría de los casos, los que la padecen perderán la coordinación, la memoria y la capacidad de concentración, deteriorándose lentamente hasta morir. Cambiar de dieta o de entorno no le ayudará a largo plazo. En la actualidad, es incurable.

Luego están las enfermedades que todavía son inevitables, en términos genéticos, pero con las que, sin embargo, se puede hacer algo, dependiendo del estilo de vida. Una de ellas es la enfermedad de Følling, también conocida como «fenilcetonuria», una enfermedad que puede acumular demasiada cantidad de una sustancia denominada «fenilalanina» en el cuerpo, con efectos devastadores.

La fenilcetonuria, dice George, demostrando que es biólogo al pronunciar la palabra sin inmutarse, «es algo que se busca en todos los recién nacidos sometidos a un test en los hospitales del mundo desarrollado. Si la tienes, debes mantenerte alejado de la fenilalanina y el aspartamo». Eso significa eliminar la mayoría de los edulcorantes artificiales, la carne, el pollo, el pescado o cualquier derivado lácteo. Si no lo hace sufrirá daños cerebrales. «Es difícil, desde el punto de vista del estilo de vida, pero puede hacerse, y el resultado pasa de un retardo mental completo a un desarrollo cerebral normal», explica George.

Y, como todos sabemos, las opciones personales en el estilo de vida (más allá de aquellas que nos imponen enfermedades como la de Følling) también

pueden afectar a la salud. El 90 % de los cánceres de pulmón, por ejemplo, se vinculan al tabaco.

No obstante, muy pocas veces las cosas son tan simples.

Es importante (si usted está trabajando en curar enfermedades) saber que el libro de cocina de su genoma se divide en veintitrés series de pares de tomos (una serie de su madre, otra de su padre) llamados cromosomas. Dentro de estos tomos (una serie completa de los cuales se guarda en la mayoría de sus células) están las recetas de los componentes celulares que su maquinaria biológica lee constantemente y luego utiliza para hacer lo que esas células necesiten.

El contenido de ambas series es aproximadamente el mismo, pero en cualquier par, un tomo (el «de mamá» o «el de papá») tendrá a menudo una receta «preferida» para un componente celular concreto; se trata de la versión «dominante» y se considera la última palabra en el ámbito celular. Si la copia en el otro tomo es «recesiva» suele ignorarse. Sin embargo, puede tener dos copias de la misma receta «dominante» o dos copias de la misma «recesiva» (si se obtienen los mismos datos de mamá y de papá), en cuyo caso se puede consultar cada tomo con tranquilidad. Estos pares de recetas se denominan «alelos» (del griego *allellos*, que significa «otro») y la combinación de alelos (recetas) recesivos y dominantes a lo largo de todo su genoma determinará en gran medida la mezcla de sus padres que es usted: su altura, el color de los ojos, si su pipí huele a espárragos, si tiene el pelo rojo de su madre, qué enfermedades es susceptible de padecer, etcétera.

Cada receta se suele denominar gen, aunque, para ser completamente precisos, un gen lo constituyen las *dos* recetas emparejadas («gen» se refiere en conjunto tanto al «alelo dado por mamá» como al «alelo dado por papá») y es el alelo preferido el que de hecho proporciona las instrucciones que utiliza su célula. Esa receta suele ser para una proteína: una proteína es el término general con el que los biólogos nombran a una amplia gama de partes de la célula.

Sí, además del chillón choque de sílabas que tanto le gusta a los biólogos, cuando llega el momento de nombrar las cosas, ellos, como algunos políticos, pueden recurrir a una palabra sencilla que para usted tiene un significado *completamente distinto*. Cuando los biólogos dicen «proteína» no se refieren a un nutriente que se encuentra en la carne, el pescado y los huevos. Para ellos una proteína es un término que sirve para todo y que describe un catálogo completo de partes de la célula. Algunas proteínas nos ayudan a procesar la

comida, como la hormona insulina que desempeña un papel importante al transformar los azúcares en combustible celular. Otras desencadenan reacciones químicas, como la enzima telomerasa que tanto emociona a los transhumanistas. (Si quiere más detalles sobre las razones por las que la telomerasa causa tal alboroto en el territorio transhumanista, véase el apéndice al final de este capítulo, «Qué condenadamente listos son estos rusos»).

Una proteína es el plato que se cocina siguiendo la receta almacenada en un alelo, elegido de un par de versiones de la receta llamada «gen», que a su vez ha sido extraída del tomo de un libro de cocina titulado «cromosoma», arrancado del *meisterwerk* culinario que es su genoma, un libro de cocina codificado con las cuatro letras moleculares del código genético, que se escriben A, T, G y C, y almacenado en un disco duro llamado «ADN».

El tener una disposición de genes concreta (o mutaciones génicas concretas) raramente *implica* el que enferme, solo varían las *posibilidades* de que lo haga: a veces las aumenta; otras, las disminuye. En la mayoría de los casos, son varios los genes que desempeñan un papel, todos ellos el equivalente genético de un nuevo naipe en una partida de Texas Hold'Em. Del mismo modo que en el póquer, es muy raro que las cartas que recibe determinen *absolutamente* el curso de la partida; sin embargo, inclinan contundentemente las probabilidades con diversa fuerza en un sentido u otro. Su entorno y su estilo de vida son también cartas en este juego. Los vegetarianos que no adquieren suficiente calcio aumentan sus posibilidades de sufrir osteoporosis. Dicho esto, aquellos que evitan la carne *tienden* a sufrir menos cáncer de colon porque no comen grasas animales.

Ocurre lo mismo con los rasgos físicos. Hay muy pocos casos de relación directa entre genes específicos y rasgos (los hoyuelos de las mejillas y su tipo de sangre son dos de las pocas excepciones notables). Su altura, por ejemplo, depende de la interacción de varios genes, y (una vez más) de su dieta.

Comprender los pasos del baile genoma/estilo de vida está, en gran medida, vinculado a comprender cuántas veces la célula utiliza diferentes recetas del genoma, «expresión génica» en el vocabulario de los biólogos. Si se preparan cuatrocientas copias de la receta A por cada tres copias de la receta B, eso puede decirle algo. Puede decirle qué le ha infectado y hasta qué punto. (Esto se debe a que las células se aturden fácilmente con el ADN extraño que les inyectan los virus, un proceso que George resumirá más tarde como «Oh, oh, ¡fíjate! ¡ADN desnudo! ¡Me encanta el ADN desnudo!»). O

podría avisarle de si está en la zona de peligro para sufrir una enfermedad concreta.

Por ejemplo, una «expresión excesiva» de una clase de genes-receta llamados «oncogenes» incrementa sus posibilidades de sufrir cáncer. Los oncogenes animan a las células a dividirse y proliferar, algo que es útil si usted es un bebé y quiere crecer, pero no tanto si usted tiene un tumor que quiere hacer lo mismo.

Si un gen es una receta para una proteína, entonces la «expresión génica» es el número de raciones, y, del mismo modo que con la comida, un exceso o una carencia de algo puede ser nocivo para usted. Naturaleza y educación. Genes y «expresión génica» enlazados como una pareja bailando el tango, una compleja danza de la vida donde no se puede entender o apreciar a uno sin el otro. (Natalie Angier, en su vertiginosa obra que gira alrededor de los fundamentos de la afición a la ciencia, *El canon. Un viaje alucinante por el mundo de la ciencia*, lo resume claramente diciendo que «no se puede separar la naturaleza de la educación más de lo que se puede separar el largo del ancho de un rectángulo»).

Craig Venter contó a la revista *Der Spiegel* que, hasta el momento, el Proyecto Genoma Humano ha producido beneficios médicos «próximos a cero» y que, «de hecho, no hemos aprendido nada del genoma, salvo probabilidades». Por eso el Proyecto Genoma Personal es tan importante, porque espera desvelar algunos de los pasos más sutiles en la interacción de nuestra genética y nuestro estilo de vida, para comprender parte de esa complejidad.

A George Church le interesan menos los «muy, muy enfermos» porque para él no es obvio que «el mecanismo por el que usted se pone muy, muy enfermo sea relevante para la mayoría de la población». El Proyecto Genoma Personal no trata en realidad de salvar a los desesperadamente enfermos (aunque también será útil en esa batalla). Se trata más bien de impedir que la mayoría de nosotros lleguemos a ese estado.

Puede afirmarse que estamos ante el estudio médico más ambicioso e importante de la historia, el que potencialmente podría determinar el tratamiento futuro de miles de enfermedades y revelar una información hasta ahora desconocida sobre qué hace que la máquina denominada *Homo sapiens* funcione. El futuro de la medicina, en términos de relaciones prácticas entre la teoría de la genética y la práctica médica «sobre el terreno», está naciendo aquí, en Harvard.

Si toma parte en el estudio (y George quiere que tome parte), cuidado: no solo le secuenciarán partes clave de su genoma, también le medirán de mil formas (para recoger datos de sus características), le harán una enorme variedad de preguntas muy personales sobre su estilo de vida y le instarán a divulgar su historial médico íntegro. Donará células de piel que George, mediante ingeniería inversa, convertirá de nuevo en células madre. Y luego le pedirán que comparta todo eso con quienquiera que lo pida.

La razón es sencilla: cuanta más gente tenga acceso a todos los datos, mayor será la posibilidad de que alguien encuentre los vínculos entre nuestros rasgos genéticos y las vidas que llevamos. El PGP generará una enorme cantidad de información y George quiere que se analice tan rápidamente como sea posible, por tanta gente como sea posible. El peligro de que una institución (aunque sea Harvard) se guarde los datos para sí, cree George, radica en el riesgo de que el nuevo conocimiento, en el mejor de los casos, tarde mucho tiempo en aflorar, o, en el peor, se pierda por completo.

—Uno nunca sabe quién será el experto al que se le ocurre algo —dice—. Podría ser un especialista en informática de la India, o un profesor en Bangladesh. No quiero ser el agente de policía que dice: «Oh, usted no puede resolver este problema. No cuenta con mi aprobación». Cuanta más gente lo estudie, mejor.

¿Acaso existe una relación entre la iritis de Church, su afición a criar tortugas y un gen concreto? Para averiguarlo solo se necesitaría otro paciente de iritis que criara tortugas y hubieran secuenciado su genoma en el PGP; y un Einstein de la biología en ciernes, afanándose en la oscuridad para saber, por ejemplo, quién posee ahora, a través de Internet, las llaves de un tesoro oculto de datos. Es un nivel de libertad de datos casi inaudito en la investigación médica, pero, como dice George: «Hay mucho en el PGP que dista de lo habitual».

—Una de las cosas importantes es encontrar gente que tenga los mismos alelos —explica refiriéndose a esas recetas de pares «dominantes» y «recesivos»—. Si puedes encontrar un solo caso en el que uno se pone enfermo, pero el otro no, entonces la diferencia probablemente sea ambiental. En ese caso puedes buscar los componentes del entorno y ¡bingo! Luego cambias tu estilo de vida o tu alimentación y mejoras.

En principio, no es muy distinto a dejar de fumar y evitar sufrir una enfermedad vascular o un cáncer de pulmón, pero, una vez más, lo que está buscando George son las más sutiles interacciones que el PGP puede

desvelar, descubriendo un montón de consejos personalizados para mantenernos sanos.

—Podemos decir: «estas son las recomendaciones para los entornos que serán buenos para usted, y estas son las medicinas que debería tomar o no. Ah, y estas son las que no debe tomar mezcladas».

Y, hablando de medicinas, estudios como el PGP podrían producir una avalancha de fármacos que salven vidas, que *ya existen*, pero no son accesibles en la actualidad. Ahora mismo, el mundo está sentado sobre una abundancia de medicinas útiles que no llegan a ver la luz del día. Según un estudio de 2001 del Tufts Center for the Study of Drug Development, solo una de cada cinco mil medicinas propuestas llega a ser aprobada para uso humano por la US Federal Drug Administration. Incluso las que llegan a ser probadas en humanos tienen menos de un 25 % de posibilidades de alcanzar el destino de su viaje y que las autoricen para su receta.

La razón es que, aunque pudieran tener beneficios para mucha gente, podrían ser peligrosas, incluso fatales, para un pequeño subconjunto de personas. Dado que no siempre sabemos cómo identificar quién se beneficiará y quién correrá riesgos, la aprobación de fármacos es necesariamente cautelosa. Un caso reciente de lo apuntado fue el Vioxx, una marca popular del analgésico Rofecoxib, a menudo prescrita a pacientes con afecciones que producen «dolor crónico» como la artritis. Un estudio descubrió que había un riesgo aumentado (aproximadamente el doble, pasando del 0,75 % al 1,5 %) de problemas cardíacos si el medicamento se tomaba durante dieciocho meses o más, así que fue retirado del mercado, noticia que fue objeto de un gran seguimiento en los medios de comunicación.

El impacto económico de esta situación es que los gastos de investigar y buscar la aprobación para medicinas que no llegan a ver la luz tienen que cubrirse en los precios de aquellas que sí llegan al mercado. Eso significa que el precio que le cuesta a una empresa farmacéutica cada medicamento que puede sacar se aproxima fácilmente a mil millones de dólares (y a veces al doble), que es una de las razones por las que las medicinas pueden ser caras. La genómica personal puede cambiar todo eso.

—En la actualidad, se están rechazando fármacos porque no sirven en un 1 % de la población —dice George—. Pueden usarse los datos del genoma para identificar a ese 1 % y dar el medicamento al otro noventa y nueve. —Además de salvar millones de vidas, esto podría potencialmente hundir el coste de las medicinas al permitir que salgan más al mercado.

Sin embargo, para conseguir esos beneficios se requiere acelerar la adopción de una tecnología clave.

La revolución de la genómica personal depende de una secuenciación del genoma humano barata, de consumo masivo.

—En realidad es solo una cuestión de coste —afirma Church—. Deberíamos haber reducido los costes de secuenciar genomas a un nivel asequible, y en eso he estado trabajando durante treinta y dos años.

Esa ambición es la que, por ejemplo, llevó a George a hacer públicos los diseños de su máquina para secuenciar el genoma —el Polonator G.007—. La máquina resultaba marcadamente más barata que sus competidoras en términos de coste/rendimiento, así que estaba renunciando a una ventaja comercial. No hay nada que impida que alguien más copie y venda un clon exacto, o utilice los diseños de George para componer otra. Sin embargo, para Church eso no era lo importante. Cuanto más rápido se extienda la secuenciación del genoma, más pronto se salvarán vidas. Por esa razón encontraremos a George asesorando a muchas empresas rivales, incluso financiándolas. La rapidez, no el dinero, es lo que le motiva.

Por tanto, resulta alentador descubrir que el coste de la secuenciación del genoma no es que esté cayendo sino que se *desploma*, mostrando el mismo tipo de aceleración en la relación precio-rendimiento que el que ahora ya ni nos sorprende en el caso de los ordenadores.

—La primera secuencia de genoma humano completa de Craig Venter costó cien millones de dólares, muy poco en comparación con los tres mil millones gastados por la iniciativa pública rival —dice George.

Ahora, mientras escribo, a mediados de 2010, una empresa llamada Knome (cofundador: George Church) le cobrará menos de cien mil dólares por hacer lo mismo. Nueve equipos de todo el mundo están compitiendo en estos momentos por el Premio Archon X en genómica que recompensará con diez millones de dólares al primer equipo que «secuencie 100 genomas humanos en 10 días o menos» por un coste de «no más de 10 000 dólares por genoma». (No hace falta que les diga quién dirige el equipo que la mayoría cree que ganará).

Pero hasta es posible que las ambiciones del premio hayan quedado obsoletas. En 2009, un equipo con sede en California, Complete Genomics (sí, Church también lo asesora) anunció que podía secuenciar un genoma humano completo por solo cinco mil dólares y cree que va camino de conseguirlo por mil (aunque todavía no ha hecho ninguna oferta comercial).

Ya se empieza a hablar del genoma de cien dólares. Oh, esperen, David Weitz, de Harvard, cree que puede hacerlo por treinta. Si la secuenciación del genoma sigue avanzando a este ritmo, la secuencia a diez dólares no tardará y poco después llegará el genoma a dólar.

—Los costes de la secuenciación del ADN se han estado dividiendo por la mitad aproximadamente cada dieciocho meses (como el *hardware* de ordenadores) desde los años setenta —explica Church—; pero en los últimos cinco años se ha estado dividiendo por dos cada cuatro meses.

(Este es solo uno de varios asombrosos ejemplos de algo llamado la «Ley de rendimientos acelerados» con la que me encontraré muchas veces en mis viajes, y que tiene algunas interesantes implicaciones para todos nosotros).

No es ninguna exageración afirmar que estamos al borde de una explosión de datos del genoma que revolucionará la medicina. El PGP es inmensamente ambicioso al intentar crear una base de datos de cien mil genomas, pero imaginen un mundo donde todos tengamos un documento de nuestros genomas a mano, o donde la capacidad para secuenciar los genomas contenidos en nuestras células y compararlos (como hizo el estudio revolucionario sobre el cáncer del Sanger Institute) se convierta en práctica habitual. Esto anuncia diagnósticos que pasarán del «Señor Stevenson, siento decirle que tiene cáncer» al «Señor Stevenson, le complacerá saber que hemos secuenciado su cáncer y por tanto tenemos una serie de tratamientos personalizados para usted». Es de esperar que yo pueda evitar muchas enfermedades anticipándome a ellas.

«Imagine el día en que usted y su médico se sienten a revisar una copia de su genoma personal», dice la publicidad del Premio X. «Esta información vital sobre su biología permitirá a su médico informarle de su susceptibilidad a las enfermedades, de las mejores formas para conservarse sano y de cómo evitar o reducir el impacto de enfermedades futuras».

En el mismo capítulo de *El arte de la guerra* que hablaba del poder del conocimiento personal en la batalla, Sun Tzu también escribía: «Lo mejor es vencer sin luchar». John Wayne habría dicho: «Cortémosles el paso».

Hacia ahí se encamina la medicina. Y, si me perdonan el juego de palabras, la iglesia [*Church* significa «iglesia» en inglés] de George es muy amplia. Porque no se detiene ahí. No solo quiere *leer* el código de la vida. También quiere *escribirlo*. Y eso tiene consecuencias tanto esperanzadoras como pavorosas, como estoy a punto de descubrir.

Apéndice

Qué condenadamente listos son esos rusos

—Cada vez que una célula se divide usted pierde trocitos de ADN llamados telómeros en los extremos de sus cromosomas —dice mi anfitrión Emmanuel, un hombre al que no conocía en persona pero que, por un golpe de caótica suerte transatlántica, resulta que es profesor asistente en el mismo Wistar Institute donde Hayflick y Moorhead descubrieron el límite de Hayflick para la división celular hace más de cincuenta años.

»La telomerasa soluciona el problema añadiendo de nuevo esos trocitos de ADN al final de los cromosomas —me cuenta—. Imagínese los telómeros como puntas de cordones de zapatos que impiden que los extremos se deshilachen. —Todo iría muy bien si la cantidad de telómeros que se pierden cuando se divide una célula fuera completamente reemplazada en las nuevas células creadas. Pero no es así. De hecho, cada vez que se divide una célula, las dos células que resultan tienen unos pocos telómeros menos que la célula única de la que proceden. En una repentina idea que se le ocurrió mientras esperaba el metro en Moscú, el biólogo Alexéi Olovnikov supo a qué se debía, vinculó la reducción de telómeros al envejecimiento y al mismo tiempo explicó la causa del límite de Hayflick a la vez. Como bien podría haber dicho James Bond: «Qué condenadamente listos son estos rusos».

Olovnikov sabía que al dividirse las células, su ADN debe copiarse en las dos células que resultan de esa división. Empezó a imaginar que la máquina celular responsable de copiar los telómeros era un poco como un tren que circulara por una vía férrea. A medida que el tren se desplaza sobre los raíles, hace una copia de ellos, pero necesita recorrer el raíl entero para poder copiarlo. Sin embargo, en cierto momento, el tren se da con los topes al final de la vía. No puede pasar por encima del último tramo de raíles que queda debajo, lo que significa que no puede copiarlos. El resultado es que la copia mide un tren menos de largo que la vía sobre la que ha circulado.

En el ámbito celular la telomerasa es el ingeniero que viene y acaba el trabajo, reuniendo a los telómeros con un puñado de «proteínas que se unen a los telómeros» (llamadas «*shelterinas*») para crear la cubierta final que protege los extremos de los cromosomas. Pero nuestra provisión de telomerasa se reduce a medida que envejecemos. El ingeniero no tiene la suficiente energía para hacer el trabajo hasta que al final se retira y «los telómeros son demasiado cortos como para proteger los extremos de los

cromosomas», explica Emmanuel. En ese momento, «las células se apagan y dejan de dividirse para evitar la inestabilidad genómica. La línea celular empieza a envejecer y muere». Y resulta que el número de divisiones celulares que tarda una telomerasa-ingeniera en dejar de aparecer en el trabajo oscila entre cuarenta y sesenta: el límite de Hayflick.

Lo que se propone es que quizá podamos sustituir continuamente esa telomerasa, mantener sano al ingeniero y por tanto alargar la vida. El trabajo de Yousin Suh y sus colegas «demostró que los centenarios y sus descendientes mantienen telómeros más largos» que los de aquellos de nosotros que tenemos vidas más breves. Su equipo también concluyó que las personas con genes que les dan un sistema de producción de telomerasa extra-activo tienden a vivir una vejez más prolongada. La gente que mantiene telómeros más largos «se libra de enfermedades relacionadas con la edad como las cardiovasculares y la diabetes, que causan la mayor parte de las muertes entre los ancianos». (Para ser completamente precisos, hay muchos otros factores aparte de una carencia de telomerasa que contribuyen al acortamiento de los telómeros, pero eso no impide que un aumento de la telomerasa mantenga nuestras células, tanto sanas como cancerosas, lejos del límite de Hayflick y la «senescencia»).

Emmanuel me cuenta que ahora existe un consenso general sobre la existencia de un *vínculo directo* entre la senescencia y los telómeros. Es más, en mayo de 2010, unos científicos que trabajaban para la empresa BioTime informaron de que «al seleccionar células con niveles suficientes de la inmortalizante proteína telomerasa» fueron capaces de «reiniciar el reloj del envejecimiento retrotrayéndolo al estado embrionario» y mostrar «que la flecha del tiempo del desarrollo, así como la del envejecimiento, podía invertirse». Como todas las empresas atentas a mantener contentos a sus inversores, el anuncio de BioTime fue revestido con elegancia. Esta es una investigación en una fase muy temprana con un interesante resultado, pero que dista mucho de cualquier tipo de aplicación. Sin embargo, apunta al menos a que los transhumanistas no están tan chalados como alguna gente se los imagina.

Capítulo 3

No deberían fiarse de mi laboratorio

Mi mamá siempre decía: «La vida es como una caja de bombones...
Nunca sabes lo que te va a tocar».

FORREST GUMP

La revolución biotecnológica trasciende con creces el campo de la medicina humana, y sin duda constituye una de las historias más importantes de nuestra época. Todo organismo vivo tiene un genoma, como también todos los virus (el primer genoma secuenciado, pequeño y elegante, fue el de un virus bacteriófago bautizado con el conciso nombre de MS2, allá por 1976). Y son estos libros de cocina los que ahora estamos aprendiendo a editar: la «modificación genética» que ocupa tantos titulares. La hermana gemela de la genómica personal es la «biología sintética»: las herramientas, las técnicas y el conocimiento que hoy nos permiten recodificar células y, en el futuro, nos permitirán fabricar íntegramente células nuevas según nuestros propios diseños.

Tales perspectivas, con cierta razón, hacen que mucha gente se pare a pensar. Juguetear con la vida es algo que muchos creemos que debería reservarse a ingenieros más divinos que nosotros, y lo justificamos diciendo que la biología no es una herramienta que pueda reprogramarse del mismo modo que cargamos *software* en nuestros iPhones. Otros se hacen eco de la opinión del biólogo (y codescubridor de la estructura del ADN) James Watson, que dijo: «Si nosotros no jugamos a ser Dios, ¿quién lo hará?».

Algunos críticos afirman que hay un hombre que ya se cree Dios, Craig Venter. Como Consejero Delegado y presidente de Synthetic Genomics ha declarado (con solo una pizca de ironía) que tiene el «modesto objetivo» de crear nuevos combustibles utilizando la biología sintética para «sustituir la industria petroquímica entera». En mayo de 2010, los periódicos anunciaron que había «creado vida artificial». El propio Venter fue más comedido: «hemos creado la primera célula sintética», dijo. «En ningún caso hemos creado vida de la nada, porque utilizamos una célula receptora para activar el cromosoma sintético».

Lo que Venter había hecho era una copia sintética del genoma de una bacteria. La secuencia de ADN (que incluía varias «marcas de agua» no funcionales de ADN para distinguirla de la versión «natural») se escribió en un ordenador y luego se fabricó con ADN sintético. Este fue seguidamente implantado en una célula bacteriana, que se dividió millones de veces, y cada célula hija heredó la secuencia del ADN sintético. Todo el alboroto de los titulares de prensa sobre el «doctor Dios» exageraba a la vez que ocultaba un importante y simbólico hito en la biología sintética. George Church me dijo: «Creo firmemente que nos encontraremos con montones de hitos y descubrimientos dignos de celebrar a lo largo del camino. Y creo que deberíamos celebrar este como el primer genoma íntegramente sintético que funciona en una célula, porque eso es lo que es». (En la revista *Nature* escribió que «imprimir una copia de un texto antiguo no es lo mismo que entender su lenguaje»).

Con tecnología como esta Venter tiene la esperanza de crear bacterias mediante ingeniería genética que segreguen diésel. No está bromeando al respecto y, para demostrarlo, llegó a un acuerdo con la bestia negra favorita de los medioambientalistas, Exxon Mobil, que está respaldando su idea con cientos de millones de dólares. Este tipo de inversión no es un hecho aislado. La empresa de San Francisco LS9 (cofundador, un tal George M. Church) ha modificado la genética de la bacteria *E. coli* de manera que si la alimenta con azúcar produce combustibles con «propiedades que son esencialmente indistinguibles de las de la gasolina, el diésel y el carburante para aviación», y llamó la atención (y atrajo el dinero) del gigante del petróleo Chevron.

El proyecto de LS9 sobre la *E. coli* diésel no es ciencia ficción. Ni por asomo. Usted puede visitar la planta piloto de LS9 en San Francisco, echar un galón de su diésel producido por bacterias en su coche y marcharse en él. La construcción de una nueva fábrica que producirá dos millones y medio de galones al año está en marcha. ¿Quieren más? Venter tiene una forma de vida sobre el tablero de dibujo que crea combustible después de comer dióxido de carbono: una potencial solución «de un solo paso» para dos crisis, la climática y la energética. Cuando *Newsweek* le preguntó a Venter si sus combustibles funcionarían en los coches e instalaciones de energía actuales, respondió: «Básicamente, todo lo que hacemos funcionará en la infraestructura existente». Lo denomina «biocombustibles de cuarta generación». Usted llámelo gasolina. En otro lugar, Joule Biotechnologies ya está utilizando bacterias fotosintetizadoras alteradas genéticamente para recoger residuos de

CO₂, mezclarlos con luz del sol y producir diésel y etanol. (¿Quién es el asesor científico de Joule? G. M. Church).

Tras haberme hecho a la idea de que podemos leer nuestro código (y el código de todo lo demás), ahora parece que hay mucha gente trabajando en la idea de *reescribirlo*, combinando códigos de diferentes organismos para convertirlos en algo que haga cosas nuevas y emocionantes. Y cuando se está secuenciando inexorablemente cada organismo del planeta, hay un inmenso libro de cocina de referencia con recetas de genes entre las que elegir y combinar.

¿Y una bacteria que hace plástico biodegradable? ¿O una que produce componentes para fármacos contra la malaria? Bueno, ya existen ambas (y ambas son de nuevo versiones de la *E. coli*)^[2]. Si es usted diabético, es casi seguro que su insulina se produzca ahora con bacterias *E. coli* cuyo genoma ha sido retocado, y pronto la estarán produciendo también plantas genéticamente modificadas. Se requiere un salto muy pequeño de la imaginación (y, dicen algunos, de la tecnología) para diseñar y criar un mosquito que le inmunice contra la malaria en lugar de contagiársela (un bicho que usted quisiera que le picase) o para recodificar células enfermas y volverlas sanas (algo así como reiniciar o mejorar su ordenador). El anuncio de la célula sintética de Venter en 2010 presagia un mundo donde ya empezamos a tener el mismo control sobre la biología que el que tenemos sobre el *software*.

Pero, como bien sabían tanto Franklin D. Roosevelt como Spiderman, un gran poder conlleva una gran responsabilidad.

Piense en la enfermedad de Huntington. Si pudiéramos recodificar el ADN de los portadores para salvarlos de sus (en la actualidad inevitables) consecuencias, ¿deberíamos? Yo sé que si tuviera el gen defectuoso en cuestión, haría que mejoraran el ADN, costara lo que costase. Y los que padecen la enfermedad de Følling sin duda se regodearían ante la posibilidad de comer un poco de queso con sus galletas sin, literalmente, perder la cabeza.

Y si podemos recodificar a la gente para evitar la enfermedad, probablemente también podríamos recodificarla en otros sentidos. Hay genes que se han vinculado a la inteligencia, a la capacidad atlética, a la de concentración, a la agresividad, incluso a la propensión a votar. Es prudente señalar que muchos de estos vínculos son más fruto de los medios de comunicación que hechos científicamente probados (el «gen del voto» es un

ejemplo palmario), pero se aproxima un futuro en que podríamos contar con las herramientas para estimular las capacidades de alguien en un sentido u otro jugueteando con su código. Se trata de un tentador cofre del tesoro —o caja de Pandora— de riquezas genéticas que abre lo que los especialistas en ética denominarían «una inmensa lata de gusanos (genéticamente modificados)», como se demuestra sobradamente en el debate sobre lo que se conoce como «terapia génica».

Hasta la fecha, los estudios sobre la terapia génica han tendido a centrarse en la posibilidad de utilizar virus para introducir código nuevo o «bueno» en nuestras células. Después de todo, los virus trabajan exportando su propio ADN a las células, así que, ¿por qué no diseñarlos para que porten genes útiles en lugar de dañinos? Bien, como diría el autor de *Mala ciencia*, Ben Goldacre, «me parece que descubrirá que se trata de algo un poco más difícil que eso». Las actividades de los virus no son precisamente lo más fácil de controlar o predecir, como demuestra el trágico caso de Jesse Gelsinger.

Jesse padecía una leve deficiencia de ornitina transcarbamilasa, una afección del hígado que hace que el cuerpo almacene amoníaco y puede acabar fácilmente en una enfermedad cerebral. Los recién nacidos con esa afección generalmente caen en estado de coma a los tres días, sufren daños cerebrales y mueren de bebés. Jesse, de dieciocho años, «tuvo la suerte» (en sentido relativo) de que su forma leve de la enfermedad pudiera controlarse mediante la dieta. Era un voluntarioso conejillo de Indias, y comprendía que la inyección en su hígado de un ejército de «adenovirus» genéticamente modificados no tenía por qué curar necesariamente su afección, pero podría ayudar potencialmente en la investigación de una terapia génica que algún día podría utilizarse para tratar a recién nacidos y otros enfermos. «¿Qué es lo peor que puede pasarme?», le preguntó a un amigo antes de dirigirse al hospital para participar en el ensayo. «Si muero, será por los bebés». Al cabo de cuatro días había «ocurrido lo peor». Su sistema inmunitario tomó el virus por un agente hostil, se disparó hasta finalmente perder el control y acabó en un fallo orgánico múltiple. Jesse es ahora algo así como una *cause célèbre* macabra para aquellos que cuestionan la sensatez de recodificar nuestras células.

Y es fácil entender sus razones. Otros peligros asociados a la terapia génica incluyen el riesgo de que el código se inserte en el genoma en el lugar equivocado y desencadene cáncer; de que un virus amistoso no sepa cuándo dejarlo y «haga demasiado bien», o de que un gen recién llegado se «sobreexpresé» con resultados perjudiciales.

Han pasado diez años desde la muerte de Jesse Gelsinger y la terapia génica sigue en el laboratorio. Sus defensores señalan éxitos como el tratamiento de la amaurosis congénita de Leber (LCA, en sus siglas en inglés). Los que la padecen (que suman unos tres mil en EE. UU.) carecen de una enzima crucial en las células de la retina. A medida que pasan los años, su mundo se vuelve cada vez más oscuro. En 2009, utilizando un virus adeno-*asociado* como portador (uno que tiene una respuesta inmune mucho más leve que el adenovirus directo que mató a Jesse), la misma universidad en que se produjo la tragedia de Gelsinger inyectó un gen que codifica la enzima perdida en las células retinales de Corey Hass, de nueve años. «Corey ya no ha vuelto a usar su bastón blanco», dice su padre, Ethan. «Cuando juega con sus amigos en la calle y empieza a oscurecer, puede seguir jugando y ver. Es asombroso. Han cambiado la vida de mi hijo para siempre». Pero, bien pensado, el padre de Jesse Gelsinger también podría decir lo mismo.

Es importante señalar que la afección de Corey implica un *único* gen defectuoso (relacionado con una *única* enzima), que los médicos saben dónde colocar exactamente el virus (el área afectada es una diminuta sección del ojo) y que las células afectadas por la LCA, cuando no hacen su trabajo, son raras porque permanecen con vida esperando a que las reparen, dando vueltas como leñadores que hubieran perdido sus hachas. Los tratamientos con virus están todavía muy lejos de servir para curar enfermedades de genes múltiples que afectan a zonas más amplias del cuerpo. En resumen, la terapia génica viral ha publicado su «difícil segundo álbum» y todavía está esperando para saber si tiene una carrera con futuro.

En un artículo publicado por el laboratorio de George Church poco antes de nuestra reunión, se resumía claramente la situación: «Nuestra capacidad para secuenciar genomas», escribían los autores, «ha sobrepasado ampliamente nuestra capacidad para *modificarlos*».

Pero todo eso podría estar a punto de cambiar.

—Utilizar virus es un enfoque *sencillo*, pero posiblemente no sea el mejor —afirma Church—. El método ideal sería extraer las células, reprogramarlas, hacer algún tipo de control de calidad, asegurarse de que se han cambiado los genes apropiados y volver a introducir esas células en el cuerpo.

—¿Es eso posible? —pregunto.

—Es técnicamente factible, pero no resulta demasiado práctico. —Church hace una pausa—. Todavía.

El mecanismo de «control de calidad» propuesto por el profesor Church es el abuelito de los métodos para separar el grano de la paja.

No llegaré a tener tantos lectores como Dan Brown, pero «Programming Cells by Multiplex Genome Engineering and Accelerated Evolution» [Programar células mediante ingeniería genómica múltiple y evolución acelerada], un artículo coescrito por George Church en 2009, podría resultar uno de los documentos más trascendentales jamás escritos.

En él, los autores describen cómo, en lugar de intentar cambiar el genoma de una célula gen por gen, introducían *múltiples* variaciones genéticas (por ejemplo, una inserción, sustitución o supresión de una letra química) en el genoma de la célula. Cada variación estaba diseñada para estimular el comportamiento de la célula en una dirección deseada (en el primer caso, el equipo quería comprobar si podía aumentar la producción de licopeno, un antioxidante que suele encontrarse habitualmente en los tomates). A lo largo de varias generaciones de células, unas asombrosas veinticuatro modificaciones del ADN se introdujeron en el genoma de células de *E. coli*.

Ingeniero impenitente, George y su equipo construyeron una máquina para automatizar todo el proceso «para programar y hacer que evolucionen células a gran escala». Debido al método utilizado para modificar el ADN, distintas células mostraron distintas variaciones en su estructura genética, y cada día la máquina generaba —no se lo creerán— cuatro mil trescientos millones de variaciones del genoma de la *E. coli*. Al cabo de solo tres días de frenética reconfiguración celular, una pequeña cantidad de las casi quince mil millones de variantes creadas daba resultados: un aumento del 500 % en la producción de licopeno. Cultívense *esas* células unos miles de millones de veces y «misión cumplida».

No se trata tanto de «supervivencia de los más adecuados» como de «supervivencia de la célula que hace más y mejor lo que usted quiere que haga». LS9, la empresa de biocombustible de George que quiere modificar genéticamente *E. coli* para producir gasolina está utilizando ahora esa técnica para mejorar la eficacia de su proceso. «Lo que antes nos requería meses ahora lo hacemos en días», dice Stephen del Cardayré, vicepresidente de investigación y desarrollo. Una versión comercial de la máquina está a la vista. La revista *Wired* la ha descrito como una técnica que «podría hacer tan sencillo reescribir un genoma como leerlo».

Ahora ya estamos cocinando.

Si usted está tratando una enfermedad —pongamos, del hígado—, podría usar una técnica como esta para generar rápidamente un ejército de células

hepáticas «reparadas».

—Sería algo así como esto —dice George—: irradias una porción de tu cuerpo, matando las células enfermas. Luego inyectas las células donantes modificadas genéticamente y van directas a esa área mermada.

Sin jugueteos con el ADN dentro del cuerpo ni manipulaciones virales. En lugar de eso una remesa de células «probadas para ser saludables» preparadas para curarle.

—La parte de la irradiación no suena muy divertida —le digo. Después de todo, la irradiación es, literalmente, «exponer algo a la radiación», radiación que en este caso está diseñada para matar tejido. Y también es un instrumento bastante romo—. No es como si se pudiera escoger solo las células enfermas, ¿no? —pregunto—. Uno fríe de paso células buenas, ¿verdad?

George se ríe.

—Sí. Irradiar tu cuerpo no es bueno para eso. Pero uno puede imaginar que con un poco más de biología sintética, podría conseguir que estas células nuevas se alojen donde son necesarias y primero *maten* a quienquiera que esté allí, pero solo matando según un criterio de necesidad, ¿me sigue? Entonces no se requeriría la irradiación.

Es una proposición pasmosa, y George la explica con tanta calma que a cualquiera se le perdonaría no captar la importancia de lo que acaba de decir. Como muchos ingenieros, George habla de la revolución como si estuviera arreglando un enchufe, y recuerdo algo que le oí decir en un video de la clase magistral patrocinada por la Edge Foundation en 2009 titulado «A Short Course in Synthetic Genomics» [Breve curso en genómica sintética]: «Podemos programar estas células como si fueran una extensión del ordenador».

—Lo único que impide todavía este tipo de medicina es en realidad *la voluntad* —dice George, olvidando por un momento su aire afable, relajado y racionalista para mostrar una sentida emoción—. La cuestión es: ¿hasta qué punto estamos motivados?

Es una pregunta peliaguda, porque sospecho que la respuesta es «mucho» y «ni por asomo» a la vez. Porque no estamos hablando solo de curar enfermedades. Sin duda, yo daría la bienvenida a un remedio para la enfermedad de Huntington, y devolver la vista a un ciego parece más que incuestionable para los que lo quieran. Pero no estoy tan seguro de si se debería dotar de visión nocturna integrada a los soldados. ¿Gasolina que no necesite extraer combustibles fósiles? ¡Adelante! Pero, bien pensado, ¿en el cofre no viene también una nueva clase entera de armas biológicas?

De repente evoco una extraña combinación de *¿Teléfono rojo? Volamos hacia Moscú* y *28 días después*. George está en medio de una tierra yerma, diezmada por un montón de bichos modificados genéticamente que han destruido la biosfera, dejándolos vivos solos a él y al hombre que pone la voz en *off* en la película, «Si hubiera sabido...»; dice, mientras el sol se pone sobre un mundo muerto. También recuerdo mi charla con Nick Bostrom en Oxford. «Tal vez sea una hormiguita feliz, construyendo un bonito hormiguero. Pero tal vez esté contribuyendo a la máquina bélica de Hitler». Le digo a George:

—Me da la impresión de que por cada lado positivo hay un riesgo equivalente. Aquí entran varias cuestiones graves sobre el bioterrorismo, ¿no?

—Oh, sí —dice él—. Se trata de algo peor que las armas nucleares y químicas. Esas armas se vuelven menos peligrosas a medida que se extienden sobre áreas más amplias. Pero... ¿la vida? Un arma diseñada con algo vivo podría volverse más peligrosa a medida que se propaga. Si modificas el virus apropiado, la infección puede propagarse *exponencialmente*.

Esto es terriblemente sórdido. Se me está haciendo un nudo en el estómago.

—Claro —aventuro—, solo hace falta que se escape un bicho malo y todos seríamos víctimas de una nueva enfermedad, ¿no?

—Sí, ese es un guión perfectamente posible —dice George con tanta calma como si me hubiera preguntado si me apetece un poco de leche en el té. Admiro su franqueza sobre los peligros de su trabajo, pero el nudo de mi estómago se aprieta y se retuerce.

—¿Y eso no le desvela por las noches? —pregunto.

Reacciona inexpresivo.

—Soy narcoléptico. Nada me desvela por las noches.

Es un agradable momento de levedad, que se desvanece rápidamente.

—Correremos algunos riesgos —dice George—, tal vez incluso algunos de existenciales.

«Riesgo existencial», conviene recordar, es la expresión que utilizan los científicos para decir «el fin del mundo tal y como lo conocemos». Bostrom lo explica como un riesgo «en el que un resultado adverso o bien aniquila la vida inteligente originada en la tierra o bien reduce permanente y drásticamente su potencial». En dos palabras: *game over*.

En el alentador artículo «Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards» [Riesgos existenciales: análisis de los

posibles escenarios futuros de extinción humana y peligros relacionados], escrito mientras estaba en Yale, Bostrom se refiere a cierta manipulación de genes en Australia, realizada en la investigación para crear un nuevo anticonceptivo. El resultado fue un virus que mataba hasta al último que infectaba y, lo más preocupante, era muy resistente a la vacunación.

Sería tentador decir que la investigación para un nuevo anticonceptivo australiano formaba parte de un programa más amplio para diseñar cerveza que se mantuviera fresca y mejores jugadores de críquet, pero de hecho se integraba en una investigación para fabricar un agente contra las plagas de conejos. En el estudio, se añadió un gen de más al virus de la viruela del ratón. A pesar de su etiqueta de «viruela», la versión sin manipular del virus se asocia solo con síntomas leves. Pero añadiéndole un solo gen nuevo, provocó un genocidio de roedores a escala de laboratorio. Al cabo de nueve días, todos los ratones infectados habían muerto. Es exactamente lo contrario de lo que le sucedió a Jesse Gelsinger (cuyo sistema inmunitario se disparó): la parte del sistema inmunitario del ratón que combatía la infección viral sencillamente se cerró, dejándolo indefenso.

En una entrevista para *New Scientist*, Ron Jackson, que formaba parte del equipo que realizó el estudio, dijo que si «un idiota» pusiera el gen humano equivalente en la viruela humana «aumentaría la letalidad dramáticamente». Y añadía: «No sería yo quien quisiera hacer ese experimento».

Lo que resultaba doblemente inquietante de ese experimento era que sus resultados iban contra una tendencia general. Suele darse el caso de que, si se altera el ADN de virus y células para que hagan algo nuevo, por lo general empeora su rendimiento en aquello que hacen bien. Como señala George: «Si creo una *E. coli* que fabrica gasolina, bien, en principio he de pensar que la gasolina no es muy buena para la mayoría de los microbios, ¿no? Puedes hacer que sobrevivan pero invierten una fracción inmensa de su metabolismo fabricando gasolina en lugar de bebés de *E. coli*. Comparadas con otras *E. coli* son básicamente unos calzonazos».

Pero con las nuevas técnicas de George para generar miles de millones de variantes genéticas, la posibilidad de encontrar un microbio superpeligroso y robusto aumenta drásticamente. (Por la misma razón, claro, la investigación para encontrar el microbio superseguro también se vuelve mucho más fácil).

A un bioterrorista en ciernes (o puede que a un aficionado a la biología ingenuo) ni siquiera le haría falta tomarse la molestia de modificar un nuevo virus. Puede comprar una máquina de sintetizar ADN de segunda mano en eBay, mientras el National Center for Biotechnology Information (NCBI), en

las afueras de Washington D. C., ha listado las Aes, Tes, Ces y Ges del virus de la gripe de 1918 (número de víctimas: entre veinte y cincuenta millones) y las ha puesto a disposición de cualquiera *online*. (Merece la pena señalar que este código se ha utilizado para resucitar el virus previamente extinto para propósitos de investigación, y ahora está vivo y coleando en laboratorios de Estados Unidos y Canadá). De hecho, el NCBI tiene cientos de genomas de la gripe de libre acceso para descargar: otro ejemplo del actual frenesí secuenciador de genoma que recorre el mundo. Desde 1982, los datos de genomas contenidos en el «GenBank» del NCBI han experimentado un crecimiento exponencial, doblándose cada dieciocho meses.

En un congreso del año 2008 organizado por Nick Bostrom con el título digno de cuento infantil de «Global Catastrophic Risks» [Riesgos catastróficos globales], el doctor Ali Nouri, del Program on Science and Global Security de la Universidad de Princeton, lo resumió claramente: «Lo que nos preocupa es que estas herramientas caigan en las manos equivocadas; en cierto sentido, esto supone una amenaza sin precedentes: ahora un pequeño grupo de gente o incluso individuos aislados pero técnicamente competentes tienen acceso a herramientas que pueden causar mucho daño». En el libro publicado después del congreso, Bostrom y Milan Ćirković escribieron: «Las barreras tecnológicas para la producción de superbichos están cayendo poco a poco, al tiempo que el *know-how* biotecnológico y el equipo se difunden cada vez más».

Los ataques con ántrax de 2001 en Estados Unidos o el de gas nervioso en 1995 en el metro de Tokio son dos poderosos hitos en la conciencia pública en lo que respecta a la bioseguridad. A medida que se abarata la tecnología para manufacturar patógenos, es natural preocuparse de que o bien «algo se escape por casualidad» o que una ideología que considere el asesinato en masa como un acto legítimo consiga las destrezas y la tecnología para desatar deliberadamente una «pandemia terrorista».

De repente, mi futuro podría ser mucho más breve. Un mal microbicho suelto...

—¿Qué podemos hacer? —le pregunto a George Church.

Lo que me responde me sorprende y me anima.

—Bueno, no deberíamos depender de la buena voluntad de los científicos. Buen comienzo.

—Deberíamos tener una vigilancia *activa*.

Me inclino hacia delante.

—¿Quiere que le vigilen?

—No deberían fiarse de mi laboratorio —dice.

—¿Me está diciendo que no es digno de confianza?

Sonríe.

—No, creo que lo somos, y *mucho*, pero no hay ninguna razón para creerme, ¿no? Así que sencillamente es más fácil ponernos bajo vigilancia.

—¿Y a usted le parecería bien?

—Sí, lo estamos pidiendo. Y además de vigilancia, la industria de la biotecnología debería estar autorizada. En este momento estamos en una situación peligrosa porque es fácil hacerse con todo este material, y eso debe cambiar.

Bueno, me alegro de que se dé cuenta. George desde luego no entra en la categoría de científicos demasiado cegados por la búsqueda del conocimiento para no ver un cuadro ético de más alcance.

Y, ahora que lo pienso, no es el único. Nick Bostrom no solo organiza congresos para examinar este tipo de cuestiones, sino que la primera vez que lo vi me invitó a un seminario sobre la ética de la biotecnología. Por su parte, Drew Endy, de la Universidad de Stanford, otro biólogo sintético de primera, es muy respetado por poner sobre la mesa consideraciones éticas. «Hay mucho en juego», dice en una entrevista para la *Technology Review*. «De verdad me gustaría saber hasta dónde llega esta especialidad», pero reconoce que la respuesta será: «no muy lejos» si la industria no se enfrenta a la cuestión de bioerror/bioterrorismo de manera exhaustiva.

Antes de ir a Harvard hice un hueco para viajar a la Universidad del Sur de Dinamarca y conocer a Mark Bedau, que no solo es uno de los fundadores de la empresa pionera de la biología sintética ProtoLife^[3], sino también filósofo y defensor de la «responsabilidad social científica». «Hay peligros, hay riesgos y uno tiene que afrontarlos directamente», me dijo. «Pero lo mismo es aplicable a cualquier otro tipo de tecnología poderosa. Por esa razón, desde el principio mismo, los científicos de este campo han tomado la iniciativa de pensar a fondo las implicaciones, pensar cómo hacerlo de un modo responsable. Son los científicos los que se han puesto en cabeza».

Encontraré a George defendiendo por escrito «un código de ética y normas» y una «lista de precauciones solo limitada por nuestra creatividad», en un artículo para *Nature*, cuatro años antes de nuestro encuentro. «Aprendiendo de la terapia génica, deberíamos imaginar los peores escenarios posibles y protegernos contra ellos», escribe: una referencia a la tragedia de Jesse Gelsinger. «Eso requiere no solo leyes sino conformidad a la vigilancia», prosigue; algo que cree que puede automatizarse en gran medida.

Después de todo, uno no puede hacer ADN sintético sin máquinas y las máquinas podrían llevar incorporados sistemas de control y prevención. En 2007, George intervenía en un estudio conjunto entre el Instituto de J. Craig Venter, el MIT y The Centre for Strategic and International Studies junto con lo más granado de la biología sintética. El estudio esbozó diecisiete opciones de medidas de control.

—¿Puede hacerse? —pregunto.

—Claro. Ahora mismo, hay algunos impedimentos que serían fáciles de autorizar. Las fosforamiditas se usan para confeccionar ADN sintético, ¿no? No se usan fosforamiditas para hacer pasta de dientes ni lubricantes ni nada por el estilo. Así que si se concede autorización a las pocas empresas en el mundo que están elaborando fosforamiditas, ya está, ¿no? Endureces las condiciones para obtener una autorización y entonces tienes un marco legal en el que trabajar. Cualquiera que fabrique ADN utilizando fosforamiditas sin permiso o cualquiera que utilice fosforamiditas sin autorización tendrá problemas. Otra área es patentar las máquinas que elaboran ADN. No son fáciles de construir. Si alguien intenta comprar las piezas eso ya encenderá todas las luces rojas.

—¿Como si intentara comprar uranio?

—Exactamente. Quieres ponerlo tan difícil como sea posible para hacerlo tú solo. Y ya tenemos marcos para este tipo de cosas: para fabricar productos farmacéuticos, por ejemplo. Creo que hay un consenso general de que pueden ponerse en práctica, y de manera bastante barata. —Hace una pausa—. Ya me doy cuenta de que no es una respuesta muy emocionante...

—Pero tiene una importancia increíble —digo relajándome un poco.

—Es un ejemplo de optimismo pragmático —prosigue George—. Los científicos y las empresas deberían estar deseando que se impusiera la autorización previa. Y si se patenta el ecosistema entero, desde los productos químicos, los instrumentos, el *know-how*, los genes...

Mientras escribo, una serie bastante desconcertante de consorcios tanto públicos como privados se encuentran en diversas fases de gestación, marcando el nacimiento del régimen de licencias que defiende George. El US National Science Advisory Board for Biosecurity [Consejo Asesor para Bioseguridad de EE. UU.] está promoviendo el diálogo internacional sobre cuestiones de bioseguridad, como también lo hacen la Organización Mundial de la Salud y la ONU (esta última planteándose cómo la ya existente Convención sobre las Armas Biológicas puede ampliarse para abarcar la biología sintética). La industria comercial biosintética también ha lanzado

varias iniciativas que se solapan: la International Association Synthetic Biology, el International Gene Synthesis Consortium y el Consortium for Polynucleotide Synthesis. En particular, los miembros de estos consorcios están empezando a poner en práctica el control de peticiones de ADN, asegurándose de que nadie encargue nada que parezca un patógeno. Es alentador comprobar que en su cobertura de la conferencia de Bostrom sobre Global Stratospheric Risks, *New Scientist* optó por escribir un artículo titulado «The End of the World is Not Nigh» [El fin del mundo no está cerca].

Me da la impresión de que ha empezado una carrera entre la ciencia y nuestra capacidad para poner en práctica un régimen que nos ayude a cosechar sus beneficios sin desencadenar una avalancha de biohorrores. Dadnos la medicina. Libradnos de las armas. Pero, si no podéis evitarnos las armas, ¿estamos seguros de que la medicina es un precio que merece la pena pagar? Desgraciadamente, los que definen las directrices políticas no disponen de ningún equivalente a la «ingeniería genómica múltiple y evolución acelerada» que nos dé cuatro mil millones de marcos de bioseguridad entre los que elegir desde mañana mismo. Como siempre, la ciencia avanza más deprisa que nosotros.

Así que sufriremos un accidente. La biología sintética tendrá su Three Mile Island, su Windscale, su Chernóbil. Y en algún sitio, algún payaso llevado por su ideología conseguirá realizar un bioataque letal, haciéndonos sufrir un 11-S de la biología sintética. Sospecho que habremos hecho la mayor parte de lo que se nos haya ocurrido para evitarlo, pero sucederá de todos modos. Las fosforamiditas solo podrán utilizarse con licencia. Pondremos chips dentro de las máquinas de ADN que envíen *e-mails* al FBI si les piden que hagan algo dudoso. Pondremos al día nuestros tratados de armas. Pero en alguna parte, algo saldrá mal.

Hoy en día es ampliamente aceptado que una pieza de alcantarillado mal conservada en las instalaciones de investigación de enfermedades animales de Pirbright, en Surrey, Inglaterra, permitió la propagación en el verano de 2007 de un virus de 1967 que ya no estaba en circulación en el campo británico. La consiguiente epidemia de fiebre aftosa supuso un golpe bajo para la industria ganadera británica. El paisaje apareció sembrado de piras de bestias quemadas para contener la propagación de la enfermedad.

Una..., alcantarilla..., en mal estado.

Como en el caso de la epidemia de fiebre aftosa en el Reino Unido, nosotros probablemente aprenderemos a contener las futuras filtraciones de patógenos en mayor o menor medida. Y luego aprenderemos cómo asegurar

que sea menos probable que vuelvan a suceder, reaccionando mejor y más rápido, sobre todo porque seremos capaces de secuenciar a nuestro enemigo, encontrar su punto débil y lanzar contramedidas (seleccionadas quizá entre una gama de quince mil millones de aniquila-patógenos preparada en cuestión de días). La detección precoz de enfermedades ya es una realidad. El Instituto de Bioingeniería y Nanotecnología de Singapur ha desarrollado la tecnología para un dispositivo de detección que puede identificar múltiples enfermedades. Utilizado en los aeropuertos podría detener en seco la propagación de una epidemia.

También parece probable que haya una revolución en la medicina preventiva. Las cifras del año 2002 de la Organización Mundial de la Salud muestran que las enfermedades cardiovasculares, infecciosas o producidas por parásitos suman, junto con el cáncer, el 65 % de las muertes anuales. Si bien no es *imposible* imaginar un virus pandémico modificado genéticamente que de repente se llevara por delante a treinta y cinco millones de personas anualmente, cuesta imaginar que lo hiciera un año sí y otro también sin que se produjera algún tipo de contraataque por parte de nuestra medicina.

Un buen ejemplo de esta capacidad de contraataque puede verse en nuestra reacción a la amenaza del virus H5N1 de la «gripe aviar». (La gripe aviar es uno de los «riesgos catastróficos globales» que la conferencia de Bostrom creyó más probable que hiciera caer a la humanidad en barrena). Especialmente inquietante es la capacidad del virus para mutar (a los virus de la gripe les encanta cambiar las normas de combate). Y, al igual que un patógeno de diseño, una versión contagiosa de la gripe aviar se aprovecharía de la creciente densidad y movilidad de nuestras poblaciones, convirtiendo un brote en una epidemia a la velocidad del rayo.

Pero ahora tenemos la capacidad de secuenciar y empezar a comprender cómo funcionan los diversos virus de la familia de la gripe aviar, permitiendo que los gobiernos almacenen los antivíricos más apropiados. Esto también nos da una posibilidad mucho mayor de desarrollar medidas preventivas. Podemos «conocer a nuestro enemigo» mucho más rápido que en 1918. A partir de septiembre de 2009, la Organización Mundial de la Salud informó de que hay nada menos que ciento diez vacunas potenciales en desarrollo para combatir una pandemia de gripe aviar. Durante la pandemia de gripe de 1918 no hubo ninguna.

Así, aunque hayamos elevado las posibilidades de diseñar algo desagradable, lo hemos compensado de sobra desarrollando técnicas que

pueden combatirlo. Las mismas técnicas que nos ayudarán a deshacernos de cosas que *ya* nos matan hoy.

Cuando dejo a George Church, me zumba la cabeza. Todo está cambiando. O, en sus propias palabras:

Aprenderemos mucho más sobre nosotros mismos y sobre cómo interactuamos con nuestro entorno y nuestro prójimo... Soy optimista y creo que no nos deshumanizaremos sino que nos rehumanizaremos, porque nos libraremos de unas cuantas dolencias, y seremos más capaces de reflexionar sobre nuestro lugar en el universo y de trascender nuestro brutal pasado.

Esto no tiene nada que ver con aprender a construir un mejor motor de combustión ni con la invención del televisor. Aquí se trata de diseñar *la vida misma*. Es tremendamente emocionante y ofrece esperanza por un lado y terror potencial por el otro, como en una gran película. Pero ¿cómo se desarrollará? ¿Nos encaminamos hacia un desastre o hacia una utopía libre de enfermedades? Probablemente hacia ninguno de los dos. La historia muy pocas veces se parece a Hollywood. (Si así fuera, todos seríamos mucho más delgados y mucho menos inteligentes).

Nuestra biología está al borde de moverse a la velocidad de cambio que estamos acostumbrados a ver en el *hardware* informático. Casi percibo cómo el mundo se agita bajo mis pies y, al salir al temprano anochecer, algo que me dijo George hacia el final de nuestra conversación empieza a despertar ecos en mi cabeza.

—La evolución dista de haber acabado —me dijo—. Se está acelerando, y algo va a reemplazar al *Homo sapiens*. ¿Será *wetware* biológico o silicón? ¿Será resultado de la ingeniería genética o de la electrónica? ¿O será un híbrido?

Siguió una pausa.

—En realidad, solo es cuestión de cuándo.

Parte 2

LA MÁQUINA

Capítulo 4

¿Puedes encender todos los botones?

El hombre ha construido muchas máquinas, complejas e ingeniosas, pero ¿cuál de ellas puede rivalizar con el funcionamiento de su corazón?

PAU CASALS

«Dale al botón rojo». Leonardo baja la mirada. Es uno de esos enormes botones rojos que piden a gritos que los pulsen, el tipo de botón que en las películas de ciencia ficción desencadena devastadoras ráfagas de disparos. No es solo un botón. Es una declaración.

Con cautela, él coloca la palma de la mano encima, parpadeando. Aprieta. Se enciende y (porque esta escena sucede en el Boston actual y no en *Flash Gordon*) nadie resulta volatilizado. Satisfecho, mira con los ojos muy abiertos a su profesora, Andrea, a la espera de instrucciones. Leo no lo sabe, pero está a punto de demostrar que es un genio.

—Pulsa el botón verde —dice ella. Él obedece.

—Ahora están encendidos todos los botones —explica ella. Leo asiente. Su momento de genio se acerca.

Andrea apaga todos los botones y Leo parpadea dos veces, visiblemente sorprendido. *¡Pero si me acaba de pedir que los encienda!* Mientras él baja la mirada para digerir este deliberado acto de apagado de botones, ella le pone algo delante.

—Este es el botón azul —dice. Leo observa al recién llegado. Mueve la cabeza de lado a lado. *¿Sí? ¿Y ahora qué?*

—¿Has aprendido a encender todos los botones?

¡Ah! Otra vez el juego. Él asiente con seguridad, alarga la mano hacia el botón azul y, tras una breve pausa, lo pulsa. Ella mira imperturbable. Leo se lo piensa.

Y entonces sucede.

Con timidez aprieta el botón rojo. Por último alarga la mano y aprieta el verde. Levanta la mirada con grandes ojos adorables buscando la aprobación. Todos los botones están encendidos.

—Muy bien —dice ella.

Leo acaba de demostrar que es un genio.

Bien, en lo que se refiere a logros, usted pensaría que esto difícilmente está a la altura de la Teoría de la Relatividad de Einstein, del *riff* de Clavinet en *Superstition* ni, menos aún, del magistral gol de Pelé en la Final del Mundial de 1958 contra Suecia, pero lo que Leo acaba de hacer tiene implicaciones asombrosas, que posiblemente cambiarán el mundo. Leo, sépalo ya, es un robot, y acaba de hacer algo que se supone que los robots no son capaces de hacer: *pensar*. O, al menos, convencerle de que están pensando.

En un artículo de 2008 para *Scientific American*, Hans Moravec, profesor investigador en el Robotics Institute de la Universidad de Carnegie Mellon nos recordaba que la robótica había sido incapaz de cumplir las predicciones de los años cincuenta. En aquellos tiempos, los científicos informáticos creían que pasaría mucho tiempo antes de que los robots «limpiaran nuestros suelos, cortaran nuestro césped y, en general, eliminaran todo el trabajo pesado de nuestras vidas».

No son las dificultades mecánicas de construir un cuerpo lo que está causando los problemas, según Moravec. Aunque no hay duda de que el replicar o construir partes del cuerpo humano o de animales plantea muchas dificultades, estas se han salvado ya en buena medida, gracias en parte al desarrollo de nuevos materiales y a una electrónica cada vez más rápida y diminuta. La Shadow Robot Company de Londres fabrica manos que exhiben la misma destreza y gama de movimientos que sus equivalentes humanas, con la fuerza necesaria para agarrar firmemente herramientas eléctricas y la delicadeza para sostener un huevo. En 2005, Boston Dynamics mostró en público a BigDog, un caballo de carga robótico de cuatro patas que puede cargar con más de 150 kilos y moverse por terreno irregular con aparente facilidad. Los sistemas de visión robótica captan ya imágenes con resoluciones comparables a las del ojo humano. No, no es la mecánica del cuerpo del robot el escollo donde se atasca el robot inteligente autónomo, sino dotarle de mente.

Y por eso lo que acaba de hacer Leo es tan importante.

Según sus creadores en el MIT, Leo sencillamente ha «generalizado una tarea concreta a una nueva configuración». Eso es argot de *geek*^[†] para decir «decidir cómo hacer algo por haber hecho algo parecido, pero no idéntico, antes» (algo así como ser capaz de jugar al *ping-pong* porque has jugado al tenis). Es una habilidad que nosotros aprendemos de niños y resulta esencial

para navegar por el mundo que nos rodea. Leo parecía demostrar que podía entender que «todos» significaba los dos botones de la primera prueba, pero también *los tres*, cuando se añadió el azul. «Todos» es un concepto abstracto, que cambia dependiendo de las circunstancias. Para usted y para mí, la capacidad para «generalizar» el concepto de «todos» parece sencilla, aunque este tipo de pensamiento abstracto se desarrolla con mucho trabajo en la infancia. A los robots, como a los niños pequeños, les resultan difíciles los conceptos generales o abstractos. Pero si Leo piensa realmente, ¿significa eso que los robots inteligentes llegan por fin?

Leo no se parece mucho a un robot normal. Si Yoda, de *La guerra de las galaxias*, hubiera dormido con un pastor alemán (la raza de perros, no un pastor alemán de verdad, entiéndanme), el resultado probablemente se parecería a esta monada de peluche de prominente barriga y un metro de altura. Tiene unos ojos grandes y expresivos, una pequeña nariz negra y enormes orejas peludas. Parece una criatura fantástica salida de una película de Spielberg, lo que no es sorprendente dado que fue construido en el Stan Wilson Studio, un taller de creación de criaturas para películas como *Parque Jurásico* de Spielberg y, pertinentemente, la de Spielberg/Kubrick *Inteligencia Artificial: AI*.

El personal de Stan Winston Studio sabe cómo hacer que objetos mecánicos parezcan vivos. Pero en el cine, la animatrónica está controlada por humanos. Por más complejos que sean, por más impresionante y vivo que sea su aspecto, no son más que supermarionetas que «mueren» en cuanto sus amos se toman un descanso para beber un café. Leo es distinto. En cuanto llegó al Personal Robots Group en 2002, se le quitaron las entrañas de animatrónica y se colocó un robot en su lugar. Nadie controlaba a Leonardo en la prueba del botón. Actuaba solo. Leo, como usted y como yo, es su propio titiritero.

En cuanto George Church me invitó a Boston, supe que quería conocer a la «madre» de Leo, la profesora de robótica del MIT Cynthia Breazeal que, cuando tenía diez años, vio *La guerra de las galaxias* y soñó que algún día llegaría a construir algo como C-3PO. La mayoría de niños de diez años que ven la película quieren ser Luke Skywalker, Han Solo o la Princesa Leia. Los que por el contrario se fijan en el *hardware* y piensan: «Yo quiero hacer una de esas cosas» y renuncian a la espada de luz a cambio del soldador, son el tipo de niños que acaban en el MIT.

La profesora Breazeal está intentando construir un robot social y autónomo, un robot al que nos guste tratar como una entidad viva (aunque no respire) y no solo como una mera acumulación de servomecanismos, ordenadores y sensores. Ella quiere crear una personalidad con la que podamos interactuar y trabajar, incluso entablar amistad, a todos los efectos, una máquina inteligente, social y multiuso. Esto mete el miedo en el cuerpo a mucha gente. Como afirma el antiguo mentor de Breazeal, el impaciente e inconformista genio Rodney Brooks, al principio de su libro *Cuerpos y máquinas: de los robots humanos a los hombres robots*: «A medida que estos robots se hacen más inteligentes, alguna gente se preocupa por lo que pasará cuando lo sean de verdad. ¿Pensarán que los humanos somos inútiles y estúpidos y nos arrebatarán el mundo?».

Nos han amamantado con una dieta de películas de Hollywood que suele presentar los robots futuros como armas peligrosas de guerra y agresión (*Terminator*) o asesinos intrigantes (como el icónico HAL de *2001, Una odisea del espacio*), con tan solo algún esporádico alivio como *Wall-E*. No es muy sorprendente que temamos que nos domine nuestra progenie mecánica cuando nuestros sueños son tan tenebrosos. Noel Sharkey, profesor de Inteligencia Artificial y Robótica de la Universidad de Sheffield, declaró a *New Scientist*: «Isaac Asimov dijo que cuando empezó a escribir sobre robots, la idea de que estos se harían con el poder en el mundo era la única historia creíble. Nadie quiere oír otra cosa. Me encontraba con que cuando me llamaban periodistas y les explicaba que no creía que la IA [Inteligencia Artificial] y los robots fueran a apoderarse del mundo, reaccionaban diciendo “muchas gracias”, colgaban y no publicaban mis comentarios». Es una de las razones por las que Cynthia prefiere mantener a los guionistas y equipos de televisión fuera de su laboratorio. Lo que supone un problema para mí. Porque si alguien puede darme una imagen definida sobre el futuro de las máquinas inteligentes, es Cynthia Breazeal.

Antes de salir de Londres, había pasado varias horas amenas charlando por teléfono con la tremenda pero inmensamente agradable Polly Guggenheim, la asistente personal y guardiana de Breazeal. Polly me había informado de que Personal Robots Group sigue la norma de que Cynthia concede una («y solo una») entrevista en persona al año. «Tuvimos a la BBC aquí el año pasado». Una pausa. «Nunca más. A ver, ¿a quién rechacé la semana pasada? Tengo una lista por alguna parte. ¿Quiere que se la lea?» Polly habla con ese deje de «no me vengas con tonterías» creado para que salga de la boca de una mujer policía de Nueva York. Aun así, después de

ocho conversaciones todavía no me había dicho que no, lo que me daba esperanzas de que tuviera todavía alguna posibilidad. (Polly no da la impresión de ser de esas personas que se andan con formalidades una vez que se ha decidido). Acordamos que Cynthia me entrevistaría *a mí* por teléfono, para comprobar si merecía la pena tomarse la molestia.

Llegados a esas alturas, lo planteé directamente.

—Muy bien, en serio, ¿qué se necesita para conseguir la entrevista?

—¿De verdad quiere que se lo diga?

—Desde luego.

—Chocolate negro. Chocolate negro *de la mejor calidad posible*.

Y así, después de una breve charla con Cynthia, que me pareció afable y vivaz, en la que le prometí presentarme en el MIT llevando dulces de primera, conseguí mi entrevista.

Encontré el Personal Robots Group en la cuarta planta del famoso centro *geek* Media Lab del MIT, un edificio blanco en forma de caja en Ames Street, que empieza a tener un aspecto bastante mustio y desvencijado. Sus residentes pronto se desplegarán por un resplandeciente edificio nuevo y ultramoderno situado al lado, diseñado para estimular todavía más la colaboración interdisciplinar que hace del MIT un vivero de innovación. Si pudiera sujetarse un indicador a un edificio para contar el número de nuevas ideas que se generan dentro, uno sujeto al Media Lab seguramente fundiría los fusibles antes de acabar el primer recuento.

—Una de las grandes ventajas de estar en un sitio como el MIT y el Media Lab —me contará Cynthia más tarde— es que no somos solo un grupo de ingeniería pura. Tenemos conocimientos y habilidades que abarcan desde la estética a lo más avanzado en técnica y ciencia. Es algo poco frecuente y significa que podemos responder preguntas que a otros laboratorios les parecen difíciles. Es un comentario pertinente. ¿En qué otro lugar, me pregunto, encuentra uno grupos de investigación con nombres como Computación Afectiva, Biomecatónica, e-Racionalidad, Ecología de la Información, Jardín de Infancia eterno, Ciudades inteligentes, y, compartiendo el mismo espacio de laboratorio que el Personal Robotics Group de Cynthia, la Ópera del Futuro (que estudia «cómo la instrumentación, la interpretación y la composición musical pueden llevar a formas innovadoras de expresión, aprendizaje y salud»), todos juntos cuando no revueltos? Es una locura, en todos los sentidos positivos. También es un lío tremendo.

El laboratorio de Cynthia me recuerda una escena de *Blade Runner* en la que el diseñador genético J. F. Sebastian vuelve a su apartamento, un caótico revoltijo de habitaciones, por las que se desperdigan antigüedades y piezas de máquinas, habitadas por cómicas criaturas, mascotas diseñadas por él mismo. Al entrar en el laboratorio, el esqueleto de plástico de un pequeño robot sentado en una mesa cubierta de piezas de ordenador alza la vista del estudiante de doctorado Dan Stiehl para mirarme. Es Huggable [algo así como «Achuchable» o «Abracitos»] (sin su piel), un robot de juguete fabricado para los niños pequeños y, explica Dan, diseñado para comportarse como un acompañante cuando están enfermos, o como un primer asistente para su educación (los cuidadores y profesores pueden controlar algunos de los movimientos del robot para animar, por ejemplo, a la lectura de un libro ilustrado). Incluso con sus entrañas mecánicas al aire, Huggable me transmite la nítida impresión de que está vivo. Levanta un poco la cabeza para mirarme directamente, menea las orejas y extiende su garra de robot. Me río, con cierto nerviosismo. Es espeluznante, pero en el buen sentido. La vanguardia de la robótica no podría moverse por territorios más alejados de *Terminator*.

Dan me enseña un robot «Tofu», un experimento que estudia cómo las técnicas de animación de dibujos pueden utilizarse para que los robots sociables se expresen. Un Tofu es un «robot que se puede aplastar y estirar», y es una bola peluda del tamaño aproximado de un pomelo con una pequeña cabeza dominada por unos grandes ojos que corren cómicamente de un lado al otro y dos orejas plumosas, junto con un diminuto pico naranja que emite un sonido de gorjeo. Como un personaje de dibujos, Tofu puede encogerse y estirarse. Es gracioso y encantador, y si yo fuera un niño habría intentando llevármelo a casa al instante.

Tengo muchas ganas de conocer a Leo, y Dan me conduce detrás de una cortina. De repente me encuentro delante de la que puede considerarse la máquina con más aspecto de viva del mundo. Salvo que hoy no lo parece. Leo está apagado. Su cabeza cae ligeramente hacia delante y le han quitado el panel frontal a la caja en la que está, dejando al descubierto una miríada de cuerdas y poleas que controlan buena parte de su movimiento. También me fijo en que Leo está conectado a unos sensores que cuelgan de la parte del laboratorio separada por la cortina y, según parece, nada menos que diecisiete ordenadores distintos procesan la información que él asimila y generan sus «pensamientos». Leo es prisionero de sus limitaciones y, cuando le añades todos esos ordenadores y sensores, es también mucho más grande que la encantadora pelota de peluche panzuda que yo había tomado por su cuerpo

entero. Es decepcionante, pues Leo pierde parte de su personalidad y me quedo un poco alicaído.

En persona, Cynthia Breazeal es como una pequeña joya. Tiene cuarenta y dos años pero parece al menos diez más joven, una juventud que sin duda tiene que ver con sus habilidades deportivas (consumada tenista, durante un breve periodo se planteó jugar profesionalmente). Consigue combinar un aire formal (melena cuidada a modo de peinado) con otro infantil (de sus mejillas parece colgar una perenne sonrisa, incluso cuando frunce el ceño). Cuando habla utiliza todo el cuerpo. Sus manos no paran quietas nunca, como si estuvieran atrapando conceptos y dándoles forma en el aire al hablar. Sus hombros suben y bajan, inclina la cabeza con cada nuevo pensamiento o idea, y siempre parece tener ganas de reír. La gente puede discutir sobre si sus máquinas están vivas o no, pero no hay discusión posible acerca de Cynthia. Creo que es la persona más vital que he conocido jamás.

—Estos son buenos —dice comiendo con apetito los bombones de la caja con una amplia sonrisa—. ¡Tienes que probar uno!

Lo rechazo, deseando que toda esa buena voluntad chocolatera se vierta en nuestra entrevista. Además, sé cuánto cuestan y no tengo muy claro que mis gustos sean lo bastante caros para hacerles justicia.

Polly Guggenheim interviene:

—Le hará bien a tus endorfinas.

—¡Antioxidantes! ¡Antioxidantes! —exclama Cynthia.

—¡Justamente! ¡Es como el vino tinto! —dice Polly cuando se va.

Con los beneficios del chocolate y el vino tinto bien establecidos, le cuento a Cynthia lo mucho que me impactaron los videos de Leo, sobre todo en comparación con las docenas de otros robots que había visto para documentarme. Ahí había algo del futuro de los robots imaginado hacía mucho por los escritores de ciencia ficción pero que yo nunca había visto en la realidad. Leo me *atrapó* (y de hecho también a todos los amigos a los que se lo enseñé, algunos de los cuales se negaron a creer que fuera un muñeco). Y yo creía que él pensaba. La inclinación de la cabeza, el parpadeo, el encogerse de hombros son todos gestos sociales que yo captaba de manera natural y a los que reaccionaba, lo que me hizo atribuirle estados emocionales y procesos de pensamiento. Yo le confería personalidad. Es más, no podía evitarlo, porque era un robot que actuaba de una manera..., bueno, reconociblemente humana (exactamente lo contrario de Keanu Reeves).

Había tenido una reacción similar frente a Huggable hacía solo unos minutos. ¿En qué, me preguntaba, están acertando Cynthia y su equipo?

—Creo que se debe a que situamos a las *personas* en el centro de lo que intentamos hacer —explica Cynthia—. Una gran parte del trabajo en robótica se centra todavía demasiado en la tecnología, pero en nuestro laboratorio ponemos a estos robots delante de personas de verdad para poder comprender su impacto. Mi grupo se toma la relación entre robots sociales y la gente *en serio* e intentamos diseñar para *ambas partes*. No se trata solo de que el robot entienda a la gente, nos esforzamos para que la gente *entienda al robot* y pueda, de manera natural, utilizar su forma de pensar sobre el mundo para entender lo que debe de estar pasando en... —Hace una pausa—. Esto..., en la mente, por así decirlo, del robot...

—¿Por así decirlo?

—Bueno, es un término muy cargado de sentidos, ¿no?

Apenas llevamos charlando dos minutos y ya hemos tocado un problema clave que ha estado persiguiendo a la Inteligencia Artificial desde el primer día, a saber: las arenas movedizas intelectuales alrededor de las definiciones de «mente» e «inteligencia».

—¿Crees que Leonardo piensa? —pregunto.

Cynthia hace un quiebro limpio.

—Puedo preguntarle eso a una serie de filósofos y cada uno me dará una respuesta distinta.

Pero la presiono y sigo inquiriendo: si son las mentes de los robots, más que sus cuerpos, las que han estado retrasando a nuestras hermanas máquinas, y si ella cree que Leo piensa, en el sentido genuino de la palabra, todo eso es muy profundo.

—Es como si eludieras la pregunta —digo. Ella se ríe y se lo piensa un momento.

—Lo que Leonardo es capaz de hacer son *aspectos* de lo que yo describo como pensar. —Y luego se me va, y emprende un recorrido trepidante por los subsistemas principales de Leo, sobre cómo asimila «información perceptiva», cómo tiene «estados internos» y cómo sus «circuitos afectivo-cognitivos» «influyen en acciones internas», «propagando esa activación» que «en última instancia se reduce a una acción física en el mundo». Toma aliento —. Quiero decir que todo eso *está ahí* en cierto sentido, pero en un nivel mucho más sencillo y rudimentario, creo, de lo que lo está en los animales y las personas.

Por tanto ¿Leo *piensa*? Bueno, algo parecido. Un poco.

Parte del problema con este tipo de preguntas es que son los seres humanos los que las plantean, y nosotros tenemos prejuicios naturales. Modelamos nuestro concepto de «pensar» a partir de cómo *nos* percibimos a nosotros mismos pensando. Breazeal es bastante clara al respecto de que el pensamiento del robot *no será* el mismo que el humano, de igual manera que las emociones de robot no serán las mismas que las humanas.

—Cuando hablamos de emociones, no se trata de determinar si un robot *puede* tener emociones sino qué son las emociones de robot. Los perros también tienen emociones, pero no son humanas. Sus dueños se hacen una idea acerca de lo que sus animales deben de comprender, pero en realidad *no lo saben*, ¿no? ¡Proyectan sus propias emociones sobre el perro! —Se ríe—. Pero ellos consideran que las emociones del perro son genuinas para un perro, y del mismo modo consideran que su relación con él es auténtica, y de eso se trata. Yo quiero que la gente acepte a los robots como personalidades genuinas, para que puedan tener una auténtica relación con ellos.

Por tanto, ¿tiene *emociones* Leo? Bueno, algo parecido. Un poco.

—Hay mucha confusión en los medios de comunicación, que a menudo parecen creer que «vais a reemplazar a la gente, estáis construyendo *máquinas equivalentes* a las personas». Y yo les digo: «¡No! Estos son *robots*». Pero lo transmiten mal. ¡No lo entienden!

La cuestión de comparar las inteligencias humana y artificial la planteó en una conferencia de 1984 el genio de la ciencia informática Edsger Dijkstra, que dijo que se trataba de algo «tan importante como la cuestión de si los submarinos saben nadar», y era una advertencia contra el intento de formular una definición de «pensar» antropocéntrica.

Cynthia subraya que las distintas inteligencias son una función de los cuerpos en las que se dan.

—Así que la pregunta es: ¿qué tipo de cuerpos son determinantes para el desarrollo de qué tipo de inteligencias? La inteligencia del delfín no es la humana por algo. La inteligencia del gato no es la del perro por algo. Yo no me atrevería a decir que lo que estamos haciendo con estos robots sea explicar de algún modo lo que hacen los humanos.

En 1997, el ordenador de IBM Deep Blue venció al gran maestro de ajedrez Gary Kasparov. El hecho se considera, acertadamente, un hito en la investigación de la IA, pero forma parte de una antigua tradición de la IA de intentar que las máquinas repliquen un razonamiento «simbólico» de alto nivel intelectual (del tipo que se requiere para dominar el álgebra, y la clase

de tareas veneradas, afirma Rodney Brooks, por «científicos de muy alta formación»). No es casualidad que las fronteras de la investigación sobre IA parezcan muy pobladas de ordenadores que juegan cada vez mejor al ajedrez. Pero el gran problema que no se puede ignorar en este tipo de investigación en IA es que «Los elefantes no juegan al ajedrez» (el título de un artículo que Brooks escribió en 1990), pero sí hacen muchas cosas de «sentido común» que las máquinas no saben, como los perros, los gatos y los niños de preescolar. Sin duda Deep Blue puede derrotar de vez en cuando a Grandes Maestros (y más aún a elefantes) del ajedrez, pero nunca será capaz de encontrar una sombra en la que cobijarse ni de expresar sus opiniones políticas sobre Vladimir Putin.

Por tanto ¿Deep Blue piensa? Bueno, algo parecido. Un poco. Pero todavía no tenemos nada ni remotamente parecido al C-3PO de *La guerra de las galaxias*, la máquina inteligente multiuso que consideramos poseedora de una auténtica personalidad. O, como escribió Steven Pinker, que ocupa la cátedra Johnstone de Psicología en la Universidad de Harvard:

La lección principal que hemos aprendido tras treinta y cinco años de investigación en IA es que los problemas difíciles son sencillos y los sencillos son difíciles. Las capacidades mentales de un niño de cuatro años que damos por sentadas — reconocer una cara, levantar un lápiz, recorrer una habitación, responder a una pregunta— resuelven de hecho algunos de los más difíciles problemas de ingeniería jamás concebidos.

Brooks afirma que «las cosas sencillas que tienen que ver con la percepción y la movilidad [son] *una base necesaria* para el intelecto de mayor nivel». Dicho de otro modo, si alguien quiere construir algo verdaderamente inteligente tiene que estar en el mundo y no encadenado a un tablero de ajedrez. (Al fin y al cabo, la capacidad de Gary Kasparov para jugar al ajedrez no está aislada del resto de lo que es Gary Kasparov). En el argot de Brooks y compañía, tiene que estar «encarnado» y «situado», es decir, necesita un cuerpo físico a través del cual percibir el mundo y es eso precisamente, más que los conceptos abstractos, lo que debe dirigir sus acciones.

«Percepción y acción. Esto es todo lo que yo construiría y dejaría completamente a un lado lo que se ha considerado tradicionalmente la inteligencia de una inteligencia artificial», escribió Brooks en *Cuerpos y máquinas*. Partiendo de ese planteamiento, empezó a conseguir resultados impresionantes —y con apariencia de vida real— de sus máquinas, para

desazón de la vieja guardia de la IA. En el Segundo Simposium Internacional de Robótica, celebrado en el norte de París en 1985, Brooks mostró a Allen, un robot que podía desplazarse autónomamente por pasillos, evitar a los viandantes y elegir su ruta basándose en los obstáculos que tenía ante él, y todo ello utilizando el enfoque de «percibir y reaccionar».

Eso suponía una marcada diferencia con las tentativas previas de dotar de movilidad a un robot que se basaban en que este intentara construir «mapas mentales» internos de los alrededores y se remitiera entonces a esas representaciones internas y no directamente al mundo. Una y otra vez estos modelos «simbólicos» no se mantenían a la altura de un mundo siempre cambiante. Brooks recuerda las densas sombras que habían echado por tierra los intentos de Hans Moravec de conseguir el movimiento autónomo en un robot del MIT llamado The Cart. «The Cart estaba muy confuso con su modelo del mundo, y por eso Hans tenía que salir corriendo y recomponer de vez en cuando el mundo para que el modelo interno fuera un poco más preciso: era más fácil cambiar el mundo real que el modelo interno de ese mundo que tenía Cart». Comparado con él, Allen era, en palabras de Brooks, «glorioso».

Al «eliminar el proceso de razonamiento» y construir una máquina «basada por completo en una actividad irreflexiva» que establecía una «conexión directa de la percepción con la acción», había construido algo que parecía comportarse de manera mucho *más* inteligente. En los animales, «las capacidades más complejas se construyen sobre capacidades mucho más simples», afirmaba, y empezó a construir sus robots según esa concepción. Se trataba de un enfoque que parecía demasiado *simple* para esos «científicos de muy alta formación», así que Brooks no tardó en trabajar en su lugar favorito: los límites de la respetabilidad.

Si avanzamos dos décadas, comprobamos que Brooks ha ganado claramente el debate. Pueden verse grabaciones del antedicho BigDog en YouTube recorriendo pendientes de suelo blando o con restos de leña, cuestas cubiertas de nieve, y hasta montones de escombros. Hay dos momentos especialmente asombrosos en esos videos. En uno, BigDog empieza a deslizarse sobre hielo pero es capaz de recuperarse y mantenerse erguido. En otro, le dan una contundente patada desde un lado. BigDog se tambalea pero rápidamente recupera el equilibrio. No es ajedrez, pero de golpe esa máquina parece *consciente*. Es la teoría de la «percepción y acción» de Brooks llevada a un nivel enteramente nuevo.

El trabajo de Cynthia sigue la estela de Brooks. Paso primero: construir un cuerpo. Paso segundo: hacerle percibir y reaccionar al mundo que le rodea. Pero es en el tercer paso donde Cynthia hace valer sus méritos: *hacerlo social*. O, dicho de otro modo: hacer que algunas de sus reacciones sean «sociales».

Así, por ejemplo, si alguien se acerca demasiado al robot, este no solo se echará hacia atrás sino que puede expresar su irritación, con una mueca o un sonido de desaprobación, al ver su espacio personal invadido. En esos ejemplos el robot responde directamente a algo que hace usted. Pero Cynthia está buscando una inteligencia social robótica que lleve las cosas a un terreno enteramente nuevo, haciendo que el robot reaccione a algo que usted *piensa*, situaciones en las que el robot percibe algo de su estado mental por el modo en que usted se comporta, tal vez incluso captando si está triste, contento o confundido, o averiguando que lo que usted piensa es algo distinto de lo que dice. Cynthia reconoce que estamos muy lejos de conseguir nada parecido en un robot aunque, en ciertas condiciones altamente controladas, Leo ha sido capaz de adivinar que un investigador cree que un objeto está en una caja determinada, aunque él sabe que está en otra, una versión de algo que los psicólogos denominan «prueba de la falsa creencia».

El conseguir que el robot le entienda a usted, sus acciones y sus estados mentales solo supone la mitad de la interacción. Como dijo Cynthia, no se trata solo de que el robot entienda a la gente, sino de ayudar a que la gente entienda al robot.

—Se trata de lograr que los robots entiendan, conecten y relacionen su estado mental con el tuyo, de manera que podáis trabajar juntos con normalidad, de una forma social —dice Cynthia—. De que os «entendáis» el uno al otro.

Por eso el Personal Robotics Group está intentando averiguar no solo cómo diseñar un robot que pueda aprender sino cómo diseñar uno al que pueda enseñarle una persona que no tenga la menor idea de robótica, de IA ni de enseñar a máquinas.

—El reto que estamos afrontando es: ¿cómo preparas a la abuela para enseñar al robot? El mundo está lleno de gente, de formas sociales de aprendizaje (observación, imitación, tutela), y todo eso es muy importante. Nosotros somos uno de los pocos equipos del mundo que tiene robots aprendiendo de gente que no sabe nada de robótica. —Se ríe—. Y te digo una cosa: no es fácil diseñar un robot que pueda aprender de las personas, ¡porque la gente hace toda clase de cosas!

Por descontado, como humanos, aprendemos a entender todas las «cosas» que hacen los demás a medida que crecemos, y con un poco de suerte nos educan nuestros padres y cuidadores. Los niños suelen desarrollarse en un entorno seguro y limitado donde pueden cometer errores y sus cerebros pueden madurar. Eso forma parte de lo que significa hacerse inteligente en el sentido de que uno puede leer un libro, trabajar, darse cuenta de si alguien está alterado, conducir un coche y tal vez (solo tal vez) entender el críquet. Después de todo, Gary Kasparov no salió del útero con un conocimiento detallado de la Defensa Petrov. Primero tuvo que aprender a caminar, hablar, comer y «generalizar tareas concretas a nuevas configuraciones», como todos los demás.

—Fíjate con cuánta frecuencia se caen los niños cuando están aprendiendo a caminar —dice Breazeal—; es *increíble*. Hasta que uno empieza a estudiar a fondo todo esto no se da cuenta de lo profundo, complicado y *difícil* que es hacer este tipo de cosas. Luego empiezas a valorar lo asombroso que es que *las personas* lleguen a ser capaces de hacerlo. —Ahora se está riendo a gusto—. Uno da por sentado que una sonrisa puede interpretarse como desconcierto o alegría o lo que quieras. Es obvio. Uno sencillamente lo entiende. —Ella alza la vista y abre los brazos en una expresión que (demostrando lo que quiere decir) yo puedo interpretar al instante. *¡Santo cielo!*

—¡Bien! —exclama Cynthia—, pues ahora intenta construir un robot que sea capaz de hacer eso. *¡Ay, Dios!*

Tómense las tentativas informáticas de captar los matices del «lenguaje natural» (la habilidad de utilizar las palabras en un estilo coloquial). Un ejemplo popular es Eliza, desarrollada por Joe Weizenbaum, del MIT, en 1965. (Eliza fue así bautizada por Eliza Doolittle, de la obra *Pigmalión* de George Bernard Shaw, en la que el profesor de fonética Henry Higgins enseña a la florista del East End a imitar la forma de hablar de la alta sociedad). Weizenbaum intentó conseguir que Eliza imitara una técnica utilizada por muchos psicoterapeutas: el reflejo. El reflejo consiste básicamente en «reflejar» o repetir lo que acaba de decirse, haciendo saber a los clientes que han sido oídos y, con un poco de suerte, animándolos a sincerarse un poco más. Por ejemplo, si dicen: «¡Quiero matar a mi marido!»; ellos te responderían algo parecido a: «¿Tu marido te molesta?».

Pueden encontrarse diversas versiones de Eliza en la Web. Es sorprendentemente buena. De hecho supera la comparación con otros

programas de lenguaje natural desarrollados mucho más tarde (lo que pone una vez más de relieve lo difícil que puede ser mejorar los resultados de la IA en esferas que los humanos dan por sentadas). Como parte de mi investigación, decido someterme a un poco de terapia *online*.

Empiezo tecleando: «Estoy escribiendo un libro».

«¿Cuánto tiempo llevas escribiendo un libro?», pregunta Eliza.

«Unos meses», respondo.

«Cuéntame más», replica, como si estuviera verdaderamente interesada.

«Estoy intentando averiguar cómo será el futuro».

Entonces ella se pone un poco espesa.

«¿Te parece normal intentar averiguar cómo será el futuro?»

Tengo que reconocer que la pregunta me hace pensar. Eliza está resultando ser un terapeuta. Pero entonces todo da un giro un poco raro. Tras unos momentos de reflexión concluyo que sí, que de hecho es algo perfectamente normal intentar averiguar cómo será el futuro y respondo simplemente: «Sí».

Respuesta de Eliza: «Ya veo».

Aunque Eliza no sea más que un fragmento de código que corre por mi navegador, lo que sigue parece un silencio incómodo. E incómodo me siento.

«No te lo sabes montar bien en las fiestas, ¿a qué no?», tecleo.

«Oh..., ¿que no me lo sé montar en las fiestas?, ¿eso es lo que crees?, ¿quieres saber si me lo monto bien?», dice Eliza y no tengo muy claro qué quiere decir.

«¿Me estás pidiendo que nos lo montemos?», respondo. «Vaya, a lo mejor te lo montas mejor de lo que pensaba».

«¿Por qué te interesa si te estoy preguntando o no que nos lo montemos?», dice ella. «¿A lo mejor me lo monto mejor en las fiestas de lo que tú pensabas?»

No sé si Eliza cree que soy un perverso o si es una encarnación de una ninfómana extranjera. Pobre Eliza, no supo captar la ironía ni el coloquialismo de «No te lo sabes montar bien en las fiestas, ¿a qué no?», lo que nos ha llevado a un dudoso guión de comedia de los años setenta.

Fueron resultados como ese los que llevaron a los investigadores en IA y robótica a sugerir que el mejor enfoque para construir inteligencia no es intentar hacer una mente «genérica», sino desarrollar una en el robot y luego educarla. Los niños aprenden poco a poco a no cometer errores como el de Eliza, a base de relacionarse durante muchos años con los que les rodean. Dominar la habilidad del «lenguaje natural» requiere *miles de horas* (y aún

así podemos seguir cometiendo errores, como le dirá cualquier presidente «*misunderstimated*»^[#].

Tal vez si la investigación en IA hubiera hecho caso a uno de sus padres fundadores, habría ahorrado algo de tiempo. En un artículo que haría historia y que ha resultado asombrosamente profético escrito en 1950 (cuya primera línea ya decía acertadamente: «Propongo que nos planteemos la siguiente pregunta: “¿Pueden pensar las máquinas?”»), el gran y trágico genio que acortó la guerra Alan Turing escribió: «En lugar de intentar generar un programa para simular la mente adulta, ¿por qué no intentar crear una que simule la del niño? Si seguidamente se sometiera a un ciclo educativo apropiado acabaría obteniéndose el cerebro adulto».

Esta teórica necesidad de educar a los robots puede hacerle creer que los robots verdaderamente inteligentes serán escasos. Pero lo que pasa con los robots es que se pueden replicar. Una vez tengamos un cerebro de robot inteligente, podemos copiarlo a otra máquina, y a otra, y a otra. Los robots han llegado, por fin, provocando una explosión de «IA fuerte». Por supuesto, no tenemos que ser nosotros (los humanos) los que hagamos las copias, podrían hacerlas los propios robots.

Y dado que la tecnología avanza a un ritmo asombroso (mucho más rápido que la evolución biológica), ha de tenerse en cuenta la posibilidad de que las cosas no se detendrán ahí. Una vez hayamos conseguido un robot con inteligencia de nivel humano (o quién sabe si propiamente humana), no pasará mucho tiempo antes de que la capacidad de conocimiento del robot aventaje a la de la mente humana, uniendo esa inteligencia humana con el recuerdo instantáneo, la memoria sin defectos y la capacidad de procesar de Deep Blue.

Tal vez Cynthia quiere crear un equipo de robots-humanos, pero ¿qué pasa cuando la mitad del equipo (la humana) empieza a parecerse al tonto del pueblo? Eso es lo que se ha denominado «La Singularidad», el momento en que la generación de nuevo conocimiento (mediante una fusión de talentos humanos como la imaginación, la curiosidad y la creatividad con el músculo computacional de la máquina) empieza a parecer un cohete saliendo de una rampa de lanzamiento. Según los profetas de La Singularidad (en especial Ray Kurzweil), cuando esto suceda solo nos queda una estrategia: tenemos que fundirnos con nuestras máquinas.

Si no puedes vencerlas, únete a ellas.

Me viene a la cabeza algo que dijo George Church: que un modo de estudiar al ser humano (y por tanto también el cerebro humano) es considerarlo «simplemente» como una colección de diminutas biomáquinas no pensantes que computan sin parar: leyendo código genético y vomitando proteínas «computadas» y todo lo demás. Nosotros también somos máquinas, solo que máquinas biológicas «blandas». Brooks también hace este razonamiento:

El cuerpo, esta masa de biomoléculas, es una máquina que funciona según una serie de normas específicas... No hace falta decir que a muchos les irrita el uso de la palabra «máquina». Sin embargo, aceptarán una descripción de ellos mismos como conjuntos de elementos gobernados por normas de interacción, y sin ningún componente fuera del alcance de la comprensión de las matemáticas, la física y la química. Pero eso es para mí la esencia de una máquina, y es posible que haya optado por utilizar esa palabra para maltratar un poco al lector.

La inteligencia y la conciencia son computables, porque usted y yo estamos computando ahora mismo. Computo, luego existo.

Sin embargo, George Church expresaba una visión menos brutal sobre la máquina humana. «Cada vez pienso más en nosotros como mecanismos», me dijo. «Estamos empezando a ver cada vez más de ese mecanismo expuesto y eso solo lo hace más impresionante para mí, no menos. Si alguien me mostrara un reloj o un ordenador verdaderamente intrincados que tuviera emociones, conciencia de sí mismo, espiritualidad y todo lo demás, me quedaría muy, pero que muy impresionado, y creo que es hacia donde nos encaminamos, al punto en que nos impresione el mecanismo».

Una cosa está clara: si una inteligencia consciente como la humana es «computable» por una máquina, el poder de procesamiento necesario para computarla estará al alcance del ordenador de sobremesa muy pronto. Hans Moravec se preguntó «¿qué velocidad de procesado sería necesaria para conseguir un rendimiento equiparable al del cerebro humano?», y salió con la gigantesca cifra de cien billones de instrucciones por segundo^[4]. Para situar esa cifra en un contexto preciso, apuntaré que cuando yo vine al mundo a principios de la década de los setenta, IBM presentó un ordenador que podía llevar a cabo un millón de instrucciones por segundo. Eso supone una millonésima parte de la cifra de Moravec. Mientras escribo esto, Intel ha sacado su chip «Core i7 Extreme», que es más de *ciento cuarenta mil veces* más rápido, o aproximadamente una séptima parte de la cifra de Moravec. A

este ritmo, su nuevo portátil logrará la misma velocidad computacional que el cerebro humano antes de que acabe esta década. Poco después, si continúa la tendencia exponencial, su portátil (o el dispositivo que lo reemplace) tendrá más potencia de procesado que todos los cerebros humanos juntos. Eso sucederá, según Ray Kurzweil, en algún momento de mediados del siglo.

Los *superordenadores* han dejado atrás el hito de Moravec y por tanto no es sorprendente encontrar varios proyectos que los utilizan para intentar simular partes del cerebro de animales y humanos, combinando la neurociencia y la informática en un intento de llegar al fondo de lo que está pasando en realidad en este cráneo nuestro. Henry Markram, jefe del proyecto Blue Brain (que trabaja simulando células cerebrales sueltas en distintos procesadores y luego conectándolas) cree que «no es imposible construir un cerebro y podemos conseguirlo dentro de diez años». Incluso ha bromeado (o no, depende de lo en serio que se tomen su afirmación) con que llevará el resultado a dar conferencias. En 2009, en el congreso *Science Beyond Fiction* [Ciencia más allá de la ficción] celebrado en Praga, Markram dijo a la audiencia que cree que «las etéreas “propiedades emergentes” que caracterizan el pensamiento humano acabarán, paso a paso, desvelándose». En otras palabras, al simular el cerebro en capas de granulación cada vez más finas, su proyecto acabará por permitirnos percibir lo que hace funcionar la conciencia, descubrirá las leyes de la inteligencia y de la cognición y podremos utilizarlas con la misma facilidad que hoy en día utilizamos las leyes del movimiento o la computación. Tampoco es sorprendente encontrar a mucha gente que no está de acuerdo con él.

Pero hay algo que no me encaja, y no se trata de que no me guste que me llamen «máquina». Es más, la metáfora de la máquina tiene su sentido dado lo que descubrí en Harvard. El caso es que no sé identificarlo bien así que le pregunto a Cynthia qué piensa de utilizar el poder de procesamiento para simular el cerebro humano como método para crear inteligencia artificial.

Ella emite un leve bufido.

—Lo importante es que todavía queda un largo camino por recorrer antes de que esa simulación haga algo remarcable. Me refiero a que quizá puedan poner en marcha la simulación, pero ¿qué hace que pueda considerarse inteligente? ¿Cómo se traduce eso en comportamiento real, donde le muestras algo y consigues que responda? Queda mucho por descubrir. Estamos haciendo unos avances fantásticos y rápidos, pero me parece —baja la voz hasta un susurro conspirativo, sonriendo— que hay mucho que todavía no sabemos.

Cynthia ha identificado la raíz de mi incomodidad. A uno le pueden dar la mejor calculadora del mercado, pero si no ha aprendido matemáticas, de muy poco le sirve. Si el cerebro es computable, la dificultad no radica en que no tengamos el poder de procesado para recrear sus mecanismos, sino en que todavía estamos muy lejos de saber cómo manejar esa simulación. Si usted no supiera leer, sus ojos verían la forma de cada letra de esta página, pero no significaría nada para usted, y el fotocopiarla cien veces (o incluso inventar la fotocopidora para hacerlo) tampoco le ayudaría. Del mismo modo que uno tendría que aprender a leer, la investigación en IA y neurociencia tienen que descubrir colectivamente no solo qué es lo que están mirando sino qué significa.

Sin duda, hay un crecimiento exponencial en la potencia de procesado, pero está por ver si hay un crecimiento equivalente en la comprensión de cómo utilizar esa potencia más «inteligentemente» para crear (parafraseando una de las analogías de Henry Markram) un concierto de la mente tocando el piano de cola del cerebro. Si se hubiera dado ese crecimiento seguramente su nuevo portátil sería una séptima parte de inteligente de lo que es usted. Pero no es el caso. Ahí es donde radica el interés de proyectos como Blue Brain (y el trabajo de Cynthia), en tanto que herramientas que nos ayudan a ir planteando poco a poco las preguntas correctas que nos conducirán a una mejor comprensión de la inteligencia, la emoción y la conciencia.

—Lo útil de intentar construir robots sociables es que nos lleva a plantearnos preguntas como esas —dice Cynthia—. ¿Qué es la vida?, ¿qué es la mente? Los robots nos empujan a ser más precisos. Nos hacen pensar detenidamente sobre qué es lo que en realidad queremos decir con esos términos. Las respuestas, cree ella, están «a décadas de distancia». Es más, tiene especial cuidado en enfriar las expectativas sobre su propia investigación. Le pregunto:

—¿Cuál es la interacción más larga que has tenido con un robot? ¿Una interacción que puedas considerar verdaderamente significativa?

Ella se queda callada durante un largo rato.

—Digamos que se mueve en el orden de... —vacila—, de decenas de minutos, ¿sabes? Es corta.

Leo nunca va a sobrepasar ese límite.

Me da la impresión de que el motor que mueve y define la inteligencia real es la curiosidad. Por curiosidad está Cynthia en el MIT, estoy yo en su despacho, está usted leyendo este libro, y un hombre llamado Hod Lipson de la

Universidad de Cornell acaba de hacer algo que podría ser importante. Porque ha construido una máquina que parece mostrar una curiosidad genuina, una máquina que ya trabaja con sus creadores para generar nuevo conocimiento. Por consiguiente, Hod será mi próxima escala.

Sin embargo, antes de ir a Cornell tengo dos tareas pendientes. Una es una pequeña actuación en el acogedor Mottley's Comedy Club de Chatham Street, y la otra es encontrar una nueva palabra para «robot». Le he preguntado a Cynthia si la palabra le parecía restrictiva, dadas las asociaciones que despierta en la cultura popular. ¿Acaso consigue transmitir la concepción de Cynthia de una amplia gama de máquinas sociables con sus propias visiones de las emociones?

—Sí, me gustaría proponer otra cosa —dijo ella y luego me miró directamente a los ojos—; ¿por qué no ofreces tú un término mejor? ¡Yo empezaré a utilizarlo!

La palabra que se me ocurrió, mientras viajaba por el estado, es «IAAnimal» (puede pronunciarse «i-animal» o «ia-nimal», como prefiera). Una criatura con una mente artificial, pero criatura al fin y al cabo.

Capítulo 5

Es como explicarle Shakespeare a un perro

No tengo talentos especiales. Solo soy apasionadamente curioso.

ALBERT EINSTEIN

¿Cómo se descubre una verdad? Aquí va un ejemplo: algunos estudiantes de la Universidad de Cornell fuman maría. ¿Cómo lo sé? Porque poco después de llegar a la pequeña ciudad de Ithaca me encontré delante de *Insomnia Cookies*. «Galletas calientes preparadas de madrugada» se lee en el rótulo de neón morado del escaparate. No fumo, pero he conocido a suficientes aficionados a la hierba para saber que suele entrarles hambre de bocados horneados (conocidos como «los *munchies*»). Eso convierte la idea de abrir una tienda de galletas recién hechas que cierra tarde (¡y que hasta entrega a domicilio!) en un campus universitario en poco menos que una demostración de genio de la venta al por menor. Más tarde descubriré que *Insomnia Cookies* tiene sucursales en dieciocho campus de Estados Unidos.

Es ese el tipo de pensamiento creativo que les resulta difícil a los IAnimales. También les cuesta inferir una verdad más general a partir de datos limitados. No hay un solo IA en el mundo que haya pasado una noche escuchando a estudiantes colgados de maría y comiendo galletas hablando sin parar de pseudopsicología con un fondo de *rock* espacial, de manera que ninguno podría, a la vista de una solitaria tienda de galletas, deducir lo mismo que yo: tienda de galletas de madrugada en un campus = «los *munchies*» = estudiantes de ingeniería colocados.

Dicho esto, a solo unas manzanas de donde me encuentro hay un cerebro informático que *puede* extraer verdades estudiando fragmentos sueltos de datos, utilizando la experiencia previa para hacer sus deducciones. Es un cerebro nacido del cuerpo, que ahora hace un trabajo intelectual serio, un robot «de percepción y acción» que se ha graduado.

Me reúno con uno de los creadores de la máquina, el profesor Hod Lipson, en su laboratorio de la segunda planta del Upson Hall, un anodino edificio universitario, a poca distancia del «Patio de Ingenieros» del verde campus de Cornell. Es un hombre de complexión robusta y redondeada, tiene el cabello negro y rizado y esboza una gran sonrisa. Si Tom Hanks se hubiera

hecho levantador de potencia en lugar de actor, posiblemente se parecería un poco a Lipson. Mientras que a la mayoría de los científicos que he conocido les mueve una curiosidad casi insaciable, Lipson la lleva a un nuevo nivel, de manera literal. Siente curiosidad por la curiosidad.

—La inteligencia artificial es una diana móvil —afirma Hod sentándose al otro lado de una mesa en la que se amontonan manuales sobre IA y papeleo académico—. Quiero crear algo que nadie pueda decir que *no es* inteligente. Pensé: ¿cuál es uno de los sellos inequívocos de la inteligencia? Me parece que la creatividad, y en especial la *curiosidad*.

Por eso he venido a ver a Hod. Si nuestro futuro va a incluir máquinas verdaderamente inteligentes tendrán que ser curiosas y creativas. Quiero saber si podemos producir unos IAnimales que sean capaces de dar una nueva y radical forma al modo en que descubrimos y aplicamos el nuevo conocimiento, anunciando una revolución en el pensamiento similar a la que los robots comerciales ya han logrado en la fabricación. Voy directo al grano:

—¿Una máquina curiosa y creativa es tanto como decir una máquina *sentiente*?

—Bueno, ¿y eso qué quiere decir? —pregunta Hod—. Permíteme que te presione para que me definas «*sentiente*».

Memeces. Llevo aquí menos de un minuto y ya siento un poderoso *déjà vu*. Cynthia intentó eludir la pregunta de qué constituye la conciencia de la máquina. Hod quiere que *yo* la responda, lo que no parece muy justo, dado que el profesor es él. Hago lo único que puedo hacer:

—Bien, permíteme que te haga una pregunta —digo—: ¿cómo lo definirías *tú*?

Hod hace una pausa. No estoy seguro de que esperara que le devolvieran el servicio, sobre todo en un golpe que en cualquier reglamento se consideraría una trampa.

—Lo interpreto como algo intencionado, no reactivo. Esto... algo al modo humano... —Hace una pausa—. No sé.

Me parece que hemos empatado.

El laboratorio de Lipson se hizo famoso (en los círculos de la robótica) por su trabajo construyendo IAnimales que puedan considerarte conscientes de sí mismos. El robot Starfish del laboratorio, construido por Hod, Josh Bongard y Victor Zykov, es llamativo por aprender a caminar desde los primeros pasos. (Durante mi visita, el Starfish está sentado inerte, como Leo, casi olvidado en un estante del laboratorio). No estaba programado para caminar; Lipson y su

equipo lo habían programado para aprender sobre sí mismo. Luego él utilizó ese conocimiento para descubrir cómo moverse.

Como un bebé, el Starfish desarrolló una imagen de sí mismo mediante la experimentación física. Hod explica:

—Movié sus motores, percibió su movimiento y luego creó varios modelos de cuál podría ser su aspecto («¿soy una serpiente?», «¿soy una araña?»). Le pedimos que creara muchas explicaciones de lo que sabe hasta ahora.

Seguidamente el robot probó cada modelo haciéndolos competir entre sí.

—Le pedimos que ideara un nuevo experimento que generara discrepancias entre las predicciones —dice Lipson.

Uno de los puntos fuertes de la inteligencia humana radica en su capacidad de contradecirse. Nuestra habilidad para sostener ideas contradictorias nos permite discutir cosas en nuestra cabeza individual y también colectivamente, como sociedad. Lo que hicieron Hod y su equipo fue introducir esta contradicción productiva en el Starfish.

—Seguimos dos líneas de investigación. Una de ellas es la que crea modelos y la otra es la que plantea las preguntas. Mantienen una relación de depredador-acecha-presa. Las preguntas básicamente intentan echar por tierra los modelos.

Con el tiempo, las predicciones de los modelos enfrentados se van acercando a la realidad, hasta que el robot considera que uno de ellos es suficiente para decir: «Este es mi aspecto».

Hay que reconocer que el Starfish no es precisamente la criatura más grácil del mundo. Más que caminar, se tambalea y se deja caer hacia delante. Poco que ver con Ginger Rogers, más bien con un exceso de *gin-tonic*. Aun así, el logro no es despreciable. Era un IAnimal que aprendía activamente a hacer algo que nadie le había enseñado. Pero si he venido a Cornell es por lo que sucedió a continuación. El cerebro del IAnimal creado por el equipo, nacido de lo puramente físico, empezó a hacer algunas cosas extraordinarias en el campo simbólico (recuerden todo aquello del «científico de muy alta formación»). Empezó a producir verdades científicas en serie.

Podría decirse que la búsqueda de la verdad es la fuerza que impulsa la historia. Ha habido bibliotecas enteras de libros escritos (y perdidos) sobre el tema. Pero si alguien me dijera: «Pues muy bien, resúmeme la historia de la verdad en cinco minutos», probablemente recurriría a dos figuras claves: Sócrates (nacido en Grecia, en 469 a. C.) y Francis Bacon (nacido en

Inglaterra, en 1561); entre otras razones porque ambos tuvieron muertes peculiares.

Sócrates fue condenado a muerte por el estado de Atenas por «negarse a aceptar los dioses reconocidos por el Estado» y por «corromper a la juventud». A pesar de la oportunidad que se le concedió de librarse de su destino, Sócrates se tomó tranquilamente cicuta venenosa preparada por las autoridades. Francis Bacon, según creen muchos, murió por intentar congelar un pollo. Por tanto, puede parecer un tanto raro que ambos sean considerados figuras claves en la historia de *la razón*.

Pero tanto Sócrates como Bacon eran muy buenos planteando preguntas útiles. Es más, al primero suele atribuírsele la invención de una *forma* de hacer preguntas, «el método socrático», que constituye el núcleo mismo del «método científico», popularizado por Bacon durante la Ilustración, un periodo de la historia europea en el que la «evidencia» y la «fe» mantuvieron una tremenda pelea y el equilibrio de fuerzas entre Iglesia, Estado y ciudadano fue cuestionado cuando filósofos y científicos desafiaron la ortodoxia dominante de la autoridad religiosa.

El método socrático rebate argumentos encontrándoles excepciones, y por tanto puede llevar a su oponente a un punto en el que admita algo que contradiga su postura original. Es poderoso porque puede conseguir que la gente admita, al menos para sí, que está equivocada. Es muy útil para desvelar los propios prejuicios y carencias (y los de los demás) en el razonamiento. Los abogados lo utilizan mucho (pero no deje que ese uso empañe su opinión del método).

En la época en que Francis Bacon asistía a la universidad, las enseñanzas de uno de los discípulos de Sócrates, Aristóteles, se habían convertido en el referente aceptado para el ejercicio de la «investigación científica». Aristóteles había sido el primero en utilizar la «razón deductiva», la práctica de obtener conocimiento nuevo a partir de verdades fundacionales o «axiomas». Se creía que, si uno reunía los suficientes cerebritos privilegiados capaces de mantener un debate sólido, la verdad científica iría emergiendo con el tiempo.

Este método de «mantener una larga y compleja charla» funcionaba muy bien para las matemáticas, y todavía lo hace, porque los axiomas (las operaciones matemáticas básicas: suma, resta, multiplicación y división) se han establecido hace mucho. Pero no era tan útil para descubrir nuevo conocimiento relacionado con el mundo físico. Para consternación de Bacon,

parecía que la «ciencia» implicaba sentarse y hablar. Nadie movía el trasero ni hacía nuevas observaciones ni experimentos.

Al igual que Sócrates, Bacon subrayaba que era tan importante rebatir una teoría como probarla, y, en este sentido, la observación y la experimentación en el mundo real resultaban fundamentales para conseguir ambos propósitos. Bacon también consideraba la ciencia un trabajo de colaboración, en el que los científicos trabajaban juntos, poniéndose a prueba unos a otros. Todo lo cual sigue siendo un sello de la buena práctica científica en la actualidad — observar, teorizar, experimentar... y luego tratar de demostrar tu equivocación—, y todo en colaboración con colegas que pueden (y deben) hacerte pasar un mal rato. El propio Bacon no fue un destacado hombre de ciencia; su mayor contribución fue describir y defender un método científico basado en las pruebas. Dicho lo cual, sí que hizo curiosos experimentos, incluido el que le mató.

Mientras viajaba de Londres a Highgate con el médico personal del rey, Bacon se preguntó si podría utilizarse hielo para conservar la carne. Los dos hombres se bajaron del carruaje, compraron un pollo y lo rellenaron de nieve para comprobar la teoría. Se dice que en su última carta Bacon escribió: «En cuanto al experimento, salió sumamente bien»; pero al rellenar el pollo contrajo una neumonía fatal que le mataría a los pocos días. Posiblemente el único caso de un *bacon* asesinado por unos huevos.

De vuelta a la Ithaca actual, el espíritu de Sócrates y Bacon estaba emergiendo de un robot.

Hod (con su colega Michael Schmidt) se preguntaron si un tipo de cerebro como el del Starfish, basado en «percibir y actuar», podría ir más allá de averiguar qué aspecto tenía su propio cuerpo y empezar a sacar conclusiones útiles sobre el mundo en general. Dicho de otro modo: tras haber superado el proceso de construir un modelo mental preciso de sí mismo, ¿era capaz de hacer modelos mentales precisos de otras cosas?

Su primera idea fue dotar al cerebro del robot de la capacidad para establecer el punto de partida de un «péndulo doble» antes de dejarlo caer. A continuación se le suministraron los resultados de cada experimento —que habían sido grabados utilizando tecnología de captura de movimientos— permitiéndole valorar con precisión el movimiento del péndulo.

Un péndulo doble es básicamente un péndulo con otro péndulo sujeto en la parte inferior: dos varas unidas por los extremos mediante una bisagra. Mientras la mitad superior oscila de izquierda a derecha, la inferior no tarda

en volverse un poco loca. Dado que la sección inferior no está sujeta a un punto fijo (como el péndulo de arriba) sino a algo que ya está en movimiento (el extremo inferior del péndulo superior oscilante), se balanceará hacia la izquierda, hacia la derecha, girará en el sentido de las agujas del reloj o en el contrario, y todo aparentemente al azar. Lipson y Schmidt eligieron el péndulo doble porque es un buen ejemplo de un sistema que es fácil de construir pero que rápidamente muestra un comportamiento caótico, y por tanto sería una buena prueba para las destrezas cerebrales del robot.

Los resultados fueron asombrosos. De hecho, el cerebro del Starfish fue capaz de deducir gran parte de las leyes del movimiento, cuyo descubrimiento había costado décadas de esfuerzo y sudor a gente como Isaac Newton. Y lo hizo en tres horas. Siguió el mismo proceso que cuando se encontraba en el Starfish, tratando de identificar los modelos (ecuaciones matemáticas) que podrían explicar lo que había visto hasta ese momento, y luego creando nuevos experimentos (nuevas posiciones de partida para el péndulo) que seleccionaban las zonas de mayor desavenencia entre las ecuaciones que había descubierto hasta ese momento.

—Con el péndulo doble lo resuelve con precisión rápidamente porque algunos modelos dicen que va a caer hacia la izquierda y otros hacia la derecha. Hay desacuerdo. No se trata de un algoritmo pasivo que se pone cómodo y observa —dice Hod sonriendo—, sino que *hace preguntas*. Eso es curiosidad.

Uno de los detalles importantes sobre los que este IAnimal mostraba curiosidad eran las «invariantes». O, como explica Hod:

—Pongamos que tienes dos series de medidas a partir de un experimento y oscilan arriba y abajo de una manera complicada. Nuestra máquina intenta descubrir qué tienen de *constante*. A lo mejor, si sumas las dos cifras obtienes siempre el mismo número. A lo mejor es algo más complejo, tal vez la suma de sus raíces cuadradas es el dato que no varía.

Estas «invariantes» ocultas a menudo proporcionan ideas cruciales acerca de lo que rige el comportamiento de un sistema.

—Preguntar qué permanece constante en el péndulo puede ayudarle a descubrir que la fuerza que aplica a algo es siempre igual a su masa multiplicada por su aceleración: la segunda ley del movimiento de Newton.

Al hablar con Hod, veo a un filósofo que toma cicuta y a un experimentador que congela pollos, reencarnados, al menos en parte, en forma de máquina. La programación del robot manda modelos imprecisos a la basura haciéndole

admitir que otros ofrecen una mejor explicación del mundo real (hola, Sócrates) con las pruebas conseguidas mediante la experimentación (hola, Bacon), y así, husmeando, encuentra constantes fundamentales e invariables ocultas en los datos. Lipson ha creado un método informático de plantear buenas preguntas, uno de los distintivos de la verdadera inteligencia.

Sin embargo, todavía estamos muy lejos de lo que Hod (o cualquier otro) llamaría una máquina verdaderamente inteligente. La máquina no sabía que había descubierto las leyes del movimiento; hacía falta que Hod y sus colegas reconocieran las ecuaciones.

—Un humano todavía tiene que poner palabras e interpretar las leyes descubiertas por el ordenador —dice Schmidt. Por no mencionar el detalle de que los resultados son en gran medida inútiles (lo que no quiere decir que el tiempo ahorrado sea increíblemente útil). Eso me recuerda la escena clásica de *La guía del autoestopista galáctico* en la que una raza de humanoides superinteligentes construye un hiperordenador llamado *Pensamiento profundo* para que calcule la respuesta a la pregunta definitiva sobre «la vida, el universo y todo lo demás» y que, tras millones de años de deliberación, anuncia que es «42», antes de sugerir que los humanoides no saben cuál es «la pregunta».

Nadie entiende la ironía de ese relato mejor que Hod Lipson. Puso a su máquina a estudiar un proceso dentro de una bacteria del suelo. Como era de esperar, el programa generó una ecuación en un santiamén. Pero ¿qué significaba?

—Todavía lo estamos estudiando —dice Hod con una sonrisa—. Lo estamos examinando con mucha atención. Pero todavía no hemos dado con ninguna explicación. Y no podemos publicarlo hasta que sepamos qué es.

—¿No entiendes lo que dice?

—No —responde Hod.

—¿Es tu momento 42?

—Sí —dice el profesor Lipson sonriendo con tristeza.

Unos meses después de mi visita le envió un correo electrónico a Hod para ver si ha llegado a alguna conclusión con la ecuación misteriosa.

—Nos estamos esforzando —responde—. Quizá sea inútil. Es como explicarle Shakespeare a un perro.

Aun así, el logro de las máquinas es importante.

—Podemos pasar directamente de los datos a las leyes, mientras que antes la gente solo podía pasar de los datos a las predicciones. Así que ahora un científico puede introducir los datos, irse a tomar un café, volver y ver quince

modelos distintos que podrían explicar qué está pasando. Eso ahorra un montón de tiempo. Antes, definir un modelo predictivo podía requerir una carrera profesional entera. Ahora al menos puede automatizarse de manera que uno puede centrarse en el sentido.

Es una poderosa tecnología que facilita las cosas, porque deja más tiempo para pensar. Más tiempo para hacer eso en lo que destacan los humanos y no los ordenadores: atribuir significado a las cosas. Hod está haciendo por el pensamiento lo que los lavaplatos han hecho por la conversación de sobremesa.

Le pregunto si a su cerebro computacional podría ocurrírsele un modelo de cómo aprender. Después de todo, si puede descubrir un modelo de sí mismo o un modelo de conservación de la energía deduciéndolo de estudiar un péndulo, ¿por qué no hacer que observe algo aprendiendo y ver si tiene ideas que podrían aplicarse al aprendizaje de las máquinas y el más amplio desarrollo de la IA? Hod se ríe.

—En eso estamos trabajando ahora. Estamos estudiando lo que denominamos «sistemas auto-reflexivos» en los que piensan sobre el pensar.

Hod tiene razones evidentes para ello.

—Si uno quiere llegar a una inteligencia similar a la humana, se necesita un cerebro que pueda pensar sobre el pensar. Esa es la auto-reflexión que es importante en la vida. Uno puede aprender las cosas por la vía difícil o puede pensar sobre cómo ha pensado.

¿Curiosidad?, ¿auto-reflexión?, ¿interacción social?, ¿pensar sobre el acto de pensar? Aunque la IA tiene un largo camino por recorrer, las preguntas que están planteando investigadores como Hod y Cynthia —y los resultados que están obteniendo— son importantes. Está claro que la inteligencia de la máquina (tanto la «social» como la «simbólica») está avanzando, aunque a pasos muy cortos. La cuestión es ¿cómo podría esto afectarnos a usted y a mí?, ¿cómo podría acabar todo esto?

Una posibilidad es que la IA y la robótica continúen progresando pero sean incapaces de alcanzar una inteligencia humana o de nivel similar: que la conciencia sea «no-computable» o que, incluso si lo fuera, el cerebro humano pudiera, irónicamente, no ser lo bastante inteligente para resolverlo. En esta posibilidad, máquinas como las de Hod continuarán generando modelos y ecuaciones, pero seguirán siendo los humanos los que les den (o no puedan darles) sentido. El ritmo al que avanza el conocimiento se incrementará unas cuantas muescas, ayudado por una tecnología cada vez más potente, pero el

límite de velocidad final lo determinará lo rápido que seamos capaces de dar sentido a lo que nuestras máquinas nos están ayudando a descubrir. (Poco después de nuestro encuentro, Hod colgó *online* el código de su cerebro — llamado «Eureka»— para que cualquiera pudiera introducir datos).

Por su parte, los robots de Cynthia se irán haciendo cada vez más sociales, y su investigación nos ayudará a relacionarnos con nuestra tecnología de una manera más natural para nosotros. Pero esa sociabilidad será una consecuencia de un impresionante procesado informático de datos que, sin embargo, queda muy lejos de lo que podría considerarse conciencia en una máquina. Como comentó el legendario investigador de IA Marvin Minsky al ver a Leo: «Mi objeción a Leonardo es que no es más que un artificio. En realidad, no tiene emociones. Sencillamente sabe cómo engañarte para que pienses que las tiene». Pero, por más que Minsky tenga razón, eso no disminuye el logro principal de Cynthia hasta la fecha: que a veces podemos aceptar que sus robots son emocionales y *sentientes*, aunque no lo sean^[5].

La segunda posibilidad es un escenario en que las máquinas sí alcanzan un nivel de inteligencia que aceptamos como *sentiente*, algo que va más allá de los trucos. En algún punto del trayecto hacia ese logro, tendremos que abordar la resbaladiza cuestión de si los robots tienen..., esto, derechos humanos. Como Nick Bostrom, al que vi en Oxford, señala: «El que uno sea de silicona o de tejido biológico —si no afecta ni a la funcionalidad ni a la conciencia— no tiene significado moral. La discriminación por no ser de carbono es cuestionable con los mismos argumentos que el racismo a secas». La gente se queja ya de que los robots ocupan sus empleos. Imagínense la reacción cuando un robot pueda demandar por despido improcedente aduciendo «maquinismo».

Si los IA animales fueran verdaderamente listos, podríamos beneficiarnos de una confederación de hombre y máquina. Seguimos siendo independientes unos de otros, pero trabajamos juntos. Este es un mundo en el que a veces nuestras máquinas «nos explican cosas», dice Hod. Algunas son buenas (C-3PO) y otras dudosas (HAL 9000). Las máquinas pasan a formar parte de la humanidad. Son «nosotros» tanto como los franceses y los ingleses son «nosotros» entre sí: extranjeros, a veces difíciles de tratar, otras veces gente con la que nos gustaría pasar las vacaciones, pero, en última instancia, una parte más de nuestra sociedad global.

Sin embargo hay, por descontado, visiones más apocalípticas de este futuro. Una vez que las máquinas logran ser inteligentes, se autodiseñan para serlo más todavía. Después de todo, habremos resuelto cómo «computar» la

inteligencia, y los IA animales se beneficiarán de la espiral ascendente continua de la potencia de procesamiento y computarán esa inteligencia más rápido que nosotros. Al cabo de unas pocas generaciones tecnológicas, podrían dejarnos atrás, transformados en una raza de limitada potencia cognitiva llamada «humanidad». Así, nos convertimos para nuestra prole de IA animales en lo que los primates son para nosotros. Llegados a este punto, esperamos que sientan cierta responsabilidad por sus ancestros y no nos destrocen para utilizarnos como materias primas, intenten cazarnos hasta la extinción (*Terminator*) o (sí, fans de *Matrix*) nos usen como pilas. Nos gobiernan y nuestro destino estará en sus manos.

La tercera posibilidad es que el hombre y la máquina se fusionen. Como descubrí durante mi charla con Nick Bostrom, es algo que ya está sucediendo. En las primeras páginas de *Cuerpos y máquinas*, Rodney Brooks escribe: «Hace poco me crucé con un investigador de nuestro laboratorio, al que le habían amputado ambas piernas, saliendo del ascensor que yo estaba esperando. De las rodillas para arriba era completamente humano; de las rodillas para abajo era un robot». A finales de 2009, Robin van Ekenstam se convirtió en el primer receptor de «SmartHand», una prótesis mecánica de mano que no solo reproduce el movimiento de su equivalente humana sino que también proporciona a Robin el sentido del tacto (la mano de repuesto ha sido conectada a terminaciones nerviosas existentes en el muñón que le quedó después de perder su mano original a causa del cáncer).

No hay que dar un salto muy grande con la imaginación para pasar de las partes mecánicas de un cuerpo a un mundo en el que también nos fundimos con cerebros mecánicos. Este futuro nos llega con dos sabores. La versión de «vainilla» es una biointerfaz que nos permite acceder a una tecnología que nos proporciona capacidades extra, algo así como enchufar un disco duro externo a su portátil. No se olvidará de nada porque tendrá *petabytes* de almacenamiento de disco duro conectado a su cerebro y podrá recuperar esos datos a voluntad. ¿Una suma difícil? Externalízela a su chip matemático. En este escenario la conciencia sigue siendo plenamente biológica, pero hay un buen número de juguetes nuevos con los que jugar.

El otro sabor de la fusión de mente-máquina se encuentra en la unión de la conciencia humana con las máquinas, en la que todo o parte de nuestro cerebro funcionará en esta nueva plataforma. Cuando vuelva a Boston, Ray Kurzweil me dirá que utilizaremos la tecnología para ampliar y afinar nuestra inteligencia y nuestra conciencia, sustituyendo nuestro cerebro por algo más potente, lo que nos apartará quizá por completo de la biología.

—No estaremos limitados a un neocórtex que cabe dentro de un cráneo de menos de 28 dm³, y ciertamente no lo haremos funcionar en un substrato químico que envía información a unas decenas de metros por segundo, que es millones de veces más lento que la electrónica —dice Ray—. Podemos tomar esos principios y rediseñarlos y vamos a fundirlos con nuestros propios cerebros.

Esto cambiará por completo el sentido de la expresión «una reunión de cerebros». Los IAnimales no nos dejan atrás ni nos exterminan porque nosotros somos los IAnimales. «Nos convertiremos en una fusión de cuerpo y máquina», predice Rodney Brooks. «Dispondremos de lo mejor que puede ofrecernos la maquinaria, pero también conservaremos nuestro biolegado para mejorar el nivel de la tecnología mecánica que hayamos alcanzado. Y así, nosotros (las personas-robots) les adelantaremos a ellos (los robots puros). No tendremos que preocuparnos de que nos dominen». En un artículo de 1995 titulado «Will Robots Inherit the Earth?» [¿Los robots heredarán la tierra?], Marvin Minsky llegaba a una conclusión similar: «Sí, pero ellos serán nuestros hijos».

Todo esto incomoda a mucha gente. La mayoría de nosotros podemos asumir sin demasiados problemas cierta invasión física de nuestros cuerpos. A mí me encantan mis lentes de contacto, sin ir más lejos. Me alegro de que el estudiante de Brooks pueda caminar. Y creo que la mayoría aprobaremos interfaces cerebrales que permitan al discapacitado antes mencionado utilizar nuevas prótesis. Me anima ciertamente que Robin af Ekenstam pueda ahora comer con cuchillo y tenedor utilizando una mano robótica controlada directamente por su pensamiento. ¿Quién le negaría la oportunidad de recuperar su habilidad y sentido del tacto?

Pero ¿fundir nuestros cerebros por entero con la tecnología? O, ya puestos, ¿acabar del todo con nuestras neuronas y «pasarnos» nosotros mismos a la silicona? Tengo que admitir que escribir este libro habría sido muchísimo más fácil si hubiera tenido Internet y la Biblioteca Británica conectadas a mi cabeza. Y en un futuro de cerebro-ordenador usted podría leerlo como una descarga en milisegundos. Dependiendo de cómo vea usted el mundo (o de lo ocupado que esté) la idea puede parecerle asombrosamente brillante o fuera de lugar. Se trata de una versión íntegra de la discusión «terapia versus mejora» que descubrí al principio de mi viaje en Oxford.

Me da la impresión de que uno de los problemas a los que me enfrente para dar cuenta de estas cuestiones es que ideas tan potentes como IAnimales

inteligentes y fusiones hombre-máquina tienen la capacidad de atrapar inmediatamente mi imaginación y mis emociones. De algún modo, me encuentro de manera instantánea *allí*, imaginando un futuro utópico o distópico, según mi estado de ánimo. Pero la «inteligencia» y la «conciencia» siguen siendo misterios, y aunque especialidades como la robótica, la IA y la neurociencia están haciendo mucho por desvelar sus secretos, no he visto nada que me lleve a pensar que un ejército de robots (o una cuadrilla encargada de la lavandería) vaya a llamar a mi puerta en cualquier momento. El viaje hacia la creación de máquinas inteligentes avanza a pasos muy cortos, lo que significa que deberíamos tener tiempo para negociar nuestras interacciones con ellas mientras lentamente se van haciendo más listas (un poco como hacemos con nuestros niños). Con esto no niego la velocidad extrema a la que avanzan las tecnologías de la información. Tampoco cuestiono que vayamos a disponer de la *capacidad* de fabricación o de computación pura para construir esas máquinas. Pero la habilidad de las máquinas para comprender *el sentido* avanza mucho más despacio que la tecnología.

De manera que los robots inteligentes parecen destinados a entrar en la sociedad bastante despacio. Y cuando lo hagan, aunque una sociedad humano-robot será *diferente*, no encuentro la menor prueba que apunte a que los robots vayan a convertirse en nuestros amos. Otros seres humanos me asustan mucho más que los robots. ¿Y si los robots en cierto momento empiezan a aventajarnos marcadamente en inteligencia? Pues nos subiremos rápidamente a ese tren y nos iremos con ellos.

Cuando mi autocar sale de Ithaca, me vienen a la cabeza las palabras de despedida de George Church: «La evolución dista de haber acabado. Está acelerándose, y algo va a reemplazar al *Homo sapiens*. ¿Será *wetware* biológico o será silicona? ¿Será resultado de la ingeniería genética o de la electrónica? ¿O será algún híbrido?». Yo apuesto por el híbrido, la fusión de cuerpo y máquina de Rodney Brooks, que ya estamos viendo en la medicina y que, despacio pero seguro, seguirá avanzando. Ahora suena raro, pero el ritmo al que aceptaremos la intrusión en nuestros cuerpos y mentes (más allá de las que ya tenemos) será probablemente determinado por un único y simple principio (y como consecuencia, nuestra incomodidad se desvanecerá rápidamente), y es sencillamente que la tecnología *no mama*.

Hasta no hace mucho la fecundación *in vitro* (FIV) era considerada muy controvertida. De hecho, la Iglesia Católica mantiene su objeción a la técnica basándose en que, en la FIV, «la generación de la persona humana se ve

privada objetivamente de su perfección inherente, a saber, la de ser el resultado y fruto de un acto conyugal». Sin embargo, la opinión dominante ha superado sus escrúpulos sobre el «hombre que juega a ser Dios» cuando se trata de ayudar a parejas con problemas de fertilidad. Como comentaba George Church: «En cuanto funcionó y empezamos a tener a gente moviéndose por ahí con sus preciosos bebés, todo el mundo con problemas reproductivos empezó a escribir a sus congresistas y a preguntar a sus médicos. Quieren ese servicio porque pueden verlo y comprueban que funciona. El argumento da un giro de ciento ochenta grados. Se volvió *poco ético negar* el acceso a la FIV». Un enlace cerebral a la Wikipedia puede parecer extravagante ahora, pero solo porque no se ha hecho todavía.

Es importante constatar que nadie le forzará a usted a implantarse nada. Puede rechazar los interfaces cerebrales y la visión nocturna (y todo lo demás), del mismo modo que usted puede decidir vivir sin teléfono móvil, televisión, Internet o queso. Pero es probable que la sociedad, en lugar de rechazar esos avances, empiece a insistir en que es *ético* que tengamos acceso a ellos y se repita lo sucedido con la FIV. Usted puede elegir unas mejoras y no otras.

De manera que por el momento, las máquinas más inteligentes del planeta somos nosotros. Y todo parece indicar que en el futuro, seremos «nosotros» también.

La rapidez con la que los robots inteligentes y las interfaces hombre/máquina se conviertan en algo habitual está relacionada con otra tecnología que tiene el potencial para reconfigurar radicalmente nuestro mundo y nuestra economía, una tecnología que tiene incluso el potencial para conjurar el fin del capitalismo. Se trata tal vez de la tecnología más poderosa jamás creada, y desempeñará un papel fundamental en todo, desde la IA a la medicina pasando por la fabricación. Ya está empezando a entrar en nuestras vidas, pero solo acaba de emprender el camino hacia la ubicuidad. Caracterizada alternativamente como el presagio de un imparable descontrol tecnológico que podría hundirnos a todos, o como una revolución que reducirá el coste de casi todo, promete introducir una transformación en la fabricación más profunda y de mayor alcance que el nacimiento de la era industrial. Es el tercer pilar de lo que los futuristas denominan la «revolución GNR» (la «G» significa «genética», y la «R», «robótica»).

La «N» es de la nanotecnología. Y amenaza con cambiar el mundo de maneras que le darán vértigo.

Capítulo 6

Invisiblemente pequeña y mágica

Dios mora en los detalles.

MIES VAN DER ROHE

—La mayoría de ellos son seres de dimensiones superiores. No *necesitan* una nave espacial para venir —dice el hombre de largo pelo gris sentado a dos mesas de mí—. Tienes que entender que ya existe una Federación Unida de Planetas. Estamos siendo observados por veintiséis razas alienígenas diferentes. Por supuesto, las que carecen de ética —los Recticulanos, los Grises, los Nórdicos— no cumplen la Primera Directiva... —Hay una historia del folklore de Silicon Valley que dice que si de verdad quieres saber qué se está cociendo en la industria tecnológica tienes que sentarte en un restaurante Hobe's y escuchar las conversaciones a tu alrededor. Está claro que he elegido el asiento equivocado.

Pero, mientras la conversación a mis espaldas deriva hacia el potencial de cambio de marco espacial de las civilizaciones alienígenas, se me ocurre que el tema que me ocupa, en este viaje a California, no es menos fantástico. La nanotecnología, a primera vista, se parece mucho a la ciencia ficción. Pero parece probable que reconfigurará radicalmente nuestro futuro. Al menos, eso es lo que cree el analista del futuro y «eco-pragmatista» Stewart Brand: «La ciencia es buena; el diseño técnico, factible; las vías de acercamiento, numerosas; las consecuencias, revolucionarias al cuadrado, y la agenda prevista es: durante nuestra vida».

Brand lo escribió en 1991. Hoy en día, la nanotecnología está invadiendo casi todas las esferas de la iniciativa humana, de la sanidad a la construcción. Tiene el potencial de acabar con el capitalismo industrial, de revolucionar la producción de energía, de impulsar la capacidad de la medicina, de propinar un golpe letal a casi cualquier crisis de recursos y hasta de forzarle a revisar sus hábitos higiénicos. Y estoy en Silicon Valley para reunirme con K. Eric Drexler, el hombre al que se le ha atribuido en gran medida su invención. En 1986, Drexler escribió un libro titulado *La nanotecnología. El surgimiento de las máquinas de creación* (la versión original en inglés, *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, está disponible gratuitamente en su

página web). Y casi todos los que lo han leído se quedaron asombrados y pensaron: «Bueno, esto lo cambia todo».

Dejando aparte el ámbito de la biología, la nanotecnología ha acabado significando cualquier cosa que intentemos hacer o hagamos, mediante diseño o ingeniería, a la escala de nanómetros, es decir, de una milmillonésima de metro. Es lo que Drexler denomina «la ridícula “invisiblemente pequeña y mágica” definición». Y ahí es donde me topo con mi primer problema. Creo que necesito algo más concreto.

Así que empiezo por las matemáticas. ¿Cómo es de pequeña una milmillonésima parte de un metro? Piensen en pequeño. En muy pequeño. Lleguen al punto en que ya es demasiado pequeño para captarlo y aun así seguiremos moviéndonos a una escala increíblemente grande. Imaginen un cabello humano. El grosor medio de un pelo es poco más de una doceava parte de milímetro. Tendrían que desmenuzar la regla de 30 cm que tenían en la escuela en 3750 trocitos para conseguir secciones del mismo grosor que el pelo. Un nanómetro es aproximadamente ochenta mil veces *más pequeño que eso*, ochenta mil veces más delgado que el diámetro de un cabello humano. Para desmenuzar su regla en trocitos del tamaño de un nanómetro tendría que cortar *trescientos millones* de piezas iguales.

Es demasiado pequeño para poder concebirlo. Pero lo cierto es que hay mucha gente que piensa en cosas —es más, que trabaja activamente en productos— a esta escala. Aunque es posible que pensar solo en la escala me distraiga de lo que en realidad es la concepción original de Drexler sobre la nanotecnología: algo que tiene que ver con la fabricación y con una combinación de diversas disciplinas. Como escribe en alguna parte la historiadora de la nanotecnología Ashley Shew, esta «no es un tema de estudio. Más bien se trata de una escala que ha reunido a investigadores, innovadores e ingenieros de campos a veces radicalmente alejados. Las disciplinas se entrecruzan en lo diminuto». Ya estamos familiarizados con esos cruces en la fabricación tradicional. Conocimientos de diseño, robótica, ciencia de los materiales e ingeniería electrónica se unen para fabricar cualquier cosa, desde su coche a su secador de pelo. Esas mismas disciplinas y otras más vuelven a cruzarse en una cancha de juego infinitamente más pequeña. Eso cambia algunas de las reglas del juego (cómo hacer cosas), pero el juego (el hacerlas) sigue siendo el mismo.

Una de las razones por las que la Revolución Industrial no fue denominada «la revolución tecnológica de una yarda» es que, en su caso, prestamos más atención a *lo que puede hacerse* que a clasificar las cosas por

su tamaño, y es también la razón por la que Eric Drexler prefiere ahora la expresión «fabricación molecular» al término más sencillo de «nanotecnología», que se ha convertido en una palabra comodín que sirve para cualquier cosa diminuta. Y sobre esta nano-*fabricación* he venido a California a hablar con él porque..., bueno, porque ciertamente podría cambiarlo todo.

Lo que promete la nanotecnología se basa en la idea de que si somos capaces de diseñar cosas con precisión atómica, podemos desarrollar materiales y productos con propiedades extraordinarias. Cambiar la estructura de algo a nivel atómico puede hacerle exhibir propiedades inusuales, con frecuencia pasmosas. La nanotecnología es a la materia lo que una cabina telefónica es a Superman: puede producir una transformación que libere superpoderes.

Drexler abre su libro *La nanotecnología...* con esta básica pero impactante observación:

El carbón y los diamantes, la arena y los chips informáticos, el cáncer y el tejido sano: a lo largo de la historia, las variaciones en la disposición de los átomos han distinguido lo barato de lo caro, lo enfermo de lo sano.

Además, los átomos de carbono no solo forman carbón y diamantes. Dispuestos de un modo concreto se convierten en el grafito de su lápiz, y en otros «nanotubos de carbono», túneles de tamaño de nanómetros con propiedades asombrosas. Con ciertos diámetros, los nanotubos de carbono conducen la electricidad con una eficacia increíble. Disponga los átomos de una manera ligeramente distinta y obtendrá «semiconductores» de gran rendimiento (el componente fundamental de los microchips) que generan mucho menos calor y funcionan a velocidades mucho más rápidas que sus equivalentes confeccionados con silicio. Otra pasmosa propiedad de los nanotubos de carbono es su resistencia —cincuenta veces mayor que la del acero—, tanta que un simple hilo del grosor de un cabello puede levantar el peso de un coche familiar.

Al controlar la estructura atómica de este único elemento, creamos abundantes posibilidades: aviones que consumen poco combustible, superligeros, transmisión eficiente de electricidad a lo largo de inmensas distancias, equipos de protección corporal livianos como plumas, microchips que funcionan a velocidades que cuesta imaginar, incluso un cable que podría estirarse hasta hacerlo entrar en órbita proporcionando así una nueva ruta al

espacio. Y eso hablando solo del carbono, que luce su capa y sus calzones rojos de superhéroe. ¿Qué podríamos conseguir con otros elementos, tanto individualmente como combinados?

—Las capacidades resultantes serán tan poderosas que, en un mundo competitivo, el no poder desarrollarlas sería equivalente al desarme unilateral —sugiere Drexler. Orientarnos por este cambio es, dice, «la gran tarea de nuestra época». Él no es de los que infravaloran su propia área de trabajo. Más tarde me explicará que «la razón por la que tomé esta dirección y estudié lo que estudié es porque estaba persuadido de que la civilización está llegando a un punto decisivo en la capacidad de carga [del medio en que vivimos] que podía dar lugar a mucho sufrimiento, y veía un modo para cambiarlo. Así que me propuse salvar al mundo».

Puedo considerarme afortunado por reunirme con Eric en persona. En los últimos años ha adoptado la norma de no encontrarse cara a cara con periodistas, optando por responder sus preguntas por correo electrónico. Pero parece gustarle el sentido de mi trabajo y, a partir de nuestro intercambio de correos, me invita a Silicon Valley, y así he acabado sentado en esta sucursal de Hobe's.

Parte de la reticencia de Drexler a hablar se debe sin duda al escarpado camino que ha recorrido desde la publicación de *La nanotecnología...* En él se incluye un notorio combate de boxeo intelectual con un químico ganador del Nobel (Richard Smalley) y varios altercados con científicos curtidos que han cuestionado sus credenciales académicas, indicando que «él es un ingeniero que estudió química y reflexionó sobre sus posibilidades, pero puede que no conozca a fondo la química».

Pero incluso sus críticos reconocen la importancia de su Gran Idea, que desarrolló en *La nanotecnología...* y más tarde formuló en su libro de 1992 *Nanotechnology*. Es una idea que todavía hoy, dos décadas más tarde, divide a la ciencia en investigadores a los que se suele calificar como «drexlerianos» o «antidrexlerianos» (términos que el propio Drexler detesta por personalizados y anticientíficos). El debate ha salido de los límites de la comunidad científica, y las ideas de Drexler han sido deformadas por las lentes del periodismo que busca titulares y hasta se las han apropiado escritores de ciencia ficción para sus efectos dramáticos. Es justo decir que en el curso de los años, la Gran Idea de Drexler (y él mismo) han irritado a muchos. En 2004, *Wired* publicó un artículo de Ed Regis (una voz marcadamente pro-Drexler) con el titular: «K. Eric Drexler fue el padrino de la nanotecnología».

Pero el prodigio del MIT que ideó las máquinas moleculares fue apartado por la gran ciencia, y ahora es un marginado de la industria». No es sorprendente que no le guste hablar con escritores.

La nanotecnología como idea precede a Drexler en un cuarto de siglo. La historia aceptada por todos es que la especialidad nació en una conferencia de 1959 titulada «There's Plenty of Room at the Bottom» [Hay mucho sitio al fondo], del gran físico Richard Feynman, ya fallecido. Durante mucho tiempo la conferencia fue una curiosidad poco citada, pero ha ganado prominencia con los años, en gran medida debido a que Drexler la ha popularizado.

Durante su conferencia, impartida en el encuentro anual de la American Physical Society en el California Institute of Technology (Caltech), Feynman planteó la posibilidad de escribir el contenido entero de la *Encyclopaedia Britannica* en la cabeza de un alfiler y concluyó que, si uno podía disponer los átomos con precisión para formar letras, no solo podría introducir la enciclopedia en el alfiler, sino toda la información que había registrado el hombre a lo largo de su historia en un pequeño folleto. Llevando la idea un poco más lejos, Feynman calculó cuánto material se necesitaría para almacenar todas las palabras escritas en todos los libros de la humanidad si esas palabras se convertían en un código digital y dedujo que con mucho espacio de sobra (desde el punto de vista atómico) toda la información acumulada en todos los libros del mundo podía caber en un dadito de una décima de milímetro de ancho, «que es la mota de polvo más diminuta que puede distinguir el ojo humano».

Todavía hoy parece increíble. Imagínese cómo sonaría en 1959. Y de hecho tuvieron que transcurrir treinta años para llegar al siguiente hito popular en la historia de la nanotecnología, cuando Donald Eigler se convirtió en la primera persona de la historia que pudo mover y controlar átomos individuales de una manera repetible y previsible, disponiendo treinta y cinco átomos de xenón sobre un lecho de níquel para deletrear el nombre de su patrón: IBM. «Esta capacidad nos ha permitido fabricar estructuras rudimentarias diseñadas por nosotros mismos, átomo por átomo», escribieron Eigler y su colega Erhard Schweizer. «Las posibilidades para la que quizá sea la miniaturización de dispositivos definitiva son evidentes»^[6].

En 1959, el ejemplo más claro de almacenamiento de información a nanoescala era el ADN (el descubrimiento de su estructura se había producido seis años antes). «El que enormes cantidades de información puedan acumularse en un espacio sumamente pequeño es, por descontado, un dato bien conocido por los biólogos», recordaba Feynman a su público. Su ADN

se distribuye en hebras de solo dos nanómetros de ancho, enrolladas dentro del núcleo de la célula, una estructura que es unas setenta y cinco veces más pequeña que la *polvopedia* de Feynman.

La conferencia de Feynman nos recuerda que nuestros propios cuerpos son una colección andante de miles de millones de fábricas de tamaño nanométrico que van generando material celular. Y si nuestras células pueden ordenar materiales a nanoescala, la nanofabricación es algo claramente posible. Si no lo fuera, nosotros no estaríamos aquí. Seguidamente explicó a su audiencia que no había nada en las leyes de la física que impidiera el manejo de los átomos por separado. «Es algo, en principio, que puede hacerse, pero que en la práctica, no se ha hecho porque somos demasiado grandes».

Y entonces llega Eric, que es «demasiado grande», pero muy listo.

Eric Drexler se presenta en Hobe's dos minutos antes de la hora, lo que me da una excusa para alejarme del tipo de *Star Trek*, que ahora está hablando en voz alta de protegerse de la abducción alienígena mediante «la visualización de uno mismo rodeado de energía dorada».

Encontramos acomodo junto a la ventana y pedimos té de canela. Al dar el primer sorbo, Drexler comenta:

—El té está ahora más fuerte que de costumbre —para añadir seguidamente—: fluctúa.

Ese es Eric Drexler en pocas palabras: preciso en cada detalle, manifestándose mediante la ordenación de los detalles tal como los ve por primera vez, y solo muy raramente (y con cautela) expresando opiniones. No dice que el té sea «bueno» o «malo» sino que comenta su intensidad. O, como explica antes de que empiece nuestra entrevista:

—Cuando quiera decir que algo es una buena o una mala idea, deseable o no, lo haré expresándolo con claridad y lo diré con reservas e inquietud.

Es un hombre enjuto («¡He perdido casi quince kilos desde los noventa!», me dice), con una barba gris bien cuidada que cubre un rostro largo y reflexivo en el que dos ojos penetrantes parecen decir: «¿Ah, sí?, ¿y qué más?».

Eric Drexler no es de los que se dan por satisfechos con una historia contada a medias o con digresiones abstractas. Me cuenta que se irrita «cuando los científicos sugieren que sus trabajos implican nuevas ideas pero *no dicen explícitamente* cuáles son esas ideas». Más vale que uno conozca la historia de su propia profesión. Así que, si trabajas para la NASA e invitas a

Eric a comer pero no reconoces el nombre «Konstantin Tsiolkovski», él se sentirá un tanto defraudado por ti (como me cuenta que le pasó unas semanas antes).

Yo tampoco sabía quién era Tsiolkovski (pero no trabajo para la NASA, así que no cuenta), aunque el solitario maestro de escuela ruso que escribía ya en 1903 sobre cohetes multifase que podrían alcanzar la órbita terrestre se convierte en un tema recurrente de la conversación. A Drexler le parece inexcusable estar mal informado, y procura educarse en una amplia gama de temas (su *blog* contiene *posts* con títulos del tipo: «Cómo entenderlo todo, y por qué»). En este sentido, asusta un poco. Pero en persona no es ni quisquilloso ni intimidante. Sin duda, es una persona precisa, pero también generosa, y curiosa. Quiere que le cuente todo mi viaje para ver «al notable George Church» y también le interesan mis pesquisas en la robótica en el MIT y Cornell. (Su opinión es que una Inteligencia Artificial de nivel humano es «inevitable»). Tal vez su estado de ánimo locuaz y curioso se deba a que todo esto tiene algo de renacentista... la Gran Idea de Eric está otra vez sobre la mesa.

Esta idea es la «nanofábrica», un dispositivo programable del tamaño de un ordenador de sobremesa que, en principio, podría fabricar con una precisión a escala atómica y absoluta fidelidad, cualquier cosa imaginable inmensamente poderosa y útil utilizando un suministro barato de sencillas «cargas de alimentación químicas». En la introducción a la edición del vigésimo aniversario de la publicación de *La nanotecnología*, Drexler escribe que:

Una fábrica de 10 kilos podrá producir 10 kilos de productos en horas, o aún en menos tiempo: un montón de ordenadores portátiles con mil millones de procesadores, un paquete que contenga billones de dispositivos médicos de tamaño celular, o un rollo que contenga cientos de metros cuadrados de material resistente y flexible que convierta la luz del sol en energía eléctrica. Parece que las materias primas supondrán el mayor coste de producción. A dólar por kilo (un precio típico para las materias primas industriales hoy), el material solar-eléctrico costará alrededor de un centavo por metro cuadrado, y los ordenadores alrededor de diez.

Al abordar la materia del modo que los ordenadores tratan la información, pasamos de un mundo en que las fábricas se especializan en hacer un

producto a otro de fábricas *programables*, o «impresoras de materia» que pueden hacer multitud de productos en tanto se les suministren el diseño y las materias primas apropiados, una máquina multiusos que crea productos por encargo a una fracción mínima del coste de los métodos actuales. Del mismo modo que los ordenadores «forman modelos complejos a partir de los componentes básicos elementales de la información», escribe Eric, los sistemas de fabricación molecular «formarán modelos complejos a partir de los componentes básicos de la materia». La fabricación se convierte en una tecnología de la información, un mundo donde nos podemos enviar por correo electrónico las especificaciones del producto, y nuestras «impresoras de materia» de sobremesa los fabricarán.

—Así que lo que hace es sacar el modelo de fábrica de la Revolución Industrial, lo pone en mi ordenador de sobremesa, y entonces yo puedo programarlo para hacer cualquier cosa, ¿es eso? ¿Como una Revolución Industrial Dos Punto Cero, pero computable?

Eric se lo piensa un momento.

—Sí, creo que la comparación con la Revolución Industrial ofrece un marco muy pertinente, no solo por el modelo de fábrica sino también porque cuando uno cambia la forma en que se hacen las cosas, y por tanto lo que puede hacerse, tiene repercusiones profundas en todo.

Una de esas «repercusiones profundas» podría ser el fin del capitalismo. Pensaba que ya podía olvidarme de las comparaciones con *Star Trek* cuando cambiamos de mesa, pero si Eric tiene razón muchas de las ideas que Gene Roddenberry exploró en su emblemática serie de ciencia ficción podría acabar haciéndose realidad. El argumento vendría a decir: lo que pagamos por las cosas depende de dos factores principales, lo que cuesta hacerlas y lo escasas que sean. La nanotecnología tiene el potencial para propinar un golpe bajo e inesperado a ambos.

Con la nanofábrica de Eric, las materias primas son «cargas de alimentación» [*feedstocks*] químicas baratas. Elementos comunes como el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno, el oxígeno, el aluminio y el silicio parecen los mejores para construir la mayoría de las estructuras —vehículos, ordenadores, ropa y demás—, pues son ligeros y forman enlaces fuertes. Y, como afirma Eric, «dado que la tierra y el aire contienen esos elementos en abundancia, los precios de las materias primas pueden caer por los suelos».

En el futuro que imagina, los productos se ensamblan en nanofábricas que siguen programas, sin la intervención del trabajo físico humano, así que no hay que pagar salarios. ¿Que se necesita una mayor capacidad de producción?

Como la nanofábrica es programable puede construirse rápidamente una copia de la misma (con un coste mínimo). Entre otros productos que puede fabricar están, por descontado, los dispositivos para generar energía, como células solares de alto rendimiento, de manera que el coste de la energía se vuelve insignificante. Es un mundo en que casi todo es barato de fabricar a partir de materias primas abundantes. Y si llegamos a necesitar algún esotérico y escaso elemento, ¿no podemos fabricar un equivalente? La respuesta de Eric son naves espaciales nanofabricadas y baratas que extraen minerales del sistema solar. El cinturón de asteroides tiene recursos de metales raros que hacen que el complemento terrestre parezca media patata llevada a la fiesta de la cosecha.

—Es fantástico —digo—, pero ¿es posible?

Eric da una de sus respuestas precisas y muy documentadas (mi traducción va entre corchetes):

—Estoy estudiando los fenómenos que sabemos que existen en el mundo [se refiere a las leyes de la física, la química y la biología]..., todavía no sabemos cómo funciona todo eso, pero tampoco tiene por qué importar [los ingenieros no tienen por qué saberlo todo sobre la química de materiales para construir puentes]. Si se aplican grandes márgenes de diseño se consigue una imagen muy fiable de lo que puede conseguirse en el caso de que se dispongan de los recursos necesarios: tecnología, dinero, gente para montarlo. Aunque es un poco como los cohetes de Tsiolkovski: puede que estemos todavía muy lejos [se necesita un presupuesto de investigación *muy grande* y mucha paciencia].

De todo lo que he investigado hasta ahora, la nanotecnología es lo que parece más cerca de la esfera de la ciencia ficción. Y hay de hecho un subgénero de esta llamado «nano-punk» que juguetea en mundos futuros transformados por la nanoingeniería. José López, de la Universidad de Ottawa, señala que la ciencia ficción y la nanotecnología están íntimamente emparentadas, debido a la «radical orientación futurista» de la especialidad que, sostiene, «abre una brecha entre lo que es... posible hoy en día y sus promesas desproporcionadas para el futuro». Me sorprende que sea una opinión que Eric comparte hasta cierto punto.

—Si alguien intentara construir una nanofábrica hoy, diría que no tengo ni idea de qué creen que están haciendo. No tendría sentido. Sería como haber intentado recoger rocas de la luna cuando ni siquiera teníamos un satélite en órbita.

Ni tan solo dice cuándo va a suceder, solo que probablemente suceda.

Por el camino muchas cosas cambiarán. Ya están saliendo «nanoproductos» al mercado que, si hacen honor a su fama, podrían reconfigurar radicalmente industrias enteras. Incluso si estos productos de primera generación tienen que ver más con operaciones de *marketing* que con realidades útiles, la ciencia subyacente es seria, lo que sugiere que solo es cuestión de tiempo el que llegue a dar con el filón. ¿La primera víctima importante de la nanorrevolución?

Los productos de limpieza.

Tendemos a imaginarnos las células como cosas viscosas y semilíquidas que varían de forma según se mueven bulliciosamente unas alrededor de otras, pero no todas las células son así. Las diatomeas, unas algas unicelulares, tienen paredes celulares *duras* hechas de sílice (las formas habituales de sílice incluyen arena y cuarzo). Cuando las diatomeas mueren dejan unos diminutos esqueletos de cristal tambaleándose, en su complejidad y belleza. Estos esqueletos tienen dos partes, una encaja perfectamente sobre la otra, como las dos partes de una placa de Petri que los niños utilizan para coleccionar insectos. En las diatomeas, los lados de estas partes superpuestas contienen diminutos agujeros a escala nanométrica, y al mover esas dos partes sincrónicamente, una diatomea puede controlar el tamaño de su abertura hacia el mundo exterior, dejando así entrar lo que quiere (por ejemplo, moléculas de oxígeno), pero dejando fuera lo que no (como bacterias). Es la dura y cristalina nanomembrana lo que mantiene a salvo a la diatomea.

En los últimos años se han publicado muchos artículos sobre revestimientos de sílice fabricados artificialmente que imitan el mecanismo de defensa de las diatomeas. Como la pared celular de la diatomea, estos revestimientos contienen poros diminutos, de nanómetros, que mantienen a raya a las bacterias, la suciedad y los virus, mientras a la vez permiten respirar al material que hay por debajo. Estas cubiertas a su vez solo tienen cien nanómetros de grosor, lo que los hace invisibles aunque lo bastante flexibles para cubrir cualquier cosa, desde depósitos a tapas de depósitos. Las aplicaciones potenciales de este «cristal líquido» abarcan desde combatir las infecciones en los hospitales a mantener prístinos los monumentos, proteger contra la oxidación o conseguir que su ropa nunca se ensucie. Para limpiar cualquier cosa solo se necesitará agua. Adiós a los detergentes y a la mayoría de los productos de limpieza (y a una industria entera con ellos).

Este es solo un ejemplo entre cientos. De repente, veo la «mano de la nanotecnología» en todo.

Un equipo de la Universidad de California, por ejemplo, está trabajando en una técnica que manda anticuerpos para husmear células cancerígenas y luego las marca con una «nanoesfera» dorada. Cuando se exponen a una frecuencia determinada de luz infrarroja, las nanoesferas se calientan y, literalmente, cuecen las células cancerígenas hasta matarlas. Tras una inyección de los anticuerpos «podrías enviar a una persona a su casa, hacer que le apunten con un láser a la zona cancerosa del cuerpo durante un par de semanas, y curarla», afirma el profesor Jin Zhang. Eric Hoek y sus colegas del California Nanosystems Institute están trabajando en nuevas nanomembranas que podrían reducir el coste de desalinizar agua, resolviendo el problema de la escasez de agua dulce prevista. E investigadores del Water Institute de la Universidad de Stellenbosch de Sudáfrica han introducido carbono y nanofibras en bolsas de té corrientes para crear un sistema de filtrado en botella increíblemente barato que elimina los patógenos de las fuentes de agua sucia, una ventaja potencial para millones de africanos.

El uso de los nanomateriales está también a punto de generalizarse en la industria de la construcción para «posibilitar nuevas aplicaciones que van de la mejora de la resistencia estructural y la conservación de la energía a propiedades antimicrobianas y superficies autolimpiables», según un informe de la Universidad de Rice y la de California. En Grecia, el proyecto de Construcción Inteligente, Segura y Elegante (ISSB, en sus siglas en inglés) está desarrollando una casa para zonas sísmicas que utiliza nanomateriales para que reparen las grietas por sí solos: partículas de nanopolímeros que se vuelven líquidas cuando se las presiona, fluyen dentro de las grietas y luego se endurecen para acabar como material sólido.

Podría seguir. El Proyecto sobre Nanotecnologías Emergentes (una asociación entre el Woodrow Wilson International Center for Scholars y el Pew Charitable Trusts) publica un informe que recoge los productos de consumo basados en la nanotecnología. El listado incluye ya más de mil productos y crece cada día. Entre ellos: memorias y microprocesadores informáticos, numerosos productos de limpieza, vendas con barreras «antimicrobianas» nanotecnológicas, vehículos (desde coches a motos acuáticas y cochecitos de niños) y equipamiento deportivo con componentes ligeros pero resistentes, calcetines antiolor, dentífricos, filtros de aire, bronceadores con filtro solar, neumáticos blandos pero resistentes a los pinchazos, utensilios de cocina e instrumental médico «antibacteriano», suavizantes de ropa, pruebas de embarazo, cosméticos, ropa resistente a las manchas y mobiliario para mascotas, pintura duradera, ropa de cama, cuerdas

de guitarra que se mantienen como nuevas gracias a un nanorrevestimiento, electrodomésticos, un «agente que moja la tierra» y que permite que las tierras que antes eran yermas retengan el agua... y una desproporcionada cantidad (o eso me parece) de aparatos alisadores de pelo.

Otra nanotecnología prometedora es el «origami de ADN», que utiliza el ADN como *materia prima* para hacer nanoestructuras (es decir, se usa como *sustancia estructural* y no como almacén de información). El ADN es un buen material de construcción porque sabemos que encaja bien entre sí (las Aes se unen a las Ts y las Gs a las Cs). Paul Rothemund de Caltech utilizaba este enlace de dos sentidos como medio para grapar trozos de ADN entre sí de formas interesantes. Una de sus primeras demostraciones de esta técnica fue crear un mapa del continente americano unas doscientas billonésima parte de su tamaño real.

Pero hay aplicaciones más útiles que el «nanoarte de ADN». Un ejemplo es construir diminutas nanocajas con pestañas y «cerraduras moleculares» que podrían utilizarse para contener medicinas hasta que se entreguen a la célula apropiada, y luego liberarlas con devastadora precisión. En otro ejemplo, Rothemund y sus colegas utilizaron «grapas» de ADN para colocar algunos de estos maravillosos nanotubos de carbono en el lugar apropiado para formar un diminuto conmutador de circuito más pequeño aún que los que se encuentran en los microprocesadores modernos.

En mayo de 2010, unos químicos de la Universidad de Nueva York y de la china de Nanjing utilizaron esta técnica del origami de ADN para crear un taller de tamaño nanométrico con una cadena de montaje que podía ser seguida por un «ADN andante» que va recogiendo nanocomponentes a medida que se desplaza por la cadena. Cuando este ADN llega al final, ha sido completado, del mismo modo que el chasis de un coche lentamente se convierte en un coche a medida que recorre la fábrica de una punta a la otra.

También la industria de la alimentación está trabajando con empeño en la nanotecnología, buscando herramientas moleculares para detectar y tratar enfermedades de los cultivos y aumentar la capacidad de las plantas para absorber nutrientes. «En el futuro próximo habrá disponibles catalizadores nanoestructurados que aumentarán la eficacia de pesticidas y herbicidas, lo que permite usar dosis más pequeñas», concluía el informe de 2006 *Nanotechnology in Agriculture and Food* del Nanoforum financiado por la Unión Europea. En ese mismo informe, se aborda la idea de la alimentación interactiva, un producto que «permitirá a los consumidores modificar la comida dependiendo de sus necesidades o gustos nutricionales. El concepto es

que miles de nanocápsulas que contengan potenciadores del sabor o del color o con elementos nutricionales añadidos (como vitaminas) permanecerán latentes en la comida y solo se liberarán cuando quiera el consumidor». Otra idea es crear versiones saludables de bocados tradicionalmente poco saludables, como donuts, pretzels y tartas de queso, que sabrán tan mal como quieran pero contendrán unos niveles bastante bajos de grasa, sal y azúcar.

De manera que ahora *ya* hay una revolución nanotecnológica en marcha, aunque nada de eso se parezca, en este momento, a la revolución de sobremesa de Drexler. Y está desarrollándose rápidamente, hasta el punto de que un analista tan cauteloso como el profesor Richard Jones, un antiguo asesor de nanotecnología del gobierno británico, y autor de *Soft Machines: Nanotechnology and Life*, reconoce:

El impacto principal de la «nanotecnología»... será la reducción del coste de la mayoría de los productos manufacturados. Esto ya está pasando con bienes electrónicos (televisores, ordenadores personales, equipos de música, etc.). Esta misma progresión es probable que se dé en productos biomédicos y también los manufacturados más habituales (coches, casas, etc.).

En dos palabras, la nanotecnología es el futuro de la fabricación. A no ser, claro, que todos acabemos devorados por la Plaga Gris [*Grey Goo*].

¿La Plaga Gris? En serio. Uno no puede hablar de nanotecnología sin que alguien acabe mencionando tarde o temprano esta particular versión del Día del Juicio Final. Porque en *La nanotecnología...*, Drexler imagina unos nanodispositivos diminutos diseñados atómicamente llamados «replicadores» que llevan un programa que les ordena crear continuamente más versiones de sí mismos:

[...] el primer replicador ensambla una copia de sí mismo en mil segundos, los dos replicadores construyen entonces dos más en los siguientes mil segundos, esos cuatro construyen otros cuatro, y los ocho construyen otros ocho. Al cabo de diez horas, no hay 36 nuevos replicadores, sino más de 68 000 millones. En menos de un día, pesarían una tonelada; en menos

de dos días, sobrepasarían el peso de la tierra; en otras cuatro horas, excederían la masa del Sol y todos los planetas juntos.

El análisis que se popularizó de esa imagen concluía que seremos rebasados y devorados por billones de diminutos robots mecánicos, que no tienen por qué ser ni grises ni viscosos, pero el nombre hizo fortuna. Y ciertamente, *La nanotecnología...* está lleno de sombrías advertencias («Peligrosos replicadores podrían fácilmente ser demasiado resistentes, pequeños y propagarse tan rápido que sean imposibles de parar..., ya tenemos bastantes problemas para controlar virus y moscas de la fruta»). Drexler insinúa que una estrategia de «esperar a ver qué pasa» podría «costar muchos millones de vidas, y tal vez suponer el fin de la vida en la tierra», convirtiendo nuestro futuro en algo «emocionante y breve».

Pero su motivación para plantear la cuestión de la Plaga Gris fue, según me cuenta, un simple «deber cívico»: un aviso para que todos nosotros estemos atentos por si alguien intentara crear deliberadamente algo parecido a una Plaga Gris. Al conocer a Eric he tenido la nítida impresión de que no es precisamente una persona sensacionalista. Su catálogo de las ventajas y desventajas potenciales de la nanotecnología es sencillamente eso, un catálogo con muy poca carga emocional añadida a cualquier entrada. Esas afirmaciones son tan polémicas o emotivas para él como «el té está ahora más fuerte que de costumbre». Otra gente (comprensiblemente) no se lo toma así. En un duro intercambio público de cartas con Drexler, Richard Smalley, el químico ganador del Nobel y famoso por su trabajo sobre los nanotubos de carbono escribió:

Usted y la gente de su entorno han asustado a nuestros hijos. No espero que se detenga, pero sí que otros miembros de la comunidad química se unan a mí para encender la luz y mostrar a nuestros hijos que, aunque nuestro futuro en el mundo real esté lleno de desafíos y haya riesgos reales, nunca existirá un monstruo parecido al nanobot mecánico autorreplicante de sus sueños.

Le pregunto a Eric por qué la idea de la Plaga Gris ha tenido tal repercusión.

—Por dos razones —responde—. La primera es que utilicé una analogía biológica y en biología tienes pequeñas cosas que construyen otras cosas como ellas. La Plaga Gris tiene sentido intuitivamente, aunque no lo tenga científicamente. —La razón es que toda autorreplicación (incluida la que

realizan las células) requiere algún método de recogida de materias primas. Si dejas de comer y de respirar tus células pronto dejarán de dividirse. Así que para que cualquier nanomáquina se autorreplique necesitaría tener la capacidad no solo de encontrar continuamente materias primas sino también de liberarlas de aquello de lo que formen parte. Esto se explicita ya incluso en las páginas de *La nanotecnología...*: el escenario en que los replicadores «exceden la masa combinada del Sol y todos los planetas» los sitúa «flotando en una botella de sustancias químicas» y su dominio solo será factible «si la botella de sustancias no se hubiera quedado seca mucho tiempo antes».

¿Y la segunda razón?

—La Plaga Gris es un buen cuento de miedo, siempre que dejes aparte la ciencia.

De hecho, la novela que publicó Michael Crichton en 2002, *Presa*, es una versión de este cuento, en el que modela radicalmente la ciencia al servicio del drama.

—Pero si quiere un sistema que fabrique cosas observe una planta de automóviles —dice Eric—. ¿Puede esa fábrica crear otra fábrica de automóviles? No, ni remotamente. Y un automóvil tampoco puede fabricar otro automóvil. ¿Hay de hecho algún sistema autorreplicante en una caja? ¿Se ha planteado alguien hacerlo? No. Porque no hay motivación. No funciona como modelo de fabricación porque hace que todo sea asombrosamente ineficaz.

Entonces Eric me mete en la cabeza una de las imágenes más extrañas que podría imaginar en este viaje.

—Es difícil diseñar un coche que se quede embarazado y se replique —dice—. Es un difícil desafío para la ingeniería. Sería extraordinariamente complicado, no hay ninguna razón para hacerlo y el resultado sería muy ineficiente.

El mundo no está hecho para acoger máquinas autorreplicantes imparables (a ninguna escala) más de lo que lo está para acoger una cepa maligna de amebas que se disparen fuera de control y devoren el resto de vida en la tierra.

Al pensar ahora en la Plaga Gris, afirma que la idea es «estúpida» y me da la impresión de que preferiría no haberla mencionado nunca. Irónicamente, el acto de autorreplicación más peligroso de la Plaga Gris ha sido como idea, una idea que ciertamente contribuyó a que Eric pasara una temporada apartado por el *establishment* científico.

La especialidad se dividió cuando anteriores entusiastas de la idea se volvieron contra Drexler. Richard Smalley (que acusó a Drexler de asustar a los niños en 2003) admitió que la lectura de *La nanotecnología...* «fue el acontecimiento desencadenante que inició mi propio viaje por la nanotecnología... [pero] al cabo de un tiempo creí descubrir lo que me parecían problemas. Cuanto más lo pensaba, más me molestaban. Al final acabé pensando que era inútil».

En la raíz de la postura antidrexleriana está lo que los químicos saben sobre cómo encajan las cosas a nivel molecular. Señalan que cuando se desciende a la nanoescala hay una refriega confusa de reacciones químicas naturales, en las que moléculas y átomos se atraen y se repelen, y colisiones físicas fuera de control (para los nanoelementos una mota traviesa de polvo es como un iceberg miles de veces más voluminoso que el que hundió el *Titanic*). Aunque la nanotecnología ciertamente ha desarrollado la nanofabricación, sobre todo en la forma de células, ha tenido que hacerlo dentro de los límites que permite la química. Si se intenta ir demasiado lejos en contra de esos límites, la química empezará a llamar a la puerta. Cada átomo interactúa con todos los demás, incluidos aquellos que constituyen la nanofábrica de Drexler. Para los críticos químicos, la nanoescala se parece demasiado al caótico y violento baile de unos *heavies* en una actuación de una banda de *death-metal* para ser un lugar adecuado donde construir una cadena de montaje.

Eric contrarresta:

—La gente dice que uno no da importancia al hecho de que estas sustancias moleculares van siempre juntas. Bien, eso es como decir que alguien que diseña aviones no tiene en cuenta la gravedad. Es una parte fundamental del problema. —Esa es la premisa de *Nanosystems* donde aborda una buena cantidad de cuestiones de esa «enrevesada química». Y este, también, es un libro que ha recibido duras críticas. Julius Rebek, un profesor del Scripps Research Institute de San Diego y, según reconocen todos, un químico serio, ha afirmado que secciones enteras de *Nanosystems* «no son ciencia» sino «espectáculo». No era esa la primera vez que Rebek criticaba las credenciales científicas de Drexler. De la tesis doctoral de Eric en el MIT, había comentado: «Mostraba un desdén absoluto hacia la química. Y la parte sobre mecanosíntesis que vi en esa tesis bien podría haberla escrito alguien que hubiera tomado ciertas sustancias». Buf.

Una voz más mesurada es la del profesor Richard Jones, citado más arriba, que afirma que *Nanosystems* es «un libro cuidadosamente escrito», que

«las propuestas de Drexler de una nanotecnología radical no infringen de manera obvia las leyes de la física», pero que «muchas de las propuestas expuestas en *Nanosystems* no están resueltas del todo y muchos componentes y mecanismos vitales se quedan en el nivel de “cajas negras”». En el restaurante Hobe's, Eric está de acuerdo.

—Lo que digo es: así se piensa en la actualidad que debe organizarse un sistema de fabricación molecular. Y sí, todavía es un boceto. Queda bastante trabajo de ingeniería por delante... Fíjate que dediqué *Nanosystems* «A los experimentadores, los ingenieros y creadores de *software*», ellos se encargan de lo difícil.

Es un debate conocido, el de la ciencia versus la ingeniería. Los científicos tienden a querer saberlo todo. Los ingenieros quieren saber lo necesario para seguir construyendo. Como dijo Eric, no se trata de que «haya algunas cosas que no funcionan», sino de que «haya las suficientes que sí lo harán».

Sin embargo, tras un largo tiempo en un cajón, la idea de la nanofactoría de Drexler iba a vivir un renacimiento parcial. En 2006, un informe conjunto de la National Academy of Sciences, la National Academy of Engineering y The National Research Council concluía que «los procesos de fabricación con cierta capacidad para modelar estructuras con precisión atómica» podrían ser posibles algún día y que la investigación de la fabricación programable a escala molecular debía ser estimulada con cierta cautela.

Los últimos párrafos de ese informe están redactados cuidadosamente, señalando que el rendimiento futuro de muchos componentes teóricos de la fabricación molecular no puede ser «predicho con fiabilidad en este momento». No obstante, deja bien claro que la viabilidad teórica de un sistema del tipo que propone Drexler está fuera de toda duda. Para corroborarlo citan al ya conocido maestro de escuela ruso aficionado a los cohetes. «Este trabajo está en la actualidad fuera de la corriente principal tanto de la ciencia convencional (pensada para buscar nuevo conocimiento) como de la ingeniería convencional (concentrada por lo general en el diseño de cosas que puedan construirse más o menos inmediatamente). Se encuentra, más bien, en la tradición del análisis visionario de la ingeniería como se demuestra en el libro *La exploración del espacio cósmico por medio de motores de reacción* de Konstantin Tsiolkovski», publicado en 1903.

En otro lugar apunta que la nanofabricación programable puede emerger algún día. Casi veinte años después de que Don Eigler anunciara que había

trazado un logo de IBM con átomos de xenón, los investigadores del mismo laboratorio (junto con la universidad alemana de Regensburg) descubrieron las fuerzas necesarias para manipular átomos específicos sobre superficies específicas. «Este resultado proporciona información fundamental sobre la fabricación a escala atómica y puede alisar el camino hacia nuevas formas de almacenamiento de datos y dispositivos de memoria», dijo el investigador de IBM Andreas Heinrich. «Nuestra misión es crear los cimientos para lo que algún día se llamará compañía de nanoconstrucción IBM».

Supongamos por el momento que la ambición de Eric es posible, que en cierto momento del futuro llegará la nanofábrica. Las implicaciones son enormes. Los humanos ya no tendrán que hacer cosas físicamente. La fabricación será una profesión centrada solo en el diseño. Lo que usted pueda imaginar (dentro de las leyes de la física) podrá hacerse, incluidas máquinas que generen una energía limpia y libre, y ordenadores con un poder de cálculo que parecerá casi mágico, millones de veces más rápidos y millones de veces más eficaces energéticamente que sus homólogos actuales. La capacidad de fabricación será, en esencia, ilimitada. Los nuevos productos podrán tener prototipos en cuestión de días, no de años. Las ideas se materializarán. No nos faltará de nada.

Pero de nuevo, ahí está también la posibilidad del fin del mundo. Hay al menos cinco versiones de un apocalipsis causado por la nanotecnología.

1. *Hundimiento de la economía.* Una nación consigue la nanofábrica antes que las demás. De la noche a la mañana, deja de necesitar comprar mucho. Por ejemplo, EE. UU. deja de comprar bienes en el extranjero. Las economías que dependen del comercio con Norteamérica caen en picado, desencadenando una crisis económica global.

2. *Carrera de armamentos nanotecnológicos.* Las naciones, aterrorizadas ante la amenaza que suponen potencias extranjeras que podrían poseer esta tecnología antes que ellas, se apresuran a producir su propia versión, impulsadas por los mismos deseos que desembocaron en la proliferación de armas nucleares. Una vez más, la Destrucción Mutua Asegurada, con poderosas armas nanodiseñadas, está sobre la mesa y el mundo vive con miedo a, o peor, sufre, una nanoguerra total.

3. *Bienvenido otra vez Hitler.* En la conferencia Global Catastrophic Risks de 2008, Mike Treder, cofundador del Center for Responsible Nanotechnology, dijo: «Si uno puede hacer cualquier producto que quiera en la mesa de su casa, ¿qué ocurre con toda la gente cuyos empleos consisten en

encontrar materias primas, manufacturar esos productos, distribuirlos — transporte, almacenamiento, venta al por mayor y al detalle—, toda esa gente que podría quedarse sin trabajo algún día...? Tal alteración social puede dejar un vacío que permita hacerse con el poder a una personalidad carismática. Hemos visto cómo sucedía en el pasado... y podría conducir a una situación de tiranía global».

4. *La democratización de la violencia*. Mike Treder de nuevo: «[Podría permitir que] grupos reducidos o incluso individuos [manejen] mayor poder destructivo. Si una tecnología estuvo alguna vez preparada para eso, es esta». Unos locos ideologizados tendrían la capacidad de matar a un montón de gente porque su nanofábrica puede manufacturar armas de potencia de destrucción inimaginable.

5. *Estado policial*. La nanotecnología permite que le vigilen sin que usted lo sepa. Mil millones de cámaras ocultas, micrófonos y dispositivos de seguimiento podrían utilizarse para vigilar y luego eliminar a una población entera. Este es el desastre «favorito» de Eric.

—De eso debería tener miedo la gente —me dice—, no del terrorismo sino de la capacidad de *eliminar cualquier cosa que se parezca al terrorismo*.

Y, por descontado, todas esas posibilidades podrían combinarse de alguna forma inimaginable. El hundimiento económico global producido por la nanotecnología y la alteración social que llevan al poder a dictadores que heredan los frutos de la carrera de armas nanotecnológicas y la vigilancia minuciosa. Nos instalamos en un mundo de miedo y control continuos.

Ay, Dios.

El problema de todos estos escenarios futuros posibles es que, naturalmente, se basan en nuestra concepción de la historia. Estamos utilizando una lente afinada en el pasado para mirar hacia el futuro. Pero en el caso de una revolución de la nanofábrica, la lente sencillamente no sirve. No puede ayudarnos a contemplar un mundo sin ninguna clase de escasez porque nunca hemos vivido en uno. Si aprendemos a controlar la materia del modo que sugiere Eric, estamos realizando un cambio tan fundamental como el que realizaron nuestros ancestros primates cuando se les ocurrió la idea de utilizar herramientas. Tan primitivo como nos parece ahora a nosotros el usar una mandíbula a modo de mazo, les parecerá a nuestros descendientes (o a nosotros mismos, si llega lo bastante pronto) la fabricación industrial. Y cualquier nanoapocalipsis que imaginemos utilizando nuestra vieja lente está igualmente desvirtuado.

Dos cosas parecen claras. Primero: la Nano Revolución no será propiedad exclusiva de una nación. La nanotecnología ya es una disciplina internacional. Los ejemplos de estas páginas proceden de Asia, Estados Unidos y Europa. Hay iniciativas nanotecnológicas y centros especializados en Oriente Medio, la India y Sudamérica. No hay ningún grupo dominante. Segundo: no ocurrirá de la noche a la mañana. Mientras escribo, ha pasado casi un cuarto de siglo desde que Drexler expuso su idea en *La nanotecnología...*, y hasta el propio Eric admite que cualquiera que intentara construir hoy una nanofábrica estaría totalmente perdido. Del mismo modo que Konstantin Tsiolkovski y sus cohetes en 1903, estamos todavía muy lejos de disponer de los conocimientos de ingeniería que nos permitan dar el paso. La nanotecnología irá entrando en nuestras vidas por acumulación. El mundo no se cambia de la noche a la mañana.

Al considerar estas dos observaciones conjuntamente resulta difícil imaginar tanto un hundimiento económico causado por la nanotecnología como un escenario donde una nación consiga la nanofábrica y a continuación o bien elimine todo el conocimiento (en todo el mundo) relacionado con el desarrollo de la misma o bien utilice la tecnología para eliminar/invadir otros territorios lo bastante rápido para imponer una especie de orden draconiano. La otra razón por la que cuesta imaginar una guerra desencadenada por la nanotecnología se responde cuando uno se plantea la pregunta «para empezar, ¿por qué vamos a luchar?».

La teoría más convincente que he encontrado se relaciona con la «capacidad de carga» de la tierra, algo que el propio Eric mencionó durante nuestra conversación. Los seres humanos tienen la costumbre de sobreexplotar su entorno natural y, cuando lo hacen, empiezan a competir por lo que se ha convertido en recursos limitados. Queremos más tierra, alimentos, minerales, mano de obra o combustibles, y de repente no hay suficiente. Las naciones intentan asegurarse los recursos suficientes y eso a veces significa arrebatárselos a otros. A medida que crece la población tenemos dos posibilidades: encontrar un modo de aumentar la capacidad de carga del medio, o luchar (justificándolo con alguna forma de ideología).

Pero ¿qué tiene esto que ver con la nanotecnología? El mismo Stewart Brand que sugirió que los impactos de la nanotecnología serían «revolucionarios al cuadrado» propone un enlace en su libro *Whole Earth Discipline: An Ecopragmatist Manifesto*:

Sin embargo, la paz puede imponerse cuando la capacidad de carga del medio se eleva de repente, como con la invención

de la agricultura, o con la creación de una burocracia eficiente, o con el comercio remoto o las invenciones tecnológicas.

La nanotecnología puede aumentar potencial (y radicalmente) la capacidad de carga y, de manera crucial, la distribución de los recursos porque todo el mundo tiene las materias primas necesarias para elaborar lo que necesite, incluido el alimento.

Y, como sostiene Eric, a la misma velocidad a la que la nanotecnología nos ofrece armas más innovadoras, nos da también razones para no utilizarlas: «Los guiones del futuro en el que la motivación sea ganar recursos son incoherentes». Afirmación que hace difícil imaginar el Apocalipsis Nanotecnológico 3 (*Bienvenido otra vez, Hitler*). Los dictadores necesitan desigualdades con las que vender sus ideologías, pero la tecnología tiende a reducir la desigualdad. Es igualmente válido sostener que el mayor riesgo para la sociedad no es *no conseguir* la nanofábrica, sino *no lograrla lo bastante pronto*.

Al reflexionar sobre las otras dos preocupaciones —la vigilancia ubicua y el poner un gran poder de fabricación de armamento en manos de idiotas— me he retrotraído a Harvard, donde George Church hablaba sobre el poder de la biología sintética y la necesidad de un movimiento liderado por científicos para supervisar y conceder autorizaciones de uso. La nanotecnología es una ciencia más joven y acaba de despertar a la necesidad de crear un marco regulador y ético que nos permita disfrutar de sus beneficios, pero nos evite sus trampas. La regulación tiende a despegar después de que hayamos sufrido unos cuantos accidentes y desgracias; y la nanotecnología, como la biología sintética, padecerá su porción correspondiente de los mismos.

La «buena» noticia es que esos primeros accidentes serán tanto un reflejo del avance de la tecnología como de su éxito. No hay la menor posibilidad en un futuro inmediato de que su desquiciado compañero de piso se haga con una nanofábrica y volatilice al vecindario con una nueva nanoarma.

En cuanto a la ubicua nanovigilancia, existe un agujero negro en la legislación que necesita ser subsanado a medida que madure la tecnología. Dicho esto, lo más probable es que las tecnologías de la vigilancia y la contravigilancia se desarrollen a la par. Hoy ya puede comprar escáneres de cámaras antiespía baratas que le permiten saber si hay algún dispositivo transmitiendo señales de cámara inalámbricas cerca de usted y descubrir dónde está (sea mediante el rastreo de su señal o utilizando LED para descubrir el centelleo de lentes de cámaras ocultas).

Por tanto, tengo la sospecha de que la nanotecnología seguirá el ejemplo

de la biología sintética. A medida que la ciencia se va haciendo más «real», la normativa irá evolucionando también, y alguna gente morirá porque no resolvimos todos los peligros de antemano.

¿Tiene Eric idea de cuándo deberíamos empezar a preocuparnos por la legislación? ¿Cuánto falta para la revolución de la nanofábrica?

—No estoy en absoluto dispuesto a hablar de marcos temporales —dice—; lo que sí diré es que tenemos el conocimiento científico y las herramientas necesarias, de manera que con mucha creatividad podemos superar *algunas* de las dificultades de diseño y utilizar moléculas en el futuro próximo.

En otras palabras, yo no esperaré sentado.

Pero en cierto sentido no importa que tenga o no razón. En un *post* de un *blog* titulado «Aunque Drexler se equivoque, la nanotecnología tendrá repercusiones de largo alcance», Richard Jones afirma:

Los seguidores de Drexler corren el peligro de encontrarse negando el impacto potencial de la nanotecnología corriente y evolutiva debido a su devoción a la imagen del único y verdadero camino de la nanotecnología... Sería irónico que, dentro de treinta años, los *drexleritas* se encontraran esperando una revolución que ya ha tenido lugar.

Probablemente esté en lo cierto. Aunque no lleguemos a la nanofábrica, la nanotecnología seguirá aprovechándose en la producción de energía y de alimentos y para crear nuevos materiales. La revolución nanotecnológica ha empezado. Y, como afirma Jones: «Tal vez deberíamos agradecerle a Drexler el habernos alertado sobre las posibilidades generales de la nanotecnología, aunque reconociendo que las trayectorias de las nuevas tecnologías pocas veces constituyen el camino de rosas imaginado por sus pioneros».

Drexler, en este libro, será recordado como un soñador, más aún, como un visionario: el hombre que echó a rodar la bola de la nanotecnología. Y solo con eso ya podría considerar realizada su ambición de «salvar el mundo». En el futuro inmediato, la nanotecnología parece preparada para apuntalar revoluciones en la producción de energía, la medicina y la higiene. Y tiene un potencial muy real para hacer que nuestro mundo sea más barato, más saludable, más sostenible y mucho más limpio.

Capítulo 7

El chico más corpulento y abusón del barrio

Tras echar un vistazo a este planeta, cualquier visitante del espacio exterior diría: «Quiero ver al director».

WILLIAM S. BURROUGHS

Viajo en un tren que en ocho horas me llevará a lo más profundo del desierto californiano. Mientras voy dejando atrás el paisaje, percibo cómo mi mente se esfuerza para acomodarse a la idea de sociedades remodeladas por la nanotecnología. Una vez más, compruebo que las ideas que tenía desde hace mucho sobre lo que es el mundo y lo que podría ser se ven cuestionadas. Es estimulante, pero agotador. Apenas he realizado la mitad de mis viajes y ya siento que necesito unas vacaciones.

Pero los descubrimientos alucinantes distan de haber terminado. Mi siguiente parada cuestionará incluso la idea de lo que pueden ser unas vacaciones... Me voy fuera del planeta. Que es lo que me trae a una ciudad del desierto y al salón de un bar de carretera. Ozzy Osbourne suena muy alto en la jukebox, demasiado para que pueda concentrarme en mi libro. No hay ventanas. Al acabar de comer, encuentro sitio en la barra. Ozzy no es tan molesto aquí. Hay otros dos clientes, silenciosos. Pido una cerveza y empiezo a leer.

—Nunca había visto a nadie con un libro aquí —dice el más corpulento de los parroquianos. Me da la sensación de que este no es el tipo de bar que celebra reuniones filosóficas semanales.

—No tengo por qué leer —le digo volviéndome hacia él—. Charlemos.

Viajar solo da ganas de hablar.

—¿Vive aquí? —pregunto.

—¿En el bar?

—No, en Mojave, en la ciudad.

—Claro —responde y se queda callado, con expresión reflexiva, sobre su cerveza.

—¿Y ha nacido aquí? —pregunto, perseverante.

—No, acabo de mudarme de Los Ángeles.

—Eso sí es un cambio.

Ha de decirse que Mojave no es precisamente una metrópolis próspera. Es poco más que una calle con un McDonald's, un Carl's Junior, un Burger King, un Denny's, una gasolinera y un puñado de moteles. En cuanto a la vida social, la tengo delante.

—¿Por qué se mudó? —pregunto.

—Aquí hay menos problemas —dice con convencimiento.

—¿Tenía problemas en Los Ángeles?

—Estaba en la cárcel.

Ahora lo entiendo. Estoy en una película de carretera de los años setenta. En cualquier momento, Clint Eastwood entrará y habrá un tiroteo. Yo me esconderé detrás de la barra mientras las balas hacen trizas las botellas de encima.

—¿Puedo preguntarle por qué estaba en la cárcel? —inquiero, procurando no sonar desconcertado.

El tema de la violencia parece disparar un poco su locuacidad.

—Intento de asesinato. Le rompí la crisma a uno durante un robo.

Que yo sepa, es la primera persona que conozco que ha estado en la cárcel por intentar matar a alguien. Clint se retrasa, ¿dónde está Clint?

—Necesitaba el dinero para drogas —me explica, cada vez más animado con el tema—. Ya las he dejado. En Mojave hay muchas menos drogas.

Para ser sinceros, en Mojave hay mucho menos de todo, con una notable excepción. Poco más de cien años antes de mi viaje a esta ciudad en el corazón del desierto de California, dos hermanos eligieron una ubicación igualmente remota —Kitty Hawk, en Carolina del Norte (casi a cinco mil kilómetros al este de aquí)— para probar sus nuevas máquinas. El relativo aislamiento les libraba de las miradas fisgonas de periodistas y competidores. No eran ricos ni estaban subvencionados por el gobierno, pero lo que hicieron cambió el mundo. Los hermanos en cuestión eran los fabricantes de bicicletas Wilbur y Orville Wright quienes, avanzado el año 1903, consiguieron hacer realidad el vuelo impulsado y controlado. He venido a Mojave a conocer a algunos de sus equivalentes modernos.

El 12 de abril de 1961, el cosmonauta ruso Yuri Alexéyevich Gagarin se convirtió en el primer hombre en orbitar nuestro planeta; su logro formaba parte de la carrera espacial entre «superpotencias» geopolíticas que ha marcado la pauta de los vuelos espaciales humanos desde entonces. Las misiones espaciales en las que viajan humanos son una cuestión de orgullo nacional y de ego, al alcance tan solo de una minoría de elegidos. En los casi

cincuenta años transcurridos desde el vuelo de Gagarin, menos de 550 personas han tenido la oportunidad de seguir su ejemplo.

En 1968, la película *2001, una odisea del espacio* imaginaba misiones tripuladas a Júpiter, hoteles en órbita y una industria aeroespacial que parecía una extensión del negocio de la aviación. En aquel momento, parecía una predicción razonable. Aquel mismo año, mientras Frank Borman, James Lowell y William Anders orbitaban la luna en el Apolo VIII, la compañía aérea Pan American empezó a confeccionar listas con nombres de pasajeros para vuelos comerciales a la luna. ¿Por qué no? Al fin y al cabo, solo transcurrieron treinta y seis años entre el invento de los Wright y la oferta de la Pan Am de un servicio de pasajeros transatlánticos entre Nueva York y Marsella. Pero Pan Am quebró en 1991, dejando 93 000 nombres inscritos en su lista de reservas a la luna.

Paradójicamente, las causas últimas de nuestro fracaso para abrir el espacio son las mismas que llevaron a nuestro temprano éxito traspasando la línea de Kármán (el punto en el que el aire se vuelve demasiado fino para que vuele un avión normal, a partir de ahí se necesita una nave espacial). La carrera espacial no estaba impulsada por el deseo de Rusia o de Estados Unidos de descubrir nuevas posibilidades tecnológicas, comerciales o humanas. Era una pelea de gallitos militarista.

—El Apolo no se diseñó para abrir el espacio, se diseñó para hacernos parecer el chico más corpulento y abusón del barrio —dice Rick Tumlinson, cofundador de la Space Frontier Foundation, que cree que es posible lograr la «colonización e industrialización a gran escala del sistema solar interior en el plazo de una o dos generaciones», una ambición que, según esa fundación, ha sido asfixiada por un «programa espacial exclusivo del gobierno de EE. UU., centralizado y planificado».

Para Tumlinson, nuestro fracaso para dar acceso generalizado al sistema solar se debe a la política, no a que no sea posible. Desde las misiones Apolo, la NASA ha dominado el debate y la imagen popular del espacio, y reforzado la noción de que el vuelo espacial humano es tan oneroso y arriesgado que solo puede realizarse con ingentes cantidades de financiación pública. Según sus propios cálculos, el coste medio del lanzamiento del transbordador espacial «es de unos 450 millones de dólares por misión».

La exploración espacial se convirtió en el paradigma de los excesos de la vanagloria en un mundo turbulento. Y no es que no haya habido beneficios tangibles para la humanidad. La explotación de las estrellas ha permitido una mejor comprensión de nuestros sistemas climáticos. Ha ayudado a reducir

nuestro consumo de combustibles fósiles gracias a la existencia de itinerarios fijados por GPS; ha reforzado las redes de comunicaciones globales; y el desarrollo de nuevos fármacos y materiales ha sido consecuencia directa de experimentos realizados en un ambiente de baja gravedad. Pero para la mayoría de la gente, y de los gobiernos, la etiqueta del precio y sus recompensas no guardan una relación demasiado directa.

Pero ¿qué pasaría si el acceso al espacio se abaratara radicalmente y empezara a ofrecer beneficios económicos a ojos del mundo? Por ejemplo, la luna es una fuente abundante de Helio-3, una forma no radiactiva del helio que ha sido propuesta como combustible nuclear limpio. El cinturón de asteroides está literalmente inundado de minerales preciosos. ¿Y si pudiéramos acabar de una vez con buena parte de la escasez de recursos explotando las rocas inertes del sistema solar? En 2001, la misión de la NASA Near-Earth Asteroid Rendezvous (NEAR) [Encuentro con los asteroides cercanos a la tierra] se posó en el asteroide Eros. El análisis del pedazo de roca, de treinta y cuatro kilómetros de largo, once de ancho y otros ocho de grosor, reveló que contenía «metales preciosos que valían al menos veinte billones de dólares». (Por descontado, si todos esos minerales llegaran a la tierra algún día inundarían los mercados, con lo que la valoración de veinte billones se desplomaría; aun así, hay todavía mucho dinero potencialmente en la explotación minera del espacio).

Otros sugieren que si pudiéramos conseguir que más líderes mundiales contemplaran la tierra desde el espacio, se volverían medioambientalistas y comprenderían el valor de una mayor cooperación entre naciones. El astronauta del Apolo XI Mike Collins dijo: «La sensación más intensa que tuve al contemplar la tierra fue: Dios mío, esa cosita es tan frágil ahí fuera», mientras que el tripulante del Apolo VIII Frank Borman contó a *Newsweek* que, tras ver la tierra, volvió a casa con la idea de que «este es en realidad un único mundo y ¿por qué demonios no aprenderemos a convivir como gente decente?».

Para otros, la cuestión del espacio tiene que ver con la supervivencia. Dentro de unos miles de millones de años la tierra se consumirá cuando el sol se convierta en una supernova. Pero ya mucho antes de eso existe la posibilidad de que suframos un cataclismo, como el asteroide que aniquiló a los dinosaurios. El escritor de ciencia ficción Larry Niven dijo en una ocasión: «Los dinosaurios se extinguieron porque no tenían un programa espacial. Y si nosotros nos extinguimos por no tener uno, nos lo mereceremos». (En junio de 2010, la NASA anunció que su telescopio

espacial Kepler había encontrado candidatos para setecientos seis planetas similares a la tierra después de analizar ciento cincuenta y seis mil estrellas en un único tramo del firmamento).

Pero, sea cual sea su opinión sobre las razones posibles para ir al espacio —sea para buscar recursos o para despertar la conciencia medioambiental—, el punto de fricción es el coste. He venido a Mojave a reunirme con los emprendedores y los ingenieros que esperan resolver ese problema.

El rótulo reza «Mojave Air and Space Port» [Centro Aéreo y Espacial de Mojave]. Pero si eso le evoca imágenes futuristas de torres resplandecientes, piénseselo mejor. El centro espacial es un extenso polígono industrial poblado de naves y fábricas anodinas. Si se le considerara un aeropuerto, sería de los más destartados.

Pese a ello, fue aquí donde la compañía Virgin Galactic, de Richard Branson, dio titulares en 2004 con el lanzamiento del SpaceShipOne, ganando así los diez millones de dólares del Ansari X Prize for Spaceflight, que se concedía a la primera nave comercial capaz de llevar a tres personas más allá de la línea de Kármán y devolverlas a la tierra dos veces en catorce días. Según los rumores, el coste total del *desarrollo completo* de este proyecto se situó entre veinte y treinta millones de dólares, lo que, tal como va la historia de los vuelos espaciales tripulados por humanos, es calderilla. Y también lo es con relación a la aviación, si se tiene en cuenta que el precio de catálogo del Airbus A380 (de los cuales Virgin Atlantic ha encargado seis) es de 330 millones de dólares.

Hay que decir que el SpaceShipOne era un vehículo «suborbital» que solo hacía viajes cortos al espacio, pero aun así el precio fue increíblemente bajo. Lo construyó Scaled Composites, cuyas actividades tienen su sede en Mojave. Ahora están trabajando en una pequeña flota de su sucesor, SpaceShipTwo, que llevará a seis pasajeros en vuelos de dos horas más allá de la troposfera a cambio de unos bonitos 200 000 dólares el pasaje. Y Scaled Composites no es el único diseñador y constructor de naves espaciales comerciales ubicado en Mojave. También pasé por delante de los hangares de Masten Space Systems y XCOR Aerospace.

El consejero delegado de XCOR, Jeff Greason (con el que me reuniré más adelante) formó parte de la Comisión Augustine de 2009 que revisó el funcionamiento del programa espacial estadounidense. Su informe defendió una asociación más fuerte entre la NASA y operadores privados de vuelos espaciales. Greason comentó que sus hallazgos se alejaban de los de

comisiones presidenciales anteriores sobre el futuro de la exploración espacial de EE. UU. no porque recomendara algo radicalmente distinto sino porque «alguna gente sí que le hizo cierto caso esta vez». Sin duda, esto se debe en parte a la fecha de jubilación del transbordador espacial en 2011. Sin ningún vehículo de lanzamiento que lo reemplace en un futuro inmediato, la NASA debe buscar proveedores comerciales para poner su *hardware* y sus astronautas en órbita (aunque solo sea para dotar de personal a la Estación Espacial Internacional). Otra razón fue que el SpaceShipOne dio una prueba real de un vuelo espacial comercial barato.

En la última década han aparecido inesperadamente varias compañías de vuelos espaciales comerciales, la mayoría financiadas por multimillonarios que buscan un nuevo reto y/o alimentar su ego. Algunas están empezando a hacer un buen negocio. La compañía con sede en Los Ángeles SpaceX (fundada en 2002 por el creador de PayPal Elon Musk) ya ha conseguido contratos de lanzamiento de la NASA y de promotores de satélites comerciales. La compañía afirma que ha desarrollado todo el *hardware* de vuelo para su cohete orbital Falcon 9, la nave espacial Dragon que se ha diseñado para situarse encima, así como tres zonas de lanzamiento por menos del coste de una sola de las torres de lanzamiento de la NASA..., y todo eso mientras obtenía beneficios. Espera transportar pasajeros a la Estación Espacial Internacional en los próximos años.

Otras de las nuevas empresas se interesan más por la vida en el espacio. El empresario hotelero Robert Bigelow ya tiene dos hábitats de prueba «inflables» dando vueltas alrededor del planeta y espera crear una cadena de hoteles espaciales y residencias comerciales en el espacio, sobre la superficie lunar y, con el tiempo, en Marte. Antes de salir para Estados Unidos, pasé una tarde alucinante con Xavier Claramunt, de la empresa con sede en Barcelona Galactic Suite, que afirma que tendrá a su primer par de clientes de pago en un hotel espacial en 2012. «Nuestra filosofía es la socialización del espacio», me dijo ante unos *gin-tonics* en el bar que hay debajo de su despacho. «Dentro de cincuenta años, tendremos sesenta hoteles alrededor del mundo en órbita terrestre baja. El espacio está más cerca de lo que la gente piensa. Dentro de los próximos quince o veinte años, ir al espacio será como ir a la playa. Estoy seguro de que tú irás al espacio».

Xavier también es jefe del equipo Barcelona Moon, que aspira al premio Google Lunar X, una competición internacional entre empresas privadas «para depositar intacto un robot sobre la superficie de la luna, recorrer

quinientos metros, y enviar imágenes y datos a la tierra» (en la competición participan más de veinte equipos).

Se ha recuperado la ilusión por el espacio, y buena parte ha sido generada por personas que trabajan en esta polvorienta serie de naves y hangares en el desierto de California. Como dice Jeff Greason: «Mojave es para la emergente industria espacial lo que Silicon Valley fue para la industria informática».

Mi primera parada es para ver a Stuart Witt, director general del centro espacial. Espero que me dé una idea precisa de la floreciente industria de los vuelos espaciales comerciales. Como cualquier territorio fronterizo, el vuelo espacial comercial se caracteriza por grandes personalidades dispuestas a asumir grandes riesgos, y la tendencia a lo hiperbólico puede acabar siendo embriagadora. Stuart, según me han dicho, es uno de los personajes más sensatos, un hombre muy respetado en la industria que conoce a la mayoría de los que participan en ella y da servicios a muchos. También es uno de los fundadores de la Commercial Spaceflight Federation (un organismo para el debate sobre los estándares, buenas prácticas y la seguridad) y, en tal función, no está ligado a la historia particular o ambiciones de ninguna empresa en concreto. Me parece que necesito a alguien que me ayude a vacunarme contra el resurgimiento excesivamente optimista de mis sueños infantiles de llegar a ser astronauta, o al menos contra la idea de abalanzarme sobre un vuelo barato hacia la órbita terrestre en el futuro próximo.

El despacho de Stuart da a una de las tres pistas de despegue, y durante nuestra conversación, despegan y aterrizan aviones ligeros cada poco. En las paredes hay fotografías firmadas de astronautas y aviadores, intercaladas con parafernalia de caza. Expiloto de la Armada, Stuart da la impresión de no andarse con tonterías. Aborda la conversación como un piloto de combate abordaría una misión: encontrar el objetivo y eliminarlo. Si quiere decir algo, no se andará con rodeos. Lo que no quiere decir que sea maleducado, de hecho tiene un encanto afable. Pero más vale no hacerle perder el tiempo. Me dice: «La única gente que quiero a mi alrededor es aquella que *vive de verdad* la vida que le ha sido concedida».

Resulta que su ambición era ser astronauta, pero a pesar de pilotar reactores de combate, «carecía de los conocimientos necesarios» para la formación. Lo que quizá explique por qué está aquí. Todavía quiere ir al espacio, aunque es muy consciente de los plazos. «El espacio todavía es difícil», advierte. «Me gustaría ver a cientos de miles de personas yendo al

espacio porque yo quiero ser una de ellas, pero no va a suceder de la noche a la mañana».

Antes que nada, la industria tiene que enfrentarse a la cuestión de la seguridad. El transbordador espacial tiene una tasa de víctimas de poco menos del 2 %. Parece una tasa baja, pero si las aerolíneas comerciales funcionaran en condiciones similares, más de *catorce millones* de personas habrían muerto en accidentes aéreos en Estados Unidos en 2009. La industria de la aviación, en colaboración con sus reguladores, ha logrado la pasmosa proeza de tomar lo que parece una de las formas más peligrosas de transporte y convertirla en la más segura. Los defensores de los vuelos espaciales comerciales afirman que lo mismo sucederá en su industria, pero no será algo instantáneo. En los primeros años de la aviación comercial hubo niveles significativos de víctimas. De los nueve primeros Havilland Comets (el primer avión de pasajeros comercial del mundo), cinco se estrellaron. Dos no pudieron despegar a tiempo, otro se averió en una tormenta sobre la India, uno hizo un amaraje forzoso en el Mediterráneo y el quinto cayó en picado en el mar poco después de despegar de Roma.

Mojave ya conoce la tragedia. A menos de cien metros de donde estoy sentado, en el centro espacial de Legacy Park hay un monumento recordando a los tres empleados de Scaled Composites que perdieron la vida en julio de 2007, cuando participaban en una prueba del sistema de circulación del carburante para el SpaceShipTwo.

—En estas instalaciones le doy permiso para suicidarse —dice Stuart—. Solo le pongo un límite: no quiero que se lleve por delante todo el barrio cuando lo haga.

La cuestión no es *si* habrá un accidente, sino cuándo.

Y eso implica que, si quiere hacer un viaje al espacio en los próximos diez años, no solo le hará falta disponer de unos 200 000 dólares, sino que tendrá que firmar un documento, igualmente voluminoso de «consentimiento informado». «La gente que regulará esta industria serán los aseguradores», dice Stuart.

Aquí el riesgo forma parte del trato, y también de su atractivo. Como todos los que me encuentro en Mojave, Stuart muestra una arraigada creencia en la necesidad de los seres humanos de ir más allá de los límites y de explorar. Las ambiciones comerciales se subsumen en un objetivo más elevado que la simple búsqueda del beneficio. Casi todas las personas con las que hablo consideran el acceso al espacio como un frente de batalla para salvar el alma humana.

—Somos criaturas que necesitan explorar, lo llevamos en nuestro ADN —dice Stuart—. Los humanos necesitan correr riesgos, requieren un liderazgo temerario dispuesto a investigar aquello que no conocen, porque toda sociedad que ha alcanzado la seguridad ha acabado cayendo. Me crie en el oeste, donde el cielo nocturno era un esplendoroso dosel de estrellas y uno podía soñar a lo grande. Algunos tenemos el ardiente deseo de formar parte de algo más grande que nosotros mismos. Por eso estoy aquí. Para mí no se trata de un punto de vista liberal o conservador, sino de quién somos como especie.

La cara de Stuart se ha iluminado ahora con una especie de fuego.

—La innovación está aquí —dice con urgencia—. Tenemos un sueño espacial sin límites. En eso es en lo que creemos.

De repente, tengo ocho años otra vez, estoy soñando con naves espaciales y acariciando los cielos, queriendo vivir yo mismo en ese «sueño espacial sin límites». Puede que esto sea solo un polígono industrial en un terreno arenoso a un lado de una adormilada ciudad del desierto, pero aquí está sucediendo algo que cambiará el modo en que nos vemos a nosotros mismos. El *Homo sapiens* por fin va a ir al espacio en masa. Nos convertiremos en una especie de navegantes del espacio.

Durante la comida en el café del centro espacial, Stuart me presenta a Dick Rutan, uno de los pilotos de pruebas más respetado del mundo. Quizá su fama se deba sobre todo a copilotar el *Voyager*, un avión diseñado por su hermano Burt para que vuele alrededor del mundo sin detenerse a repostar. El viaje le llevó nueve días y cubrió más de 42 000 kilómetros con un depósito de combustible. Para los aficionados a la aviación, Dick es una superestrella: la versión en aviación del cantante Bono. Mientras hablamos, dos personas le piden un autógrafo.

Dick tiene todo un historial de ponerse en situaciones peligrosas. Fue abatido en Vietnam, se ha estrellado en el Ártico y ha tenido que eyectarse sobre la campiña inglesa (mientras temía que fuera a precipitar su avión en caída libre sobre la ciudad de Brandon, en Suffolk).

—Disponía de un segundo y medio, más o menos —explica—; si me eyectaba durante ese segundo y medio, viviría; si lo hacía antes o después, moriría; así que no es que me sobrara el tiempo. Orienté un poco hacia la izquierda el avión para evitar la ciudad mientras alargaba la mano hacia los mandos de eyección.

Rutan es como un muelle enrollado. Ya ha pasado de los setenta, pero sigue pilotando aviones de alto rendimiento y uno tiene la impresión de que lo seguirá haciendo otros setenta años solo por fuerza de voluntad. No para de soltar tacos, casi escupiendo los improperios.

—¡Stephen Hawking es un gilipollas! —anuncia—. ¿Me estás diciendo que no puedo ir más rápido que la velocidad de la luz aunque hay una fuerza gravitatoria en un agujero negro que es lo bastante potente para detener la luz y darle la vuelta? ¡Memeces! ¿La teoría de la relatividad de Einstein? ¡Menuda vergüenza! ¡Más memeces! Nunca mires un límite como si tuvieras que acatarlo. Nunca. Míralo solo como una oportunidad para la grandeza.

Escuchar a Dick Rutan es fascinante en el mismo sentido en que lo es ver un accidente de tráfico. Uno quisiera apartar la mirada pero algo parecido a una curiosidad morbosa te vence. No quiero dar a entender que él sufra algún tipo de trastorno psicológico (su mente es tan ágil como los aviones que le encargan que pruebe). Se trata más bien de que encarna un conflicto concreto del hombre contra el mundo que es a la vez embriagador y pavoroso. Es consciente de que eso no siempre le gana las simpatías de la gente. Cuando le pregunto qué es lo que le mueve, su respuesta es de una honestidad desarmante:

—La búsqueda de reconocimiento. El ego. —Hace una pausa—. La arrogancia.

Sonríe.

—¿Sabes qué utilizan los pilotos de combate como anticonceptivo? —pregunta—. Sus personalidades.

Mi siguiente parada es XCOR Aerospace, para una reunión con su consejero delegado, Jeff Greason. XCOR me interesa porque es una de las pocas empresas recién llegadas a esta industria que no está financiada por un supermillonario. Ya se ve nada más entrar en sus oficinas. Bueno, oficina (en singular). Jeff y yo nos reunimos en una cabaña desvencijada y sin ventanas amueblada como si quisiera transmitir las vibraciones de la auténtica frontera. Algunas de las sillas proceden de viejos aviones. Puede que haya una maqueta de los pequeños y elegantes cohetes de XCOR sobre un estante, pero tecnologías más simples como la aspiradora es evidente que no son bienvenidas aquí. Mientras hablamos, empieza a llover, y el chaparrón repiquetea ruidosamente sobre el tejado de uralita.

—No todo el mundo ha sabido ver que XCOR tiene algo de la historia de David y Goliat —dice Jeff—. Richard Branson invierte más dinero en Virgin

Galactic en un mes del que nosotros hemos gastado en nuestra historia. Tienes a la NASA metiendo miles y miles de millones de dólares en sus cosas. Elon Musk invirtiendo todo su dinero en SpaceX. Jeff Bezos, el de Amazon.com, financia Blue Origin...

Y aun así, pese a su desventajosa situación, XCOR sigue siendo mencionada en las mismas frases que sus rivales mucho mejor financiadas. Hablando con Jeff uno no percibe ningún ego. Está intentando llevar un negocio, lo que pasa es que este consiste en construir aviones espaciales. El que exista algo como XCOR me hace pensar que una verdadera industria de los vuelos espaciales está arraigando. Jeff destila algo muy de hombre común. Tiene la afabilidad tosca y bigotuda del mecánico de tu barrio. Tras participar en la Comisión Augustine, puede expresar alegremente opiniones informadas sobre la política espacial nacional, pero también puede cambiar al instante a una conversación sobre la «mezcla de propulsante» o la «pérdida del depósito de combustible». También me da la impresión de que Jeff ha llegado al lugar donde tiene que estar.

—Me crie en el Oregón rural, y cuando tenía ocho años encontré un libro titulado *Puerta al verano*, de Robert Heinlein, en la biblioteca de la escuela —me cuenta—. El protagonista toma un aparato militar, descubre cómo convertirlo en un producto comercializable y crea una pequeña empresa que establece en un hangar en el desierto de Mojave... —En su rostro ha aparecido una sonrisa más grande que el estado en el que se crio.

Jeff me enseña el hangar de XCOR donde la empresa está construyendo el avión espacial Lynx, una nave de dos tripulantes no mayor que un caza de la Armada, que despegará y aterrizará en una pista normal, y transportará un pasajero o una carga útil experimental. Me siento en una maqueta a escala real de la cabina del Lynx y me doy cuenta de que esta gente no bromea. Están forjando una nueva industria de verdad. Me asomo por la cabina y veo ingenieros que introducen herramientas en motores de cohete mientras Bon Jovi suena en la radio. A menos de doscientos metros, Scaled Composites está construyendo el SpaceShipTwo no como prototipo aislado sino como parte de una producción en serie de naves espaciales.

—La intención es que siempre volemos llenos —dice Jeff—. Siempre seréis tú y el piloto. Además la reutilización es completa, es un modelo de «repostar y despegar» [*gas and go*]. Nunca se ha hecho nada parecido. Intentamos conseguir que el vuelo de ida y vuelta al espacio sea económicamente sensato.

Jeff cree que cubrirá gastos a partir de las doscientas y una horas de vuelo al año, por noventa y cinco mil dólares el viaje. Dado que el Lynx es una nave espacial «de repostaje y despegue», calcula que cada una puede volar cuatro veces en un día de trabajo.

En un rincón del hangar está la nave espacial experimental EZ-Rocket de XCOR, una precursora del avión espacial Lynx que puede ascender al cielo a unos vertiginosos 3000 metros por minuto.

—Dick Rutan fue uno de sus pilotos de prueba —me dice Jeff.

—Un tipo interesante —digo—; está decidido a refutar a Einstein.

—Sí, ese es Dick —se ríe—. Tiene lo que se llamaría una fuerte personalidad...

La noche siguiente Jeff y yo quedamos para cenar, una Tortilla Definitiva en el Denny's local. «Definitiva» es un calificativo desacertado. Me niego a creer que haya comido el no va más de las tortillas. Yo al menos no concedo al Denny's de Mojave el derecho a llevarme a ese cénit.

Jeff elige un tema de conversación sobre el que he oído hablar mucho desde que estoy aquí: el medioambientalismo. Sería facilón caracterizar a las personalidades con querencia al riesgo y aptitudes militares, depredadoras, de vidas curtidas y amantes de la frontera con las que he estado hablando como buscadores irreflexivos de la novedad que se apropian de recursos para satisfacer sus ambiciones personales sin preocuparse mucho por su impacto ecológico. Aunque la mayoría de los que he conocido muestran sus dudas acerca del calentamiento global causado por el hombre (Dick Rutan lo llamó «lamentable fraude, totalmente absurdo y básicamente delictivo»), todos ellos son firmes defensores de la sostenibilidad.

Stuart Witt había preguntado: «¿Cómo le explicarías nuestro insostenible uso de los combustibles fósiles para crear energía a un alienígena? Es un comportamiento bárbaro. Así que hacer esto que ahora llamamos “verde” es literalmente hacer lo correcto. No es una cuestión política, sino es hacer lo correcto como auxiliares de vuelo de la nave espacial tierra».

—No puedo apoyar el imprudente abuso a escala industrial del planeta —dice Jeff—. Me gusta este planeta. Es donde lo tengo todo. Me parece que deberíamos gestionar mejor el planeta porque, nos guste o no, estamos a cargo de él.

Para la gente de por aquí, no tiene sentido que uno dañe su propia nave espacial. Llegar al espacio es una frontera mental que nos pide que pensemos en la tierra como una nave en la que viaja la humanidad. Aunque la mayoría

de nosotros comprendemos la idea en abstracto, el acceso generalizado al espacio llevará el mensaje a todas partes.

—Con el espacio como única frontera, el planeta entero se convierte en una única civilización —dice Jeff—. Así se transforma nuestra mentalidad. Esa es la idea que me hace seguir adelante. La gran idea.

Es totalmente lo contrario de las ambiciones que caracterizaron la carrera espacial. El espíritu de Mojave es posible que tenga menos que ver con ser «el chico más corpulento y abusón del barrio», y más con «humanidad, tienes que salir más».

Mucha gente dirá que no hace falta ponerse en órbita para pensar más a fondo sobre nuestro papel como auxiliares de vuelo de la tierra, pero a medida que el acceso al espacio se abarate no puede dejar de cambiar sutilmente nuestra perspectiva como especie. No hay un solo astronauta en el planeta que no haya regresado con algún tipo de transformación en su manera de pensar.

Mientras mi autocar sale de Mojave, me voy convencido de que los vuelos espaciales comerciales están destinados a convertirse en realidad. Cuando di una vuelta en coche por el campo de aviación con Stuart, atisbé auténticas naves espaciales asomando los morros a través de las puertas de los hangares. «No creo que veas las primeras operaciones con vuelos comerciales en estas pistas hasta 2015 como muy pronto, y probablemente no hasta 2018», me había avisado, lo que supone una predicción un poco más tardía de las que hacen los diligentes fanáticos del espacio y los relaciones públicas de las empresas. Sin embargo, sigue resultando una idea llamativa. A finales de *esta* década, la cantidad de personas que habrá hecho un viaje al espacio habrá empezado a dispararse como un cohete, si me permiten el juego de palabras.

Sin embargo, pasará mucho tiempo antes de que una persona normal pueda hacer un viaje —no muchos de nosotros disponemos de cien mil dólares para pagar un par de horas de turismo—, pero si los vuelos espaciales comerciales siguen los pasos de la aviación, cumpliré un sueño de mi infancia antes de morir. Si regreso aquí para tomar ese vuelo, la ciudad sin duda se habrá transformado. Para entonces, aquel centro espacial rutilante de la imaginación podría ser una realidad y mi amigo del local de carretera Mike's Café and Bar tendrá que buscarse otro sitio donde vivir si quiere evitar las tentaciones y adversidades de una ciudad floreciente. Mojave podría convertirse en sinónimo de *glamour*.

Sin embargo, por el momento, mi método de viaje es un poco más mundano, aunque mi destino no lo sea tanto. Voy a Washington D. C., para

conocer a uno de los inventores más importantes de la historia.

Capítulo 8

Unas comunicaciones constantes y complejas

No solo deberíamos utilizar toda la inteligencia que tenemos, sino toda aquella de la que podemos apropiarnos.

WOODROW WILSON

Vivo en una colina, y en la cima de esa colina hay un pequeño parque. Forma parte del alma de un barrio que, para ser sinceros, dista mucho de ser una zona prestigiosa. New Cross Gate, London SE14, es a Beverly Hills 90210 lo que The Troggs son a Bon Jovi (que es una de las razones por las que me gusta). Las tardes de verano, los vecinos se reúnen en el parque para jugar a lanzarse discos voladores, beber, coquetear y contemplar la puesta de sol. Desde nuestra posición en la zona residencial de la esquina sudeste de la ciudad, alcanzamos a divisar hasta Alexandra Palace, diez millas hacia el norte, y Chelsea Harbour, seis millas hacia el este. El Parlamento, el London Eye y el estadio de Wembley se despliegan ante nosotros. A medida que cae el crepúsculo, el paisaje urbano empieza a titilar cuando siete millones y medio de almas extienden la mano hacia un interruptor de la luz. Es hermoso. La misma cima de la colina que hace que nuestras puestas de sol sean tan espléndidas fue el lugar ideal, en 1795, para ubicar una «estación de telégrafo óptico», un enlace en una red de información del siglo XVIII que conectaba la capital con la costa.

Las estaciones de telégrafo óptico las inventaron en Francia en la década de 1790 los hermanos Claude y René Chappe, que estaban obsesionados con encontrar un medio de transmitir mensajes sin recurrir a caballos o a palomas. Adoptaron un sistema visual sencillo pero eficaz utilizando un conjunto de tres «brazos» de madera conectados (dos brazos cortos unidos a uno más largo entre ambos) que podía colocarse en noventa y ocho configuraciones distintas empleando un mecanismo de poleas situado en una cabaña debajo. Siempre que hubiera una línea de visión clara entre las cabañas, podía comunicarse con rapidez cualquier mensaje a través de largas distancias (sobre todo si los operarios de las cabañas disponían de un telescopio) Así, mensajes que tardaban días en llegar a caballo podían transmitirse en diez minutos.

Napoleón Bonaparte era un gran admirador del sistema y, convencido del éxito de la invasión de Inglaterra que había planificado, le pidió al tercer hermano Chappe, Abraham, que diseñara un telégrafo que pudiera enviar señales a través del Canal de la Mancha. Este construyó una estación en Boulogne, en la orilla francesa, pero irónicamente fue el sistema telegráfico británico (que utilizaba un sistema de seis grandes láminas en lugar de brazos móviles de madera) el que llevó el mensaje de la derrota de Napoleón en Waterloo en 1815 a Londres. Eso ocurrió veinte años después de que mi barrio de Plow'd Garlic Hill se convirtiera en Telegraph Hill con la llegada de nuestra cabaña de señales.

El telégrafo fue anunciado como una fuerza para la paz del mundo. La edición de 1797 de la *Encyclopaedia Britannica* indicaba que «las capitales de naciones remotas podrían unirse mediante cadenas de estaciones, y la solución a esas disputas que en la actualidad tarda en llegar meses o años en aclarar podría lograrse en cuestión de horas». A medida que la red telegráfica óptica, relativamente limitada, daba paso al fenómeno a escala mundial del telégrafo eléctrico en la segunda mitad del siglo XIX, volvió a pregonarse el argumento de «la fuerza para la paz». En su brillante historia del telégrafo, *The Victorian Internet*, publicada en 1998, Tom Standage cita un brindis propuesto por el embajador británico Edward Thornton por la finalización del primer cable telegráfico transatlántico viable: «¿Qué puede ser más útil para conseguir la paz entre todas las naciones e individuos del mundo que unas comunicaciones constantes y completas?».

Standage plantea estas cuestiones cuando reflexiona sobre las afirmaciones que se hacen sobre la revolución actual de Internet, y llega a la conclusión de que tales esperanzas aplicadas a nuestra más reciente red de comunicaciones son exageradas. «Que el telégrafo fuera considerado una panacea por tanta gente quizá sea comprensible. Que sigamos cayendo en el mismo error, lo es menos».

Pero aunque Internet (y sus predecesores) claramente *no* han traído la paz al mundo, ¿son al menos responsables en parte de que este sea cada vez menos violento?

Sí, lo sé. A mí también me sorprendió. ¿Que el mundo es cada vez *menos* violento? ¿Han *visto* las noticias? Pero las cifras hablan por sí solas, y bien claro. Es un hecho asombroso y del que se informa poco el que la violencia está disminuyendo, y lleva haciéndolo desde hace siglos. Eso contradice la creencia popular de que el pasado era más seguro y más sencillo, una época

sin armas nucleares ni helicópteros de combate, sin películas violentas o juegos de ordenador para mayores de dieciocho años. Steven Pinker resume esa concepción equivocada describiéndola como «la idea de que los humanos son pacíficos por naturaleza y los corrompen las instituciones modernas».

En los últimos treinta y cinco años, antropólogos como Carol Ember y Lawrence Keeley han estado revisando a fondo el registro arqueológico y estudiando las culturas tribales con resultados que cuestionan radicalmente la idea de que los adornos de la civilización nos corrompen y empujan a la violencia. Su conclusión es asombrosa. Como escribe Pinker, «la teoría romántica lo ha entendido al revés: lejos de hacernos más violentos, algo en la modernidad y sus instituciones culturales nos ha hecho más nobles».

Los índices de violencia criminal (la probabilidad de ser asesinado por otro ser humano) pueden llegar al 60 % en las sociedades tribales y por lo general no bajan del veinte. «Si las guerras del siglo XX hubieran matado a la misma proporción de población... habría habido dos mil millones de muertos, no cien», concluye Pinker. «La violencia global ha disminuido continuamente desde mediados del siglo XX».

Esta idea me sorprende tanto (y tan agradablemente) que decido revisar mejor las cifras. En las bases de datos de la Organización Mundial de la Salud busco las causas de muerte, leo informes como el *Human Security Brief* [Informe sobre la seguridad humana] de la Universidad de British Columbia y rastreo archivos de hojas de cálculo con nombres como «Armed Conflict Dataset 1946-2008» [Datos sobre conflictos armados...] del Programa sobre Datos de Conflictos de la Universidad de Uppsala. Resultan reconfortantes si se deja de lado el hecho de que cada cifra estadística representa la culminación de las esperanzas y los miedos de un ser humano arrasados por una bala, una bayoneta o una mina.

Solo el 2,8 % de la población mundial murió como consecuencia de la violencia en 2002, según la Organización Mundial de la Salud. Más de la mitad de esas muertes fueron consecuencia de un suicidio (violencia contra uno mismo), otro 1 % fueron homicidios y solo el 0,3 % se deben a conflictos. Las cifras de la OMS para los tres años anteriores muestran una pauta similar.

Leyendo el *Human Security Brief* se descubre que la cantidad de muertes en combate anuales en guerras entre Estados desciende desde sesenta y cinco mil en la década de 1950 a menos de dos mil al año en la primera década del siglo XXI. El documento está lleno de información que no aparece en las noticias, como que «desde principios de 2002 a finales de 2005, el número de

conflictos armados librados en el mundo descendió un 15 %» y «a pesar del reciente incremento de ataques terroristas, el número de civiles víctimas de la violencia internacional organizada se mantiene notablemente más baja hoy en día de lo que lo era durante los años de la Guerra Fría». Y hay más: la década de 1990, se dice, fue «la primera vez que más guerras acabaron (42) debido a un acuerdo negociado que por una victoria militar (23). Ahí se inició una tendencia que se acentuó con la entrada del nuevo milenio. Entre 2000 y 2005, 17 conflictos acabaron con acuerdos negociados, solo cuatro con una victoria». Y los autores concluyen: «Como media, durante los seis años anteriores, cada año han concluido más conflictos de los que se iniciaron. No hay ninguna razón para que esta tendencia se mantenga, pero tampoco la hay para que se invierta».

La última frase apunta a un problema con las cifras: no son más que una instantánea que cubre un breve periodo de la historia reciente. Y las estadísticas sobre los niveles de violencia son muy incompletas. No hay ninguna fuente fiable y coherente de datos sobre muertes en guerra (las naciones sumidas en un conflicto no suelen llevar registros muy precisos). Los métodos con los que se recopilan y se presentan los datos (y las motivaciones políticas para hacerlo) son cuestionados sistemáticamente. Una reciente investigación del Institute for Health Metrics and Evaluation y la Harvard Medical School indica que, en algunos casos, las muertes causadas por la guerra podrían *triplicar* los cálculos de la OMS.

Dicho lo cual, la perspectiva más amplia apunta a que la tendencia subyacente en el número de muertes violentas es marcadamente descendente. Aunque dobláramos, triplicáramos o cuadruplicáramos las tasas registradas de muertes violentas del último siglo seguimos matando muchas menos personas per cápita que nuestros ancestros. Como afirma Steven Pinker: «Debemos de haber estado haciendo algo bien. Y sería agradable saber, exactamente, el qué».

Mi intuición es que una de las cosas que estamos haciendo bien es relacionarnos cada vez más, y, al hacerlo, nos cuesta más matarnos unos a otros. Es una opinión popular y, como mínimo, tiene cierto sentido instintivo. Sin embargo, soy consciente de que no debe confundirse nunca la creencia con la verdad. Llamo a algunos reconocidos estudiosos para comprobar si hay alguna investigación que demuestre o refute la teoría. El Departamento de Estudios para la Paz de la Universidad de Bradford me dice que mi pregunta es «inconsistente» e «imposible de demostrar». La muy respetada profesora de historia Joanna Bourke de la Universidad Birkbeck, autora de *Sed de*

sangre: historia íntima del combate cuerpo a cuerpo en las guerras del siglo xx, contesta a mi e-mail con: «Me siento muy tonta, pero no tengo ni idea».

La mejor prueba que puedo encontrar son los artículos que presentan ejemplos específicos de tecnologías de la comunicación que ayudan a partes enfrentadas a compartir y procesar la información, a hablar entre sí o a mejorar la toma de decisiones en un sentido no violento. Así que mi intuición no pasa de tal, respaldada únicamente por algunos ejemplos dispersos y una lógica sencilla y seductora: que hablar, comerciar y compartir la cultura por encima de las fronteras une nuestros destinos, dándonos menos incentivos para matarnos entre nosotros.

Esto es lo que el filósofo estadounidense Robert Wright denomina «juego de suma no nula» [*nonzero-sum game*], es decir, que «el que yo gane no implica que tú tengas que perder». El parque de mi barrio puede considerarse un juego de suma no nula. No se trata solo de un agradable espacio al aire libre: para las familias que no disponen de jardín, es un sitio para que sus hijos corran y jueguen; y para los demás, un espacio que podemos compartir sin pelearnos por él. La recuperación del parque en 2004 fue un esfuerzo del barrio entero encabezado por Malcolm y Jayne, cuyo triunfo fue una victoria para todos nosotros. Este espíritu de «suma no nula» está muy arraigado en mi comunidad. John, Catherine, Patricio y Stephen están encabezando la construcción de un muy necesario café local; Bridget dirige el festival de verano; y Jules, Sara, Susan, Martin, Phil, Max y Rosie nos regalan un festival artístico todas las Pascuas. El cuerpo de cada uno de ustedes también es un juego de suma no nula: cada célula se beneficia de otra; si su hígado gana, el resto de su organismo también suele ganar. (Lo contrario también es cierto, como sabrá si alguna vez ha tenido resaca).

El argumento de Wright es que «mediante la evolución tecnológica surgen nuevas formas de tecnología que posibilitan o estimulan los actos de suma no nula que implican a mayor número de gente en un territorio más amplio». Entre esas tecnologías se cuentan las utilizadas en la agricultura, el urbanismo y, por supuesto, las de las comunicaciones y de la fabricación. La tecnología nos ayuda a crear un parque y un café a escala mundial. Para aclararlo, afirma: «Si me pregunta por qué no soy partidario de bombardear Japón, solo bromeo a medias cuando respondo: “Bueno, porque ellos fabricaron mi coche”». (Hace solo sesenta y cinco años que Estados Unidos lanzó dos bombas atómicas sobre los japoneses, una acción que hoy sería inconcebible).

Poco a poco, vamos entrando en un «juego de suma no nula» en el que cada vez participamos más de nosotros.

Antes de que usted saque la conclusión de que Wright no percibe los verdaderos problemas a los que nos enfrentamos, sepa que él afirma que su teoría «no es intrínsecamente optimista, puede asumir la existencia de la desigualdad, la explotación y la guerra..., lo único que dice es que la suerte de todo, para mejor o para peor, guardará relación. No predice necesariamente un resultado de ganancia-ganancia». Repasando la historia, sostiene que «la gente ha actuado con más resultados de ganancia-ganancia que de pérdida-pérdida. En conjunto, creo que la historia tiene un saldo neto positivo». Afirma que en el mundo se ha acentuado el sentido moral, que la mayoría de nosotros creemos ahora que «todas las personas de cualquier parte son seres humanos y merecen ser tratadas con dignidad, independientemente de la raza o la religión». Aunque el efecto deshumanizador de los conflictos étnicos o ideológicos es todavía patente, ya no se trata, según Wright, de la situación dominante si se toma el mundo como un todo. «Solo hace falta leer la historia antigua para darse cuenta de la revolución que eso ha supuesto. No era esa la creencia general hace unos miles de años».

Con ese interés por hablar sobre nuestra creciente interconectividad y cómo afectará a nuestro futuro, me acerco a una mansión en McLean, en el estado de Virginia, a las afueras de Washington D. C. Hoy la Era de las Redes está en boca de todos, pero ¿es algo positivo? ¿Es una de las razones por las que luchamos menos? Es posible que el hombre que voy a visitar confirme o refute mis ideas.

Este barrio es, con diferencia, el más acaudalado en el que he puesto los pies. Las mansiones se extienden entre césped inmaculadamente cuidado. Amplios caminos de entrada acogen unos coches increíblemente limpios que resplandecen al sol. Estoy a unos diez metros de la puerta cuando esta se abre por adelantado y muestra a un hombre alto, de aspecto saludable, mediada la sesentena, impecablemente vestido con un traje de tres piezas, que me recibe con una afable sonrisa enmarcada en una barba gris bien cuidada.

—Hola —dice y tiende la mano. Es Vinton, conocido como «Vint», cuyo éxito ha tenido un impacto fundamental en el mundo. Vint es uno de los hombres que *inventó* Internet.

Mientras nos acomodamos en la biblioteca (se trata de ese tipo de barrio) me alcanza su tarjeta: «Vint Cerf. Google. Chief Internet Evangelist» [«Vint Cerf. Google. Evangelista en Jefe de Internet»].

—Quería ser archiduque —bromea. El cargo laboral, me explica, es un reflejo del hecho de que—: me he pasado décadas intentando extender Internet y convenciendo a la gente de que merece la pena. —Y en esa misión sigue—. Es algo que todavía tengo que hacer porque solo hay una tercera parte de la población mundial conectada *online* —dice. Vint cree en las virtudes de la interconectividad.

Le doy mi tarjeta a Vint.

—Es gracioso —dice al cogerla—. Estamos en el siglo XXI y todavía nos pasamos estos pedazos de cartulina.

Mientras avanza nuestra conversación, me doy cuenta de que Vint tiene buen ojo para lo gracioso. En una reciente reunión de católicos se presentó con los atavíos académicos españoles tradicionales (un atuendo que le habían dado en una de las numerosas ceremonias a las que ha asistido para recibir uno de sus dieciocho títulos honoríficos). Cuando le preguntaron a qué religión representaba, Vint respondió: «la ortodoxa *geek*». Vistió la misma ropa durante su primer día de trabajo en Google.

—No quería que los jóvenes googleros me tomaran por un viejo pelmazo, y, si lo hacían, al menos quería que creyeran que era un viejo pelmazo poco convencional —dice riéndose entre dientes. Sin embargo, en todas las demás ocasiones, encontrarán a Vint vestido con su elegante traje de tres piezas—. Tengo la acendrada costumbre de no querer parecerme a los demás —me dice—. Lo llevo siempre. Me lo pongo cuando vuelo porque si pierdo el equipaje me garantiza al menos ir vestido con propiedad en cualquier caso. Recuerdo que en una ocasión tenía que reunirme con el presidente y el primer ministro búlgaros y la compañía aérea perdió mi equipaje durante cuatro días. Pero pude salir bien parado. —Vint Cerf: vieja escuela, meticoloso, divertido... y elegante como él solo.

Espero que Vint sepa dibujarme el cuadro completo de nuestra creciente interconectividad. Al fin y al cabo, estaba en la planta baja de Internet y ahora trabaja desde la más alta. Es un hombre con una visión de la tecnología fruto de toda su carrera, lo que, para una tecnología tan joven como la Red, es la visión más amplia que puede tenerse. Como estudiante universitario, Cerf trabajó con el profesor Leonard Kleinrock, que en 1969 supervisó el primer mensaje de ordenador a ordenador que se envió utilizando el método de «conmutación de paquetes» que es la base de Internet. En realidad, se trató de dos tercios de un mensaje. Otro de los estudiantes de Kleinrock, Charley Kline, esperaba enviar un mensaje de tres letras «LOG» a un aparato receptor (era el código para acceder a aquel ordenador). La «L» y la «O» funcionaron,

pero la «G» hizo fallar el sistema. «Así que el primer mensaje en Internet fue LO», dijo el profesor Kleinrock. O «“Hola”... ¡y adiós!».

Cerf y otros colaboraron en la creación de ARPANET, un proyecto de investigación del gobierno estadounidense dirigido por Lawrence Roberts. Con frecuencia se considera erróneamente a ARPANET como la primera encarnación de Internet tal como lo conocemos hoy, pero Vint me dice:

—La ARPANET era una de las varias redes que se interconectaron para formar parte de un Internet en ciernes.

A Vint se le llama a menudo «el padre de Internet», un honor que él califica de «simplemente equivocado», fruto de «un hiperactivo grupo de relaciones públicas» de la empresa para la que trabajaba, MCI.

—Me hace sentir muy incómodo, porque hay mucha gente que merece reconocimiento. Para mí personalmente es muy doloroso oír que me lo atribuyen a mí y tener que defenderme contra esa fama —afirma. Pero si Vint no es *el* padre de Internet, desde luego sí es uno de ellos. Fueron Vint y sus colegas (en especial Bob Kahn) quienes respondieron a la pregunta: «¿Cómo podemos conseguir transmitir con fiabilidad datos albergados en un ordenador de *esta* red a otro ordenador de *aquella* red si ambas están utilizando *hardware* y *software* distintos?», un problema que por entonces se denominaba el «*Inter-Net problem*» [el problema Entre-Redes].

Su respuesta fue un par de «protocolos de *software*», con el notablemente poco conciso título de «Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet» o TCP/IP, en sus siglas en inglés. (Se habrá topado con ese antipático par cuando haya tenido que pelearse con su proveedor de Internet). En Internet no existe ningún circuito fijo establecido entre el origen y el destino por el cual puedan ir los datos. En lugar de eso, los datos se dividen en «paquetes» numerados que se envían a las tierras inexploradas de la Red para que busquen su propia ruta a su destino. Cuando cada paquete pasa a través de uno de los puntos de asignación de rutas de la red, dice «¡eh!, quiero llegar a B, ¿sabes dónde está B?», «Sí, B está allí» o «No, pero te envío a otra máquina que tal vez sepa dónde está B». Cuando reviso el resumen anterior con Vint, me dice:

—Bueno, se trata de algo *un poco* más organizado que eso, pero no andas muy lejos.

En una charla de las conferencias TED de 2009, Jonathan Zittrain, profesor de legislación de Internet en la Harvard Law School, explicó este proceso pidiendo a su audiencia que imaginara que estaban en un acontecimiento deportivo y alguien pidiera una cerveza. «La cerveza se pasa

por el pasillo y tu deber de buen vecino es pasarla, con el riesgo de mojarte tus propios pantalones, para que llegue a su destino. Nadie te paga por hacerlo. Sencillamente forma parte de tus obligaciones de buen vecino. Así es exactamente cómo se desplazan los paquetes por Internet, a veces dando hasta veinticinco o treinta saltos entre las entidades participantes pasando los datos sin tener ninguna obligación legal o contractual ni con el emisor original ni con el receptor». Vint matiza la descripción:

—En realidad, en la mayoría de las conexiones sí hay contratos, aunque ningún dinero cambie de manos, sino que los acuerdos son completamente voluntarios.

En su núcleo, Internet es un sistema que funciona basado en la confianza y la cooperación. Es en sí un ejemplo de juego de suma no nula. Todos los sistemas cooperan, y por eso todos los sistemas pueden beneficiarse de la red. El *software* colabora voluntariamente en dividir, asignar rutas y volver a ensamblar esos paquetes de datos de manera que usted puede enviar correos a sus amigos, almacenar y recuperar sus archivos de la oficina, ver películas, mantener videoconferencias con sus parientes en tierras remotas y ver a Paris Hilton en toda su gloria nocturna.

—Si te fijas en la propia red, ves que es un inmenso proceso de colaboración, no hay autoridad central, y nadie está obligado a construir ni a hacer funcionar piezas —dice Vint—. Creo que debería ser patente que esta noción de cooperación y defensa compartida del interés propio supone una parte sumamente importante de lo que es Internet.

A estas alturas conviene aclarar un punto de confusión frecuente: «Internet» y «la Web» no son lo mismo, pese a que se refieran a ellas de forma intercambiable. Internet son las cañerías profundas. Uno no las ve, como no ve la alcantarilla cuando va al lavabo. La Web, inventada en 1989 por Tim Berners-Lee, se sitúa sobre ese sistema de cañerías y nos proporciona un servicio: un modo de llevar paquetes de datos y presentarlos de una forma visual y entrelazada denominada «páginas web». (La Web no es el único servicio instalado sobre Internet, el correo electrónico es otro). Sin embargo, los dos términos han acabado siendo intercambiables popularmente porque fue la Web la que hizo repentinamente útil Internet para un público mucho más amplio^[7].

Más allá de los usos personales del combinado Internet/Web (poder comprar, conseguir información para viajes o encontrar fotografías de gatos que se parezcan a Hitler) también hay beneficios colectivos.

—Una característica de Internet que no se encuentra en la televisión, la radio, el telégrafo, el teléfono, los periódicos y las revistas es que permite una especie de interacción de grupo que no ha sido posible hasta ahora —dice Vint—. Un mayor número de gente tiene la opción de interactuar contigo, y creo que es importante.

El teléfono (y sus predecesores telegráficos) permite conversaciones entre dos personas, pero esas conversaciones no funcionan bien con una gran cantidad de gente (como le confirmará cualquiera que haya participado en una llamada múltiple por conferencia). La videoconferencia sufre las mismas restricciones. La televisión, la radio y los periódicos son exactamente lo contrario, llegan a mucha gente pero apenas mantienen diálogo: ellos emiten, nosotros recibimos. La Web/Internet proporciona una plataforma para salvar esa brecha. Los individuos de todo el mundo pueden formar grupos mucho más poderosos y mucho más rápidamente que en cualquier momento anterior de la historia. Los movimientos de protesta pueden alcanzar la masa crítica necesaria para hacerse escuchar de un modo que sencillamente era imposible antes de la era pre-Internet. (Las manifestaciones contra la guerra de Irak utilizaron el poder de Internet para movilizar a millones de manifestantes en todo el globo). A medio camino hay grupos de entusiastas que redactan colectivamente las entradas de la Wikipedia en beneficio de todos, o desarrollan herramientas de *software* de «código abierto», o forman comunidades *online*.

Un bonito ejemplo es The Legion of Extraordinary Dancers, que saltaron a la fama en 2009 como fenómeno de Internet, y llegaron a actuar en la ceremonia de los Oscar. Se trata básicamente de chavales que bailaban en las esquinas de las calles, se filmaban y colgaban sus bailes en YouTube. Los chavales de Detroit empezaron a innovar movimientos creados por bailarines de Tokio y, en cuestión de horas, surgían nuevos movimientos. Los mejores bailarines del momento, con los movimientos más alocados, dieron lugar a lo que se conoce como un «*spike*» [aumento en el número de visitas a una página web], un faro que atrae a otros hacia ellos, consiguiendo una audiencia que de otro modo jamás habrían logrado. Los sitios de redes sociales bullían de amigos que enlazaban a videos de bailes *cool*. ¡Fíjate en ese tío! John Chu, que creó The Legion of Extraordinary Dancers tras encontrar los clips más populares de ese tipo en YouTube, dice: «El baile nunca ha tenido mejor amigo que la tecnología. Los videos *online* y las redes sociales han creado un laboratorio global completo para la danza».

El gurú de la mercadotecnia Seth Godin llamaría tribu a los Dancers:

Lo que las tribus ofrecen es un concepto muy sencillo que se remonta cincuenta mil años. Se trata de liderar y conectar personas e ideas. Y es algo que la gente ha querido siempre. Muchas personas están acostumbradas a pertenecer a una tribu espiritual, o una tribu de iglesia, o de trabajo o de comunidad. Pero ahora, gracias a Internet, gracias a la explosión de los medios de comunicación, gracias a un montón de otras cosas que burbujan en nuestra sociedad por todo el mundo, las tribus están en todas partes.

El argumento se resume en que Internet nos ayuda a encontrar nuestras tribus o a hacernos cargo de una tribu que está esperando que la lideren («Los Beatles no inventaron a los adolescentes», dice Godin. «Sencillamente decidieron dirigirlos»). Internet es por tanto el gran ecualizador. Ya no se necesitan enormes cantidades de dinero o una red de emisoras, solo hace falta una idea y un líder alrededor del cual pueda congregarse mucha gente. No se trata de que Internet nos convierta en una familia global, pero sí nos permite crear «familias» que superan las fronteras de la geografía y la riqueza con mayor facilidad, así que muchos sostienen que solo puede ser beneficiosa para fomentar la hermandad del hombre. Aparte de eso, la Red estimula la innovación, no solo en movimientos de baile sino en la ciencia, la tecnología y el pensamiento político. Internet se convierte en el motor crucial que propulsa la era de la información, un «Motor de Combustión del Conocimiento» si lo quieren decir así.

Pero también hay una vertiente oscura. La creciente interconectividad ayuda a los ideólogos violentos, a los pedófilos y a los matones a conocerse (y a conocer también a sus víctimas). Otro problema es que los prejuicios no solo pueden disolverse sino también fomentarse. En 2010, John Seely Brown, uno de los más respetados pensadores americanos de la interacción de la tecnología y la sociedad dijo: «La *blogesfera* y las cámaras de resonancia que se encuentran allí están volviendo violentos a más grupos. Amplifican lo extremo. Uno sintoniza la cámara de resonancia que más le gusta. No hay ningún incentivo particular para escuchar las ideas que a uno no le gustan. Vamos a tener graves problemas de terrorismo, generado de forma autónoma en este país, muy pronto, debido a Internet». Robert Wright añade otro elemento a la mezcla: «Las tendencias en la tecnología de la información [y] en tecnologías que pueden utilizarse para cargar munición, como la biotecnología y la nanotecnología». Esos 11-S nano y biotecnológicos que me preocupaban, después de mis visitas a George Church y Eric Drexler, se verán

ayudados y estimulados a pasar a la realidad por grupos de extremistas con dominio de Internet.

—En Estados Unidos pagamos un precio bastante alto por nuestra libertad de expresión —dice Cerf—. A nosotros nos resulta difícil a veces tolerar a gente que dice cosas con las que no estamos de acuerdo. Pero para preservar la sociedad en la que vivimos tenemos que luchar a brazo partido por el privilegio de esas personas para decir lo que hayan dicho. No todos en el mundo opinan lo mismo. —Internet deja al descubierto asombrosas diferencias entre las naciones—. La concepción europea de la privacidad y de la libertad de expresión es distinta de la versión americana. Pero, dado que Internet es de carácter global y en gran medida no-nacional, aterriza en el medio de todas esas perspectivas sociológicas distintas y contradictorias.

Poco después de mi visita a Washington, Pakistán bloquea el acceso a Facebook y YouTube «a la vista del creciente contenido sacrílego», demostrando las tensiones entre política, religión y libertad de expresión.

Reporteros sin Fronteras, una organización sin ánimo de lucro con sede en Francia que lucha por la libertad de prensa, mantiene un listado de «Enemigos de Internet» que, cuando escribo estas páginas, incluye a Birmania, China, Cuba, Egipto, Irán, Corea del Norte, Arabia Saudí, Siria, Túnez, Turkmenistán, Uzbekistán y Vietnam. En su «listado de vigilancia» está Australia, que ha propuesto una legislación que impondría un «sistema de filtrado draconiano». Y mientras Vint y yo hablamos, Google está peleándose con Beijing por la censura en las búsquedas en la Web, una pelea que acabará en que la empresa cerrará su motor de búsqueda con sede en China. Es otro ejemplo de cómo la interconectividad no siempre sirve para unirnos.

Un problema distinto e interesante es que aunque la violencia decae, nos produce cada vez más temor. Vint lo atribuye al hecho de que hoy «tenemos una mayor experiencia del mundo de la que teníamos, y también más inmediata, casi en tiempo real». Esto significa que «podemos malinterpretar o valorar erróneamente qué es lo que acabamos de aprender, descubrir o encontrar». La información instantánea, y a veces sin cribar, de la violencia significa que «uno empieza a tener la sensación de que corre peligro, de que el mundo es un lugar peligroso. La perspectiva empieza a deformarse a causa de esta conectividad».

Para explicarlo menciona unos disturbios en Kirguizistán, de los que se informó aquel día. En un mundo menos conectado, tal violencia en remotos lugares no nos habría afectado. Hoy nos enteramos allá donde ocurra, e instantáneamente. (El lado positivo es que las noticias sobre la violencia

pueden «salir» rápidamente. YouTube y las conexiones inalámbricas hacen que sea radicalmente más fácil proyectar luz sobre los hechos).

La idea de que la interconectividad hace menos probable que recurramos a la violencia está recibiendo algunos reveses, pero ninguno de ellos me parece un golpe definitivo. Sin duda, la interconectividad amplifica los ejemplos de algunos tipos de violencia, pero, por cada ejemplo de lo que Robert Wright denomina «espiral letal de negatividad» es fácil encontrar una League of Extraordinary Dancers o un worldchanging.com (el influyente centro que defiende «soluciones innovadoras a los problemas del planeta») o un couchsurfing.org (un sitio web utilizado por millones de mochileros que buscan acogida en el sofá de un desconocido). Si se repasan las cifras, se comprueba que la gente utiliza Internet para conectarse entre ella y aprender. Los sitios más populares del mundo, sin contar los motores de búsqueda, son las redes sociales, las herramientas de *blog* y las enciclopedias *online*.

Por añadidura, resulta que el mito de que Internet está dominada por la pornografía tampoco es tan cierto como parece. En 2006, el Departamento de Justicia de EE. UU. encargó a Philip Stark, del Departamento de Estadística de la Universidad de California, en Berkeley, que estudiara la eficacia del *software* de filtrado de Internet. Concluyó: «Alrededor de un 1 % de los sitios web en los índices de Google y MSN contienen sexo explícito. Aproximadamente un 6 % de las búsquedas remiten a un sitio web con contenido sexual». Dicho lo cual, «casi el 40 % de las búsquedas más populares remiten a un sitio web con contenido sexual», aunque Philip afirma que el simple hecho de que un término de búsqueda pueda devolver un enlace a una página picante eso no significa «que la persona que hizo la búsqueda la acabe visitando o ni siquiera que la estuviera buscando». Al fin y al cabo, muchos términos tienen doble sentido, en especial y obviamente «sexo», que puede referirse tanto al género como a la gimnasia horizontal. La creencia ampliamente extendida de que «Internet está inundada de pornografía» tal vez podría reformularse mejor como «Internet contiene un 1 % de pornografía, pero ese 1 % es muy popular».

De vuelta en la biblioteca de Cerf, nuestra conversación se desliza hacia territorios más animados.

—Mi frase optimista del día no es que la información sea poder, sino que *compartir* información es poder —dice—. Creo que eso, que compartir información nos hace a todos más poderosos, queda repetidamente demostrado en el curso de la historia humana, y que toda sociedad que oculta

información se hace daño a sí misma en gran medida. Como dijo Stephen Hawking: «Con la tecnología a nuestro alcance, las posibilidades son ilimitadas. Lo único que tenemos que hacer es asegurarnos de que seguimos hablando».

Internet es otro foro en el que hablar. Como el telégrafo, el teléfono o el periódico, no es perfecta, pero aumenta el número de formas en que podemos conversar para compartir información e ideas.

—El lado positivo es que conocemos a personas que nunca habríamos conocido, tenemos la oportunidad de contrastar ideas que de otro modo no habríamos explorado, y creo que se trata de algo tremendamente importante —dice Vint.

Tal vez por eso el equipo de la edición italiana de la revista *Wired* presentó la candidatura de Internet/Web al premio Nobel de la Paz de 2010, que, de ser concedido, recibirían Vint Cerf, Bob Kahn y Tim Berners-Lee.

Pero conectar personas es solo una mínima parte de Internet. Como ha escrito Cerf:

A lo largo de la próxima década, el 70 % de la población humana tendrá acceso fijo o móvil a Internet a velocidades cada vez más rápidas. Podemos esperar razonablemente que los dispositivos móviles serán un elemento importante de Internet, como lo serán las aplicaciones y sensores de toda clase. Gran parte de lo que haya en Internet, sea móvil o fijo, sabrá exactamente dónde está, tanto geográfica como lógicamente. Al entrar en una habitación de hotel, a su móvil se le informará de su localización precisa, incluido el número de habitación. Cuando encienda su portátil, también tendrá esta información, ya sea del móvil o de la propia habitación. Será normal que los dispositivos, una vez encendidos, descubran qué otros dispositivos hay cerca, de manera que su móvil sabrá que hay un aparato receptor de alta resolución, lo que antes se llamaba televisor. Si quiere, su móvil recordará dónde ha estado usted y llevará un registro de... objetos como su maletín, las llaves de su coche o las gafas. «¿Dónde están mis gafas?», preguntará usted. «La última vez que las tuvo... a su alcance fue en el salón», le responderá su móvil o su portátil.

—Además de Internet de personas e ideas está «Internet de las cosas» —dice Vint.

A medida que la tecnología informática va reduciéndose de tamaño, casi cualquier objeto tiene el potencial de convertirse en un nódulo de Internet. Es un mundo donde, si has perdido las llaves, las encontrarás *googleando*; donde la alarma de incendios te avisará para decirte que está activada, y la pasta dentífrica encargará más a la tienda cuando llegues al final del tubo.

—Creo que la expresión «todo está conectado» no solo será una afirmación técnicamente correcta en el mundo mecánico a medida que, con el tiempo, más y más cosas se conecten literalmente, sino que *siempre ha sido correcta* en el sentido conceptual —dice Vint.

Resulta que Vint y yo somos admiradores de James Burke, el historiador de la ciencia británico y uno de los rostros de la divulgación científica en la televisión de las décadas de 1970 y 1980. Nuestro programa favorito era *Connections*, en el que Burke explicaba los vínculos entre la sociedad y la tecnología.

—Ha participado como moderador en algunas sesiones en Google —me cuenta Vint—. Parte de algunos hechos y luego divaga por el «espacio de conectividad» llevándote muy lejos hasta que al final completa el bucle volviendo al punto de partida. Me lo pasé muy bien con él.

Al principio del primer episodio de *Connections*, emitido en 1978, Burke dice: «El relato que da cuenta de los acontecimientos y las personas que a lo largo de los siglos se han sucedido para sacarnos del frío y envolvernos en una cálida manta de tecnología es una cuestión de vital importancia, sobre todo porque, cada vez más, esa tecnología invade todos los aspectos de nuestras vidas y se ha acabado convirtiendo casi en un sistema que mantiene nuestras funciones vitales sin el que no podemos sobrevivir». ¿Es Internet la última pieza de ese sistema de asistencia vital siempre creciente? Sin duda, resulta muy difícil imaginar cómo saldrían adelante muchas economías si de repente dejara de funcionar. El físico y científico informático W. Daniel Hillis ha escrito: «Ahora todos, humanos y máquinas, estamos conectados. Bienvenidos al alba del Enredo [*the dawn of Entanglement*]».

Se lo comento a Vint.

—No es nada nuevo —dice—. Siempre hemos estado *enredados* con nuestra tecnología, con el conocimiento. Puede que ahora sea más patente, por el modo en que se manifiesta. Pero si fueras un hombre de las cavernas puede que dependieras en gran medida de las herramientas que construyeras porque sin ellas no serías capaz de alimentarte, así que necesitabas los conocimientos para fabricarlas o para encontrar a alguien que supiera. Y también tenías que saber que *aquella cosa* de allí era un tigre de dientes de

sable y que era una buena idea mantenerse alejado de él. La gente que no entendía esos detalles no sobrevivía.

En resumen, el *enredo* con el conocimiento y la tecnología mantiene a mayor número de nosotros con vida. Cuantas más conexiones, mejor.

Pero hay otra preocupación. Si Internet es ahora, como previó Burke, una tecnología que «permea todos los aspectos de nuestras vidas» y «un sistema que mantiene nuestras funciones vitales sin el que no podemos sobrevivir», ¿qué ocurre si alguien la apaga?

En 1909, E. M. Forster escribió un relato breve titulado «The Machine Stops» [«La máquina se detiene»]. En él, la sociedad mundial, dependiente y encerrada dentro de una máquina omnipresente llega a su fin cuando la máquina se avería. Mueren millones de personas y la raza humana queda reducida a un puñado de hombres olvidados que siguen viviendo en la superficie de la tierra. ¿Arreglarán la máquina? «Nunca», dice el protagonista poco antes de unirse a «las naciones de los muertos». «La humanidad ha aprendido la lección».

A Cerf le encanta el cuento. ¿Podría pararse Internet? Bueno, no sería fácil.

—Unas partes pueden volverse inaccesibles; otras, ser atacadas; la información desaparece porque alguien cierra un sitio web, o porque ya no sabemos cómo interpretar los bits, algunas partes se desgajan y desaparecen —dice—. Pero no me parece que se pueda detener todo de manera muy fácil.

La razón es que Internet no es una máquina, son miles de millones de máquinas. No hay un interruptor de «off». Su propia arquitectura, su tejido descentralizado y colaborativo de suma no nula implica que Internet sea, hasta cierto punto, como la población del planeta. O, como la llama Kevin Kelly, uno de los fundadores de la revista *Wired*: «la máquina más grande, más compleja y más fiable que hemos construido jamás». A no ser que se produzca un apocalipsis difícilmente podría acabarse con ella, como no podría aniquilarse a todos los habitantes de la tierra.

—¿Existe algo que podría apagar Internet? —pregunto.

Vint se lo piensa.

—Si todos los proveedores de servicios de Internet del mundo decidieran un buen día apagar los *routers* eso fastidiaría considerablemente Internet —dice—. Así que la respuesta es: *técnicamente* es posible, pero requeriría una acción colectiva que resulta extremadamente improbable. —No existe un listado definitivo del número de los proveedores de servicios de Internet en el

planeta, pero es probable que la cifra ande por las decenas de miles—. Así que —se plantea Vint— ahora la pregunta es: ¿existe una acción *hostil* que pudiera cerrar la Red? Bueno, ya se producen acciones hostiles cada día, a todas horas, y son capaces de afectar el funcionamiento de *partes* de la Red, pero no creo que la máquina pueda ni vaya a desconectarse.

El relato de la tecnología es nuestro relato. La «cálida manta de la tecnología» de la que hablaba Burke no es algo distinto de nosotros, estamos entretejidos en su estructura y viceversa. Y en el próximo capítulo de la historia de Internet, entrelazado con «Internet de las cosas» hay algo denominado «realidad aumentada», una expresión que produce el mismo temor en mi corazón que esas finas rodajas amarillas que vienen con la hamburguesa y que «tienen sabor a queso» y no son queso de verdad. ¿Qué tiene de malo la realidad *real*?

Un hombre entra en una tienda y coge un paquete de toallas de papel. Al hacerlo, aparece una imagen en el paquete que le explica cuánta lejía se utilizó en su fabricación. Coge otro y compara. El segundo tiene una «luz verde» que surge como una imagen fantasmal en la parte de atrás del paquete y significa «ecológico». Elige el segundo. Ahora hace una llamada telefónica extendiendo la mano, donde aparecen los botones numerados de un teclado esbozados en luz sobre su palma. Marca el número tecleando en su propia piel. Más tarde, de camino al aeropuerto, saca su tarjeta de embarque y aparece un texto avisándole de que su vuelo tiene veinte minutos de retraso.

Lo anterior parece una escena de una película (bastante aburrida) de ciencia ficción, pero no lo es. Son escenas de una presentación de un nuevo dispositivo desarrollado en el Fluid Interfaces Group del MIT: una combinación de teléfono móvil, cámara portátil y diminuto proyector que la directora del laboratorio, Pattie Maes, llama «SixthSense» [SextoSentido], una tecnología diseñada para proporcionar acceso sencillo y sin trabas a la «información que pueda existir allá donde sea pertinente para ayudarnos a tomar la decisión correcta frente a lo que quiera que surja ante nosotros», para ayudarnos «a tomar decisiones óptimas sobre qué hacer a continuación y qué acciones seguir». A Vint le parece estupendo.

—Es un buen ejemplo de lo que pasa cuando tu ordenador interviene en el mismo mundo real que tú —comenta sonriendo.

Las tecnologías como esta parten del supuesto de que todo objeto está rodeado de una nube de datos «virtual» que no podemos ver. Una pieza de ropa no es solo el tejido material. En el mundo en sombras de los datos es

también cuánto cuesta, si fue fabricada según criterios éticos, las instrucciones sobre cómo lavarla mejor y todo lo demás. De manera significativa, su comportamiento hacia esa pieza podría variar si tiene acceso a cualquiera de esos fragmentos de información. Imagínese que entra en una tienda de zapatillas deportivas y puede saber por el código de barras del producto si se confeccionaron en una fábrica donde explotan a los trabajadores o no, o si la tienda de la vuelta de la esquina tiene el mismo modelo de zapatillas a la venta.

En 2010, la empleada de Microsoft Blaise Agüera y Arcas demostró la posibilidad de enlazar mapas *online* con fotografías y video, permitiéndole no solo dar un paseo virtual por una zona (incluyendo «pasear» por dentro de los edificios) sino también ver qué está pasando en ese mismo momento, con enlaces a video en tiempo real insertados en el escenario. La misma tecnología puede utilizarse para enlazar fotos históricas y videos en el mapa, permitiéndole retroceder en el tiempo. Puede mirar al cielo y ver mapas de estrellas o descubrir qué entradas de blog se refieren a un lugar concreto.

Aunque estos dos ejemplos son la vanguardia de la «realidad aumentada», los datos que se van acumulando e informándonos sobre nuestras experiencias cotidianas ya están aquí. Bájese la aplicación «Better World Shopper» a su iPhone, por ejemplo, y le dará una clasificación de un fabricante con respecto a los derechos humanos, la política medioambiental, los derechos de los animales, la justicia social y la responsabilidad con la comunidad. «Google Goggles» utiliza la cámara de su teléfono móvil para reconocer lugares, portadas de libros, e incluso etiquetas de vinos, y ofrece búsquedas de Internet que se relacionan con aquello a lo que está enfocando. Se trata de datos que se extienden sobre la realidad o (dependiendo de cómo lo mire), de la realidad revelada por los datos. Así que, después de todo, no tiene nada que ver con una burda imitación del producto original.

—Esta capacidad de agregar grandes cantidades de información procedente de muchas fuentes distintas de un modo coherente ha cambiado radicalmente nuestra capacidad para comprender el mundo que nos rodea, ser conscientes de él y reaccionar a lo que está pasando —afirma Vint—. Aunque estoy seguro de que puede replicarme con buenas razones que esas capacidades han estado presentes desde hace mucho tiempo en otros medios, no estaban ahí en la misma cantidad, ni con la misma inmediatez ni en el mismo grado.

—¿Estamos *enredados*? —pregunto recurriendo a la cita de Daniel Hillis.

—Sí —dice Vint—. Estamos *enredados*.

Un mundo conectado es, por tanto, algo positivo, pero la mayoría de la gente se ha dado cuenta de que se nos está repitiendo que el planeta se enfrenta a una crisis que eclipsa a todas las demás. Si las peores predicciones del cambio climático se hacen realidad, no quedaremos muchos de nosotros para conectarnos, y a pesar de todos los efectos buenos para la civilización de la conectividad, la violencia se disparará a medida que las guerras por la tierra y los recursos estallen por todo el planeta.

James Lovelock, el científico que planteó la famosa hipótesis Gaia del mundo como un sistema integrado y cuidadosamente equilibrado, ha dicho que si este se calienta tanto como cree que podría durante los próximos cien años, «Tendremos suerte si sobreviven mil millones de personas» (eso supone una matanza selectiva de aproximadamente el 85 % de la humanidad). Otros —bastante de los cuales, debe decirse, no son científicos— afirman que las advertencias sobre el cambio climático son un gran fraude.

Pero sin duda es una de las cuestiones importantes del futuro y algo que no puedo dejar fuera de mis investigaciones, así que pronto me iré de Estados Unidos para visitar al presidente de una nación que desaparecerá por completo si los niveles del mar siguen creciendo y el calentamiento global cumple la amenaza sobre la que se nos ha estado advirtiendo. Pero antes de esa visita, me dirijo a la Gran Manzana para conocer al oceanógrafo americano que acuñó la expresión «calentamiento global» y al físico alemán que, según él, tiene gran parte de la solución.

Parte 3

LA TIERRA

Capítulo 9

Los líderes del mundo todavía no lo entienden

Un cambio de tiempo basta para volver a crearnos, al mundo y a nosotros.

MARCEL PROUST

El cambio climático. He planteado el tema tímidamente en numerosos bares por todo Estados Unidos y las reacciones han sido fascinantes. Alguna gente —como mis nuevos amigos astronautas— entra al trapo sosteniendo que todo es una invención, mientras que otra hace exactamente lo contrario, irritada porque sus paisanos no vean riesgos que parecen obvios. Una pequeña minoría se encoge de hombros y dice: «No sé qué pensar».

Pero algo en lo que casi todos convienen es que los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera *están* aumentando. Desde que un hombre llamado Charles David Keeling empezó a medir los niveles de dióxido de carbono atmosférico en el observatorio de Mauna Loa en Hawái en 1958, la concentración de CO₂ en nuestros cielos se ha elevado aproximadamente una cuarta parte, de apenas 315 partes por millón en marzo de 1958 hasta más de 392 en lecturas recientes. Fragmentos de hielo que contienen burbujas de aire atrapadas desde antaño nos permiten calcular cuánto CO₂ había en la atmósfera mucho tiempo atrás, y el registro muestra una pronunciada tendencia ascendente desde la Revolución Industrial en adelante.

Otro dato en el que también casi todo el mundo conviene es que la temperatura global, como media, ha subido unos 0,8 grados centígrados desde 1880. Tampoco se discute el hecho de que la cantidad de CO₂ producida por la actividad humana está aumentando. Después de todo, nuestros combustibles fósiles están compuestos en gran medida de carbono (el carbón es el ejemplo más obvio), así que cuando los quemamos para liberar energía, gran parte de ese carbono llega al cielo. Por último, los registros históricos de periodos mucho más largos muestran que los niveles de dióxido de carbono y la temperatura suelen ir a la par (aunque no siempre). Por tanto, uno diría que, con esos datos, parece un caso bastante claro de «calentamiento global producido por el hombre» [también denominado «antropogénico»], ¿no? Sin duda no podemos esperar que si lanzamos un billón de toneladas de dióxido

de carbono a la atmósfera no suceda nada. Si usted ya está convencido de que el cambio climático supone una amenaza real probablemente esté asintiendo, pensando «buen comienzo» y esperando que traiga la artillería pesada del consenso científico masivo, más de un siglo de experimentos de laboratorio que demuestran que el dióxido de carbono absorbe la radiación del calor y el hielo polar que desaparece.

Pero quiero dar un paso atrás y preguntar por qué, por ejemplo, un estudio nacional realizado en 2009 por el Pew Research Center (una organización explícitamente no partidista financiada por una fundación benéfica) descubrió que el 33 % de los estadounidenses no cree que haya pruebas sólidas del calentamiento global y otro 10 % no sabría decidir. O por qué el escepticismo sobre el cambio climático está cobrando importancia política en Australia, donde la opinión pública muestra una pauta similar. En Gran Bretaña, varias encuestas recientes indican que el temor ante el cambio climático ha descendido (aunque a la mayoría de los ciudadanos le sigue preocupando) mientras que el número de «agnósticos del cambio climático» ha ascendido hasta un tercio de la población.

Probablemente una de las razones es que hay muchos aspectos del clima que no entendemos del todo. Tomemos los aerosoles, por ejemplo, y no me refiero a los desodorantes corporales sino a las pequeñas partículas que lanzan a la atmósfera los incendios, las erupciones volcánicas, la espuma marina, las tormentas de arena, los procesos industriales y las emisiones de los aviones a reacción. Se sabe desde hace mucho que estos afectan a la temperatura del planeta. El problema es que no estamos seguros de cuánto.

Pero podrían ser muy significativos. Las partículas de aerosol permiten que se condensen las gotas de agua y formen nubes (de hecho, si no hubiera partículas de aerosol en el aire no existirían nubes). Cuanto más blanca es la nube, más luz solar ayuda a reflejar de vuelta al espacio, enfriando el planeta. (Cualquiera que haya sobrevolado bancos de nubes sabrá lo asombrosamente brillantes que pueden ser). En un artículo de 2006 publicado en *Science*, François-Marie Bréon, del Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, indicaba que las emisiones de aerosoles humanos «podían incrementar la cubierta nubosa hasta un 5 %, lo que tendría como consecuencia un sustancial enfriamiento neto de la atmósfera terrestre». De hecho, una de las técnicas propuestas para contrarrestar el calentamiento global consiste en una flota de «naves que siembren nubes» que recogerían agua de mar y la harían pasar por un dispositivo, un poco al modo de una impresora de tinta, para colocar diminutas gotas del tamaño apropiado en el

aire, alrededor de las cuales se podrían formar nubes. El razonamiento es que un mayor número de nubes podría contrarrestar temporalmente los efectos del calentamiento global concediéndonos así más margen de tiempo para *descarbonizar* nuestras economías^[8].

También sabemos que algunos aerosoles pueden reflejar la luz solar alejándola del planeta por sí solos. En 1991, la erupción del volcán Pinatubo en Filipinas envió aproximadamente veinte millones de toneladas de ceniza volcánica a veinte kilómetros de altura en la atmósfera, y las temperaturas medias globales descendieron alrededor de medio grado centígrado el año siguiente. El hielo de la bahía de Hudson se fundió casi un mes más tarde de lo normal, y los osos polares, que se alimentan y dan a luz sobre el hielo, tuvieron mayor número de cachorros sanos aquel verano (una progenie apodada «los oseznos del Pinatubo»). Por otra parte, ciertos aerosoles como el hollín *absorben* la luz del sol y producen un efecto de calentamiento. Algunos creen que este tipo de «humo negro» puede ser la causa principal del calentamiento global en el mundo, solo superada por el CO₂. Aunque, puestos a ver el lado bueno, como dice Mike Berners-Lee en su libro *How Bad Are Bananas?: the carbon footprint of everything*: «el humo negro solo dura unos días en la atmósfera [así que] si reducimos la cantidad que producimos, el beneficio será instantáneo. De ahí que algunos expertos creen que reducir la contaminación de humo negro debería ser la prioridad número uno para enfrentarse al calentamiento global». El problema es que no sabemos qué cantidad de cada tipo de aerosol hay en la atmósfera. En enero de 2010, un artículo de *Nature* titulado «The Real Holes in Climate Science» [Los verdaderos agujeros en la ciencia del clima] resumía la situación afirmando que los cálculos sobre el efecto neto de los aerosoles variaba en un orden de magnitud.

Otro vacío en el cuadro general del cambio climático es que no sabemos dónde va de hecho el carbono que arrojamos a la atmósfera. Sabemos cuánto emitimos, y también cuánto se queda en la atmósfera (aproximadamente la mitad), pero no sabemos exactamente dónde va a parar *la otra mitad*. Sin duda, la tierra y los mares lo absorben pero en qué cantidad y dónde es algo que no se ha aclarado del todo. Se esperaba que el Orbiting Carbon Observatory de la NASA respondiera a esa pregunta, pero se estrelló en las aguas en torno a la Antártida en febrero de 2009. Se ha encargado un sustituto, pero con un precio de 278 millones de dólares es algo que no puede conseguirse en un fin de semana y por el momento los científicos están

saliendo del paso con las observaciones más limitadas del satélite japonés GOSAT.

Así que conocemos la cantidad de CO₂ que mandamos a la atmósfera y también contamos con la ciencia que demuestra que produce un efecto de calentamiento^[9]. Tenemos menos claro cuál es el impacto de los aerosoles sobre la temperatura y adónde va exactamente el carbono. Y todavía menos cuáles son los «puntos de inflexión» del clima que podrían desencadenar grandes subidas (o caídas) de temperatura. Lo cual supone un problema para la gente y los políticos. Si alguien predice un posible apocalipsis, creemos que debemos de estar cien por cien seguros al respecto. Se nos dice que nuestras ciudades pueden acabar inundadas, que naciones enteras serán inhabitables, que la capacidad de carga del planeta se desplomará y que estallarán guerras cuando empecemos a pelear por recursos cada vez más escasos. Entonces nos damos cuenta de que la ciencia del clima no es exacta. Para los no versados en ciencia esto supone que todo el asunto parezca rodeado de incertidumbres y, dada la gravedad de las posibles consecuencias, mucha gente espera un argumento planteado en términos más concluyentes. (Irónicamente, para muchos científicos, el consenso sobre la amenaza del cambio climático, manifestado en una serie de informes del IPCC —Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático—, representa la expresión más potente que ningún grupo de científicos haya sido capaz de proponer jamás colectivamente).

A lo que hay que sumar el hecho de que la cifra más importante utilizada en defensa del cambio climático no parece intuitivamente amenazadora: claro, los niveles de CO₂ han subido, pero cien partes *por millón*. ¿Y el aumento desde la Revolución Industrial? Aproximadamente una milésima del 1 % de toda la atmósfera. Como el parlamentario australiano Bob Katter planteó en su cámara de representantes: «¿Me están diciendo en serio que el mundo se va a calentar porque hay cuatrocientas partes *por millón* de CO₂ ahí arriba? Si sabe algo sobre ciencia, se dará cuenta de lo completamente descabellada que es esa afirmación, de lo absolutamente ridícula y risible que es».

A Bob, a diferencia de un científico, o, ya puestos, de un bebedor de *whisky*, le cuesta entender que una pequeña cantidad de algo pueda tener un efecto importante. Pero no es un hombre atípico entre los escépticos. Y si a las incertidumbres de la ciencia se le añade el hecho de que el cambio climático es un problema de desarrollo lento que, si lo aceptamos y nos enfrentamos a él, requiere cambios fundamentales en el modo en que organizamos nuestras sociedades, no es difícil entender por qué tanta gente

tiene una razón emocional muy poderosa para adoptar la actitud de «esperar a ver qué pasa».

Pero ¿hasta qué punto es sensata?

Alrededor de una vez al mes me gusta jugar al póquer con algunos de mis vecinos. Es una excusa para tomar unas cervezas, intercambiar historias y perder la mayor parte de nuestro dinero con Brian. Solemos jugar a Texas Hold 'Em o a Omaha, juegos en los que se descubre una carta de más en cada ronda y los jugadores apuestan según se va formando su mano. Yo soy un jugador de «esperar a ver qué pasa», siempre optimista sobre las cartas que quedan en el mazo. Si tengo un dos y un cinco de corazones sigo hasta el final, esperando tres corazones más que me den una escalera de color. Casi siempre debería retirarme. Acabo apostando más dinero, y por lo general perdiéndolo. Brian es lo contrario. Si su mano parece floja, se retira pronto. Apuesta alto cuando las probabilidades son buenas, abandona cuando son malas, y de vez en cuando, porque los demás lo sabemos, se echa un farol y gana con una pareja de treses. (Cabrón).

Mi temor es que una actitud de «esperar a ver qué pasa» en relación con el clima podría suponer el peor error que cometiéramos jamás. Solo porque los modelos climáticos sean incompletos no quiere decir que todos esos científicos preocupados se equivoquen. Hay algunas cosas que «sabemos que sabemos»^[8] (por utilizar el lenguaje de Donald Rumsfeld) bastante convincentes. La temperatura *está* subiendo. El Ártico está retrocediendo. Las concentraciones de CO₂ no paran de aumentar. ¿Y si la afirmación del IPCC, redactada en términos puramente científicos, de que es «muy probable» que la humanidad esté calentando el planeta acaba resultando una predicción cierta en el futuro? ¿Cuánto estamos dispuestos a apostar? ¿Nuestras ciudades costeras más importantes? ¿Nueva York? ¿Mumbai? ¿Singapur? ¿Londres? ¿Tokio? ¿O tal vez algunos países bajos como las Maldivas y Bangladesh? ¿Y esos miles de millones de vidas que se perderán según James Lovelock? ¿Apostamos mucho o poco? ¿Cuánto está en juego? ¿Estamos tan convencidos de que los científicos se equivocan? ¿Queremos esperar la escalera de color? A la postre, supongo que no me alegraría tener que apostar y perder miles de millones de mis prójimos frente a un mundo con una capacidad de carga reducida y todos los conflictos que se desencadenarán.

Visto desde el aire, se ve lo vulnerable que es Nueva York a una subida del nivel del mar. Mientras mi vuelo se aproxima al aeropuerto de LaGuardia pienso que, para resultar convincentes, los escépticos necesitan enseñar una

mano mucho mejor en esta partida que el *lobby* del cambio climático. Son ellos quienes tienen que demostrar *concluyentemente* que el calentamiento global *no* está causado por el hombre, o que ni siquiera está sucediendo. No basta con *poner en duda* el calentamiento global antropogénico. Los escépticos tienen que asegurar su apuesta por completo. Porque cuando se trata del planeta (a diferencia de en el póquer), prefiero jugar sobre seguro. Lo peor que puede suceder si nos equivocamos con el calentamiento global es que el crecimiento económico se ralentice un poco y se acelere el desarrollo de tecnologías limpias que sustituyan a los combustibles fósiles cuando estos se acaben. Lo peor que puede suceder si se equivocan los escépticos es que la mayoría de nosotros muera. Como diría Harry el Sucio, si usted es un escéptico «tiene que hacerse una pregunta: “¿Es mi día de suerte?”». Bien, ¿es el suyo?

Pero incluso si es usted un escéptico, quédese conmigo. Las siguientes etapas de mi viaje me enseñarán cosas que son buenas para el planeta y para nuestras economías tanto si cree que el calentamiento global es producto del hombre como si no. Aterrizo en Nueva York al atardecer y cojo un taxi hacia el barrio de moda pero casi intencionadamente desastrado de Long Island City. Me alojo con el que seguramente es el mayor cerebritito de mis amigos, Colin, un neurocientífico al que conocí a través de un sitio web para compartir pisos cuando buscaba a alguien con quien compartir el alquiler en Londres. Colin intenta llegar al fondo del funcionamiento de la memoria para arrojar alguna luz sobre enfermedades como el Alzheimer. Eso le convierte en una especie de héroe en mi mundo.

Esta noche, Colin se encuentra en San Diego donde ha acudido a una entrevista de trabajo, así que dispongo de su piso para mí solo. Esparcidos por el apartamento hay artículos de investigación con títulos como «Hippocampal CA3 Output is Crucial for Ripple-associated Reactivation and Consolidation of Memory». Lo que ha cambiado en mí al ver este tipo de material hoy con respecto a los tiempos en que compartíamos piso es que ahora quiero leer los artículos y entenderlos. (Antes, nuestras conversaciones científicas no pasaban del diseño del sándwich de desayuno perfecto). Con una visita más a Harvard, al MIT y a la cafetería favorita de Eric Drexler me convertiré en un *geek*.

Al día siguiente hace un sol espléndido y el cielo está azul. Voy a Manhattan y me siento en el Rockefeller Park, dominando el río Hudson, a preparar mi próximo banquete de cerebritos de la ciencia. Voy a reunirme con el geocientífico Wallace Broecker y con Klaus Lackner, un físico alemán que

podría ser para el exceso de CO₂ lo que Harry el Sucio era para los delincuentes. Me distrae un momento un barco con el llamativo rótulo de «America's *only* gay sailing tea dance» [El único baile náutico *gay* de América]. Bueno, supongo que también es un nicho de mercado.

Colin vuelve de San Diego con un dilema. El empleo que le ofrecen parece perfecto, pero no está seguro de dejar su amada Nueva York.

—Lo entiendo —digo—. En San Diego no hay ninguna tetería de baile gay en un barco.

—Exactamente —dice y guarda silencio.

En los círculos de la ciencia del clima, Wally Broecker es una combinación de estrella del *rock* e institución, el equivalente geocientífico de Willie Nelson. Cuando a la mañana siguiente salgo para reunirme con él y con Klaus, siento una mezcla de aprensión y emoción. Broecker ha sido descrito como «el abuelo de la ciencia climática» y «uno de los más grandes geocientíficos vivos del mundo». Ha recibido premios que llenarían una estantería, y si yo hiciera aquí un listado de los mismos a cualquier lector se le pondrían los ojos vidriosos, pero entre ellos se cuentan la Medalla Nacional de la Ciencia de EE. UU. y el Tyler Prize (concedido anualmente «a la ciencia medioambiental, la energía y la medicina que producen grandes beneficios para la humanidad»).

—Creo que el mayor placer es conseguir que la naturaleza te revele por primera vez uno de sus secretos —me cuenta cuando nos encontramos—. En cierto sentido soy un «ingeniero a la inversa». Parto de un sistema tierra e intento descubrir cómo está montado. —Ante su vitrina de galardones comenta—: La longevidad ayuda.

Entre los científicos, Broecker es sobre todo más conocido por su trabajo sobre la «circulación termohalina» (la «cinta transportadora» del océano), pero más recientemente también se le ha conocido como la primera persona que puso las palabras «calentamiento global» por escrito.

—Si mi carrera ha quedado reducida a eso es un gran fracaso —dice^[10].

Mi primera parada es en el despacho del colega de Broecker Klaus Lackner, en la décima planta del edificio del campus de la Universidad de Columbia en Manhattan. En persona, Klaus es un hombre alto, de rasgos suaves que, si no fuera por su cabello gris, daría la impresión de tener cuarenta y pocos en lugar de cincuenta y tantos. Su expresión facial parece sumida perennemente en la indecisión, sin saber si va a manifestar un pensamiento profundo o a soltar un chiste, lo que sirve para darle un aire de

persona accesible. Klaus va a llevarme en coche a ver a Wally en la sede del Lamont-Doherty Earth Observatory en el frondoso campus, a casi veinte kilómetros al norte de la ciudad. El observatorio está consagrado al estudio del planeta a un nivel «muy amplio», centrándose en sistemas que abarcan toda la tierra y cómo interactúan.

En el breve tiempo que paso en el destartalado coche de Klaus me queda muy claro que tiene una mente profundamente analítica, heredada tal vez de su padre abogado, que trabajó en la creación de un sistema judicial democrático en Alemania después de la Segunda Guerra Mundial. Pero además de la necesidad que tiene todo científico de ser claro, también se percibe en él la comprensión de las ambigüedades de la condición humana. Mientras cruzamos el puente George Washington, Klaus recuerda en un inglés perfecto pero con un ligero acento los efectos del conflicto en sus parientes mayores. Tal vez esto da una pista de por qué no es solo un teórico en su «torre de marfil». Como su padre, Klaus está determinado a *hacer*, no solo a pensar.

—Tengo cierta inclinación hacia la ingeniería —dice—. Así que no solo me fijo en cómo y por qué funcionan las cosas, sino en cómo podemos hacer que funcionen. Me interesa mucho cómo construir cosas. —Puede que el mundo se alegre algún día de que Klaus sea como es.

Aprovecho el trayecto en coche para preguntar cómo es posible que un gas que existe en partes *por millón* en la atmósfera puede tener un efecto tan drástico sobre las temperaturas globales.

—Bueno, en términos relativos no es tan pequeño —dice Klaus—. Hemos pasado de doscientas ochenta partes por millón a trescientas ochenta, así que el incremento es de más de un tercio. No es lo mismo beber dos cervezas que beber tres. Pero la razón principal por la que influye en el clima es que es un gas de efecto invernadero muy potente. —En otras palabras, una cantidad mínima puede suponer una inmensa diferencia, algo así como echarle una gota de Tabasco a la solución desinfectante para las lentillas de tu hermano.

—¿Por qué es tan potente el CO₂? —pregunto.

—Es uno de los actores principales cuando se trata de la absorción de infrarrojos en la atmósfera —explica Klaus. Bueno, sí, ciertamente. Pero eso ¿qué significa? Resulta que todo tiene que ver con longitudes de onda de energía. Un concepto que es difícil de visualizar. Podemos ver o sentir los *efectos* de la energía, pero a esta no podemos *verla*. Y dado que la energía es un concepto ya de por sí bastante esotérico, hablar de longitudes de onda de energía puede ser incluso más difícil de entender.

Sin embargo, la mayoría de nosotros podemos hacernos una idea de las longitudes de onda del *sonido*. Casi todos los equipos de alta fidelidad y los radios tienen diales de «tono», «graves» o «agudos» para elevar las frecuencias más altas o más bajas. Si tiene un equipo de música muy enrevesado, puede incluso jugar con un «ecualizador gráfico» para aumentar con precisión el volumen de las longitudes de onda específicas que quiera (a mi hermano, por ejemplo, le gustan los graves lo bastante como para poner en peligro la integridad de su colon). Todos entendemos que los ruidos bajos, como el *riff* de bajo de *Superstition*, tienen longitudes de onda más largas que la magistral parte del saxo, que oímos como una serie de sonidos más altos (con longitudes de onda más cortas). Y también entendemos que algunos materiales absorben diferentes longitudes de onda de sonido mejor que otros. Las paredes que me separan de mis vecinos, por ejemplo, son bastante eficaces absorbiendo las longitudes de onda de sonido más cortas (los agudos), pero no tan buenas cuando se trata de filtrar las más largas. En consecuencia, estoy muy familiarizado con las líneas de bajo de su colección entera de discos.

Klaus explica que el CO₂ absorbe ciertas longitudes de onda de *energía térmica*, del mismo modo que a mi pared le gusta absorber ciertas longitudes de onda de energía sonora procedente del piso de al lado. Sin embargo, una vez el CO₂ ha absorbido la energía, le gusta *reemitirla*, y una buena proporción de ese calor *vuelve abajo* (a la superficie de la tierra) en lugar de *ir hacia arriba* (escapando al espacio). ¿El resultado? Más CO₂ hace que el planeta se caliente más.

—El CO₂ absorbe longitudes de onda de energía que otros gases de efecto invernadero no absorben —dice Klaus. Parafraseando un viejo anuncio de cerveza: el CO₂ alcanza las longitudes de onda de energía que otros gases de efecto invernadero no pueden. Al hacerlo, taponan algunos «huecos» que suelen dejar pasar la energía térmica al espacio. Uno de esos otros gases de efecto invernadero es el vapor de agua.

Una atmósfera rica en vapor de agua es una de las razones principales por las que disfrutamos de un planeta cálido y habitable. La luna es un ejemplo de lo que puede suceder cuando no hay mucho vapor de agua u otros gases que ayuden a formar una atmósfera.

El vapor de agua es el mayor absorbente de energía térmica que surge de la superficie de la tierra y es, sin duda, el más importante de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, su concentración en la atmósfera está regulada por procesos naturales del planeta, y nosotros no podemos hacer

nada al respecto. Si se bombea una carga de más de vapor de agua a la atmósfera, pronto se condensará en forma de lluvia y nieve. Y a la inversa, si se succiona una parte, la evaporación de los océanos no tardará en reemplazarlo. El National Center for Atmospheric Research de EE.UU. calcula que cada año 473 *billones* de toneladas de agua se evaporan del océano, y otros 73 billones de la tierra. (Pueden compararse con las escasas treinta mil millones de toneladas de emisiones de CO₂ producidas por el hombre). Controlar el vapor de agua para combatir el calentamiento global ni siquiera se plantea como posibilidad.

—El vapor de agua es incontrolable —explica Klaus mientras conducimos hacia el norte—. Viene y va. Pero ¿el CO₂? Nosotros lo introducimos, y se queda.

(O, para ser más precisos, en palabras del oceanógrafo de la Universidad de Chicago David Archer: «La vida del combustible fósil de CO₂ en la atmósfera es de unos cuantos siglos, más un 25 % que, esencialmente, es eterno. La próxima vez que rellene su depósito recuérdelo»).

Hay una relación directa entre la temperatura del planeta y la concentración de vapor de agua en la atmósfera. Cuanto más se calienta el planeta, más vapor de agua se retiene en el aire. Esto significa que añadir CO₂ a la atmósfera no solo calienta el planeta al atrapar energía térmica *en y de sí mismo*, sino que también ayuda a introducir *más vapor de agua* en el aire. Eso implica que el vapor de agua se comporta como un gran *amplificador* de cualquier efecto de calentamiento que pueda producir el CO₂. Esa es una de las razones principales por las que el CO₂ es tan potente. Cuando entra en la atmósfera, invita a una cantidad inmensa de vapor de agua que provoca calentamiento a que lo acompañe (aunque hay *otro* debate abierto en la ciencia del clima sobre cuánto vapor de agua recoge el aire mientras cambia la temperatura).

Klaus y yo hemos llegado al Gary C. Comer Geochemistry Building donde Wally nos espera. El edificio lleva el nombre de su benefactor, Gary Comer, fundador de la empresa de venta de ropa por correo Land's End y gran aficionado a los yates. Tenía un interés especial por las aguas del Ártico y escribió por primera vez a Wally en 2002 tras navegar por el famoso Paso del Noroeste.

Durante casi cuatrocientos años, las naciones europeas (sobre todo Gran Bretaña) habían enviado decenas de misiones para encontrar una vía

navegable a través del Ártico canadiense. El premio era una ruta marina miles de kilómetros más corta que la del Extremo Oriente. En términos comerciales, el rumoreado Paso del Noroeste era un premio por el que merecía la pena morir, y muchos murieron. Hay historias de barcos atrapados en el hielo durante más de cinco años, de tripulaciones diezmadas regresando renqueantes en naves dañadas, de desapariciones de expediciones enteras y, hoy en día ya se admite, de canibalismo. El hielo frustraba casi todos los intentos. Otros se venían abajo por la locura, los motines o razones políticas antes de que el hielo acabara con ellos. Al final, Roald Amundsen, navegó por el paso en 1906, en una embarcación diminuta y de poco calado, la *Gjøa*. Pese al triunfo simbólico de Amundsen, el Paso del Noroeste siguió siendo básicamente innavegable.

En 2001, Comer y su tripulación decidieron comprobar si podían llevar su yate a motor de 50 metros *Turmoil* a través del paso, pensando que no lo conseguirían (y con la medida de seguridad de un hidroavión a mano por si se veían en dificultades). La tripulación del *Turmoil* navegó por el paso atravesándolo en solo diecinueve días sin haber encontrado apenas hielo que les molestara, lo que preocupó profundamente a Comer. El calentamiento global, según parecía, estaba produciendo ya algunos cambios muy reales en el planeta. (A día de hoy, varios grandes buques comerciales han realizado el mismo viaje. La barrera de hielo desaparece durante buena parte del año. Para quienes han estudiado el cambio climático o la historia del Paso del Noroeste, es un hecho increíble e inquietante).

Después de su viaje por el Paso del Noroeste, Comer decidió financiar la investigación sobre el fenómeno y, tras preguntar en la comunidad científica, le remitieron a Broecker. Con la asesoría de Wally, donó gran parte de su fortuna a una serie de proyectos de investigación sobre el clima, además de poner el dinero para erigir el edificio en el que ahora me encuentro, antes de morir de cáncer en 2006.

Si Wally fuera un personaje de los Teleñecos sería Waldorf, uno de los dos ancianos del palco del teatro: listo, gracioso y preparado para señalar, sin cortarse, los defectos de lo que le pongan por delante. Tiene unos modales de encantador cascarrabias («¿Qué hace usted aquí?, ¿está escribiendo un libro? Ah, sí, me acuerdo vagamente»), y a los setenta y ocho años conserva un desarrollado sentido de la travesura. Recuerda haberle gastado una broma a un colega de Lamont, el científico George Kukla: levantó su coche con un gato y lo colocó cuidadosamente sobre ladrillos de cemento solo una pizca más altos que el hueco entre el chasis y el suelo. Cuando George intentó salir,

las ruedas giraron impotentes. El habitualmente tranquilo investigador perdió los nervios, sobre todo porque en aquel momento recibía a «un hombre muy importante de China, uno de los primeros visitantes chinos que vinieron aquí». Wally se ríe. «Le preguntamos si los chinos gastaban bromas como esa y él dijo: “Solo los niños pequeños”».

Pero, bromas aparte, Wally es uno de los científicos más importantes del mundo, y cuando habla sobre el clima, la gente le escucha. Se ha mantenido aparte de los comités del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, y ha preferido emitir sus propios informes, basados en sesenta años de experiencia científica. Sostiene que el calentamiento que presenciamos ahora es fundamentalmente distinto de los cambios históricos del clima.

—Es mayor y más rápido —me dice; lo que naturalmente lleva a plantear la pregunta: «¿Qué podemos hacer?».

Las opciones que suelen darse son no hacer nada (la que ofrece el campo de los escépticos), reducir las emisiones de CO₂ (la de los activistas del clima optimistas) o diseñar contramedidas para producir algún tipo de efecto de enfriamiento compensatorio. Esta última opción se denomina «geoingeniería», y entre sus ideas más estafalarias se cuenta poner inmensos espejos en órbita. La geoingeniería la suelen sugerir los activistas del clima *pesimistas*.

Pero existe otra opción. Invertir en Klaus Lackner.

Klaus y sus colegas han construido una «depuradora de carbono», una máquina que arranca el CO₂ del aire. O, por decirlo de otro modo, a un lado de la máquina de Klaus hay aire que contiene niveles actuales de CO₂ y al otro lado hay aire con aproximadamente la misma cantidad de CO₂ que estaba presente antes de la Revolución Industrial.

—Nos hemos pasado los cinco últimos años en Tucson, Arizona, demostrando que esto funciona —dice Lackner. El «nosotros» en cuestión lo constituyen, además de Klaus, los dos hermanos que sentó a la mesa Wally: Allen y Burt Wright, que no están emparentados con los famosos hermanos Wright de la aviación pero que podrían acabar ocupando un lugar similar en la historia de la ingeniería. Porque si se adopta la tecnología de la depuradora, puede empezar a *reclamar* el CO₂ que hemos estado emitiendo, tratando las emisiones igual que ahora tratamos las aguas residuales. Podría ser un elemento crucial en una infraestructura de procesado de CO₂ para el planeta.

No es ni toda ni la única solución (aunque con el número suficiente de máquinas de Lackner podría serlo).

—Si has construido una planta de carbón que captura CO₂ nada más salir de la chimenea, no puedo competir —dice Klaus. Pero incluso si todas las centrales eléctricas dejaran de emitir mañana carbono de golpe, sigue habiendo muchos otros sitios que lo siguen bombeando al exterior, en especial en el sector del transporte, que supone casi una cuarta parte de las emisiones del mundo—. A un avión le cuesta mucho volar con electricidad —dice.

La postura de Lackner/Broecker es que crear desperdicios no es necesariamente algo malo. Lo malo es *no afrontarlo*. Nadie insinúa que deje usted de ir al lavabo, pero todos tenemos instalaciones de alcantarillado. En Gran Bretaña fue de hecho «el gran hedor» de 1858 (durante el cual el olor de las aguas residuales sin tratar inundó el centro de Londres, incluido el Parlamento) lo que finalmente convenció a los legisladores para invertir en alcantarillas. Hoy no encontrará a mucha gente criticando las alcantarillas pero en la época hubo muchos escépticos que consideraron aquella inversión pública «absurda y ridícula». En un sentido similar, las depuradoras de carbono de Lackner son tan sencillas y están tan justificadas que parece increíble. Es más, no son solo una idea sobre el papel. La confesada «inclinación a la ingeniería» de Lackner significa que, junto a los hermanos Wright, ya ha construido prototipos útiles a escala de laboratorio.

Claro que las depuradoras de carbono no son un invento nuevo. Se han utilizado desde hace décadas, por ejemplo, en submarinos, para mantener el aire respirable. Sin embargo, hasta hace poco, la idea dominante era que tal tecnología de depuración no podía adaptarse a eliminar la relativamente pequeña proporción de CO₂ en la atmósfera sin utilizar enormes cantidades de energía. De hecho, un informe especial de 2005 del IPCC despachaba el trabajo de Klaus con una única línea: «La posibilidad de la captura de CO₂ del aire ambiental (Lackner, 2003) no se aborda en este capítulo porque la concentración de CO₂ en el aire ambiental es de alrededor de 380 partes por millón, un factor de cien o más inferior que el del gas de combustión». O, dicho con otras palabras, tienes que estar loco para intentar encontrar la aguja de CO₂ en el pajar de la atmósfera. Cualquier cosa que pudiera funcionar requeriría demasiada energía (y por tanto añadiría más CO₂ a la atmósfera del que eliminaría).

Wally también tuvo sus reservas al principio. La primera vez que escuchó hablar a Lackner, creyó que el alemán estaba pirado («vigorosamente pirado», de hecho).

—Luego tuvimos más tiempo para hablar, y al instante quise contratarlo.

Lackner se propuso demostrar que sus métodos podían eliminar CO₂ utilizando niveles bajos de energía, y Wally le respaldó. Por eso Wally cree que un plan que se centre solo en reducir las emisiones «acabará matándonos».

—La gente dice que tenemos que dejar de utilizar combustibles fósiles — afirma—. Nuestra perspectiva es la inversa. Se va a seguir quemando combustible. El mundo va a necesitar energía, las naciones en desarrollo van a utilizar más energía, así que más vale que pensemos qué hacer frente a eso. No podemos pasarnos [a las energías renovables] lo bastante rápido — prosigue Wally—. Los líderes del mundo todavía no lo entienden. Por eso necesitamos capturar aire.

Así que, ¿cómo funcionan las máquinas de Klaus?

Si ha estudiado un poco de química, tal vez recuerde que el carbonato sódico reacciona con el CO₂ para crear el bicarbonato sódico (o bicarbonato). Bien, en las máquinas de Klaus hay una galería de hebras de resina «absorbente» —carbonato sódico impregnado— que reaccionan con el CO₂ del aire que fluye sobre ellas y el CO₂ capturado ayuda a crear bicarbonato.

No obstante, *capturar* CO₂ es solo la mitad de la tarea. De algún modo tiene que *extraerse* el CO₂ de la resina absorbente si se quiere que el aparato sea reutilizable y por tanto rentable. Reponer todo el lío con un nuevo suministro de resina hace que el sistema resulte prohibitivamente caro y sediento de energía. En este punto es donde la resina de Lackner va a su aire, haciendo algo que hasta Klaus admite que es contraintuitivo: en presencia de agua, la resina cambia su afinidad por el CO₂, despojándose de su recién recogida abundancia de dióxido. La reacción de la «recogida» da un paso inverso: el bicarbonato sódico se convierte en carbonato sódico.

Esto significa que si Klaus introduce vapor de agua en sus máquinas, el CO₂ del absorbente «caerá» de la resina, permitiendo que el aparato sea reutilizado. Condensar ese vapor permite que el CO₂ capturado salga burbujando por arriba, del mismo modo que las burbujas de CO₂ suben a la superficie del champán.

Tiene algo de poético el que un gas de efecto invernadero (el vapor de agua) recoja otro (CO₂). Después de todo, uno de los problemas con el CO₂ en la atmósfera es que lanza más vapor de agua al aire, y así amplifica el efecto de calentamiento. Aquí, gracias a la química del absorbente de

Lackner, sucede lo contrario. El vapor de agua se utiliza como un elemento en el proceso de *extraer* CO₂ del aire.

Por supuesto, una vez ha capturado el CO₂, tiene que almacenarlo en algún sitio y asegurarse de que no vuelve a salir a la atmósfera (un proceso denominado «secuestro» [*sequestration*]). Una de las opciones es inyectar el gas en rocas, en concreto rocas «ultramáficas», que tienen altas concentraciones de magnesio que reaccionan con el CO₂ para producir carbonato de magnesio. Klaus me cuenta que solo en Omán hay tantas rocas de este tipo que no queda en el mundo bastante carbón cuya combustión las desbordara como almacén de CO₂. Otra opción consiste en inyectar el CO₂ en rocas de basalto para hacer piedra caliza, una alternativa que investiga otro científico de la Universidad de Columbia, David Goldberg.

—¿Puede la química del absorbente mejorarse más? —pregunto.

Wally me interrumpe con una carcajada.

—¡No saben cómo funciona la química! —exclama con alegría infantil, antes de señalar un tubo sellado (colocado junto a una lata que lleva la etiqueta «Dr Fozze's Fart Beans») que contiene un poco del CO₂ capturado por uno de los primeros prototipos de Lackner.

Tiene razón. Klaus no está seguro de por qué el vapor de agua hace que su resina devuelva parte de su CO₂.

—Puedo explicarle con seguridad *lo que hace* —me dice—. Eso lo vemos. Pero por el momento, solo puedo plantear conjeturas sobre *por qué lo hace*. Tengo una buena teoría, y veremos si me equivoco o no. Una de las razones por las que me emociona el momento en el que nos encontramos es que estamos preparando experimentos para comprender la química. Una vez lo hayamos hecho, podemos utilizarla para la ingeniería. Así que le garantizo que estas máquinas mejorarán.

Klaus admite que, una vez sus depuradoras estén en producción comercial básica, por cada veinte moléculas de CO₂ que las máquinas expulsan a la atmósfera (si su energía procede de electricidad generada por combustibles fósiles), extraerán cien. Y solo está dando los primeros pasos. Con inversión y experiencia, la proporción mejorará (Klaus ya ha confeccionado una larga lista de mejoras que quiere investigar). Así que parece una locura que a Klaus le cueste reunir los veinte millones de dólares que, según sus cálculos, necesita para convertir sus prototipos en un proyecto definido para una unidad fabricada en serie.

—El que Klaus tenga problemas para reunir el dinero es absurdo —dice Wally, enfadándose. De hecho, cuando me reúno con ellos, los dos hombres

todavía no se han recuperado de una reciente decisión del gobierno federal de no financiar un centro de investigación dedicado a la captura y el almacenamiento del carbono. Lo que necesita Klaus supone solo el 0,000025 % de los 787 mil millones de dólares que el gobierno de Estados Unidos se ha sacado de la chistera para la American Recovery and Reinvestment Act de 2009: dinero para estimular la economía y salir de la crisis. Un cuarto de una diezmilésima parte de un punto porcentual.

Es irónico que cuando se trata de salvar el sistema financiero, a los gobiernos de todo el mundo les falte tiempo. Pero todos los bancos funcionan también sobre otra plataforma. Se llama atmósfera, y las implicaciones sociales y financieras del calentamiento global pondrán en más dificultades a Wall Street que cualquier barbaridad que se haya hecho ella sola. ¿Cuándo, me pregunto, una atmósfera en condiciones para los humanos no se ha considerado una inversión en infraestructuras? Un cálculo en el reverso de una servilleta indica que podríamos construir las suficientes depuradoras para recuperar todo el carbono que lanzamos a la atmósfera cada año (y empezar a recuperar los atrasos pendientes) por el equivalente a un impuesto del 3 % sobre los precios de los coches durante los próximos diez años.

¿Por qué Klaus piensa que es tan difícil encontrar los fondos necesarios?

—Creo que, por naturaleza, tendemos a saltar si la crisis es mañana, se nos dispara la adrenalina para hacer lo que se requiera para resolver el problema —dice—. Si hace cincuenta años le hubiera dicho que lo que estaba pasando en la banca llevaría a la catástrofe... ¿habríamos hecho algo? No sabemos pensar más allá de un marco temporal a cincuenta años vista.

¿No necesitaremos otro «Gran Hedor»?

Mientras tanto, Klaus puede explorar otra vía. El CO₂ tiene muchos usos industriales. Por ejemplo, se utiliza para mejorar el rendimiento en los invernaderos comerciales. Todas las plantas necesitan CO₂ atmosférico para vivir, es la fuente de carbono que transforman en azúcar y otros carbohidratos mediante la fotosíntesis (y sí, esta es otra de esas reacciones en bucle en el clima que no acabamos de entender del todo: la medida en que añadir más CO₂ aumentará el cultivo de plantas en el planeta). El CO₂ también hace que las bebidas gaseosas tengan gas, da energía a herramientas de presión, es un propulsor para las latas de aerosol, y uno de los componentes de los extintores de incendios. Puede utilizarse como herramienta para crear atmósferas «puras» para soldar, sirve para la construcción de las nanopartículas utilizadas en medicamentos, es un refrigerante, una materia prima para crear polímeros

y plásticos, e incluso se utiliza para hacer efector teatrales (la nieve carbónica).

—Estados Unidos consume aproximadamente ochenta millones de toneladas de CO₂ comercial al año —dice Klaus—; así que se podría llevar el proyecto adelante sin apoyo gubernamental. Se empieza poco a poco, vendiendo CO₂ al mercado, mejorando la tecnología, y se está preparado antes de que las fábricas de carbón hayan descubierto un modo de capturar CO₂ en su origen.

No hay vuelta de hoja, Klaus es una esperanza para el planeta. Y mejor aún, es que no es el único que está desarrollando máquinas que pueden extraer el carbono del aire.

—Convencí a David Keith [un famoso científico del clima] de que este tipo de captura de aire funciona y ahora él tiene una iniciativa rival —dice Klaus. Peter Eisenberger, también de la Universidad de Columbia, está abordando así mismo el problema.

Otra idea prometedora es la «Solar Thermal Electrochemical Photo Carbon Capture» [«Captura de carbono foto electroquímica térmica solar»] que ha sido probada por el doctor Stuart Licht y sus colegas en la Universidad George Washington. Su equipo afirma que si su tecnología pudiera aplicarse a una escala que abarcara setecientos kilómetros cuadrados, podría «eliminar y transformar todo el exceso de CO₂ atmosférico en carbono» en solo diez años.

Cuanta más gente trabaje en tecnologías que retiren el CO₂ que introducimos en la atmósfera, mejor. O, como dice David Keith: «quién lo consiga es algo que se determinará en una carrera muy reñida».

—Imaginemos un mundo en el que de repente tengamos montones de depuradoras de Lackner y los niveles de CO₂ en la atmósfera se reduzcan a niveles preindustriales —digo—. ¿El planeta se empieza a enfriar al momento?, ¿cesa el calentamiento?

—Hemos calentado el océano y eso actuará como freno del enfriamiento —responde Wally—. El océano también está ralentizando ahora el calentamiento del planeta porque absorbe mucho calor de la atmósfera. Pero a medida que enfriemos el planeta, el océano devolverá el calor y eso ralentizará el proceso de enfriamiento.

—La tierra devolvería su calor de más en un par de días —explica Klaus—, pero los océanos tardarán décadas, aunque ya verá cómo el ritmo es bastante rápido al principio. —Por supuesto, no podemos chasquear los dedos

y encontrarnos de repente en un mundo con las suficientes máquinas de Klaus para empezar a compensar instantáneamente todas nuestras emisiones de carbono—. No puede hacerse de la noche a la mañana, pero creo que, en cuanto se sepa lo que se hace, podría conseguirse en una década —dice Klaus—. Así que habrá un lapso de entre treinta y cuarenta años hasta la vuelta a la normalidad.

Le pregunto a Klaus si está convenciendo a la gente de que lo que propone es importante.

—El problema que he encontrado (y que cada vez es más grave) es que resulto sospechoso para ambos bandos del debate. Las personas que producen energía o se dedican al carbón creen que intento detenerlas porque digo que hay que tomarse en serio el cambio climático y no es de recibo seguir como si nada. Al otro lado, hay gente que tiene una idea particular de lo que significa «ser verde», y utilizar combustibles fósiles es inaceptable para ellos.

—¿Cree que los ecologistas tradicionales forman ahora parte del problema? —pregunto.

Wally resopla.

—¡Claro! —Wally se enfrentó con Greenpeace por las objeciones que le pusieron a probar el secuestro de CO₂ en las profundidades del océano—. Me preocupa mucho. Se opusieron firmemente hasta a que hiciéramos *experimentos* —dice.

¿Es optimista sobre si podemos resolver el problema del CO₂?

—Se resolverá. La cuestión es hasta dónde llegarán los niveles de CO₂ antes de que se resuelva.

Klaus coincide:

—Soy optimista en tanto creo que finalmente se solucionará. Pero mi concepción de la naturaleza humana es que no se afrontará la resolución hasta que estemos muy fastidiados.

—Puede que dentro de veinte años, cuando el impacto sea obvio, nos lo tomemos en serio —dice Wally.

—Pero permítame que le dé una visión optimista —dice Klaus—, en los años noventa me preguntaron «¿Cómo cree que evolucionará esto?» y respondí: «En esta década de los noventa, verá que los científicos piensan acerca del problema y poco más. La siguiente década habrá un gran debate político y poco más. La década en que nos pondremos manos a la obra será a partir de 2010. Y la gente se lo tomará muy en serio entre 2020 y 2030». En cierto sentido, vamos en ese camino.

Wally anuncia que va a tomarse una cerveza con George Kukla (la broma del coche parece olvidada hace mucho), y así pone fin a la conversación. Antes de irse, señala una fotografía colgada en la pared de la oficina en la que aparece con un grupo de doctores *honoris causa* de la Universidad de Cambridge. Cerca de Wally se ve a Bill Gates, el fundador de Microsoft.

—¿Por qué no le da él dinero? —pregunto.

—Le envié un poco de información, pero no respondió —dice Wally y sale a tomarse su cerveza.

Mientras Klaus y yo nos dirigimos a su coche, pasamos por delante de una inmensa serpiente de juguete peluda, rosa y azul, sujeta a la pared delante de la oficina de Wally. Debajo de ella un trozo de papel reza: «¡Soy la bestia del clima y tengo hambre!». Puede decirse que es la metáfora favorita de Wally. Su comentario de que «El clima es una bestia hambrienta y nosotros la estamos picando con varas» es uno de los resúmenes más citados de nuestros problemas con el dióxido de carbono (el CO₂ es la «vara» en cuestión).

Klaus me lleva en coche hasta la estación de tren del Dobbs Ferry desde donde volveré a Manhattan. Al llegar al coche, me vuelvo hacia él y aventuro:

—Debe de estar emocionado con esta investigación.

—Y tanto —dice—, y tanto.

Mientras, avanzada la tarde, mi tren hace su trayecto a lo largo de la orilla este del Hudson, algo me da vueltas por la cabeza. Sé que he escuchado algo en mi viaje sobre el CO₂ que es significativo para la conversación que acabo de mantener con Wally y Klaus, pero se me escapa. El tren deja atrás Hastings, Greystone, Glenwood y entonces al salir de Yonkers, me acuerdo: Joule Biotechnologies, una empresa que George Church me había mencionado de pasada (y una de las muchas organizaciones de las que es asesor científico). La empresa utiliza la ingeniería genómica para hacer variedades de bacterias que, a la luz del sol, consumen CO₂ y segregan diésel y combustibles de etanol. Saco rápidamente mi iPhone y busco su sitio web, agradeciéndole silenciosamente a Vint Cerf el poder hacerlo.

«Joule captura con eficiencia la luz solar para producir energía en forma líquida», dice, y afirma que su «uso de CO₂ residual como única materia prima tiene el potencial para producir cantidades prácticamente ilimitadas de combustible». En abril de 2010, la *Technology Review* del MIT consideró a Joule una de las diez empresas más innovadoras del mundo, señalando que evita la mayor crítica que se ha lanzado a la producción de biocombustible: la

cantidad de cosechas y de tierra necesarias para cultivar materias primas para el biocombustible como maíz, remolacha o pasto varilla.

La remolacha y el maíz producen alrededor de quinientos ochenta galones [un galón equivale a 3,78 litros] de etanol por acre [unos 4000 m²] según la Renewable Fuels Association, un grupo de presión de la industria del etanol norteamericana. Los cálculos para los biocombustibles de algas varían muchísimo, pero incluso los más conservadores, indican que su rendimiento puede ser diez veces mejor, lo que supone una producción por acre de cinco mil galones de gasolina (que posteriormente hay que refinar). La empresa de Florida Algenol Biofuels ha desarrollado un «alga híbrida» que, mediante la fotosíntesis, transforma CO₂ *directamente* en etanol. Afirmó haber obtenido un rendimiento de seis mil galones por acre y recibió una de las quince subvenciones de veinticinco millones de dólares concedidas por el Departamento de Energía de EE. UU. para el desarrollo de una «biorrefinería» piloto en Texas. Joule sostiene que su método *ya* está produciendo seis mil galones por acre y esta cifra ascenderá a veinticinco mil una vez empiecen la producción comercial a gran escala.

Al etanol le ha costado despegar como combustible en gran medida debido a los costes de producción (y a las preocupaciones vinculadas al uso de la tierra), pero con innovaciones como la de Joule y Algenol la situación podría estar a punto de cambiar. EE. UU. consumió 137 800 000 000 de galones de gasolina en 2008. Si todo ese combustible se hubiera vendido a través de gasolineras (hay 162 000 en Estados Unidos) significaría, de media, que cada una habría distribuido más de 850 000 galones ese año. Suponiendo que todas las gasolineras fueran iguales (que, por supuesto, no es el caso), cada una necesitaría encontrar entre treinta y cuarenta acres de tierra para conseguir combustible suficiente utilizando un sistema como el de Joule (el cálculo tiene en cuenta el etanol de más necesario para compensar el hecho de que sirve para recorrer unos kilómetros menos por galón que la gasolina). Eso supone solo una dieciseisava parte de una milla cuadrada. Únase la tecnología de captura de CO₂ de Lackner con un sistema como el de Joule o Algenol y podrá construir una fábrica de etanol o diésel cerca de cualquier parte donde haga sol. Literalmente podríamos extraer nuestros combustibles del cielo. Por descontado, quemar esos combustibles devolvería el CO₂ a la atmósfera pero, y eso es lo crucial, tal sistema no *añadiría* ningún dióxido de carbono, como hace nuestro uso de los combustibles fósiles. Sería lo que los *eco-geeks* denominan «neutrales en carbono» [*carbon neutral*, esta compensación del carbono emitido también se denomina «de carbono cero»].

Podría atraer incluso a aquellos que no creen en la necesidad de combustibles neutrales en carbono. Hoy casi el 90 % de las reservas de petróleo se encuentran en trece países, lo que convierte al resto del mundo en peligrosamente dependiente. Estados Unidos, por ejemplo, importó el 57 % de su petróleo en 2008. A medida que las reservas disminuyen (y casi todos los expertos aceptan que alcanzaremos la «cota máxima de extracción de petróleo» en algún momento de la próxima generación), la oportunidad para que estalle un conflicto es obvia. Y aparte de la posibilidad de hacer independiente energéticamente a cualquier país que adopte con éxito estas tecnologías, las mismas también erradican el tipo de desastre producido por el hombre que devastó las costas estadounidenses del Golfo de México como consecuencia de la explosión de la plataforma petrolífera Deepwater Horizon en 2010.

Y, más aún que todo lo anterior, la infraestructura para la energía podría conservarse en gran medida tal cual. Las gasolineras serían como las actuales, y los coches también. No habría ninguna necesidad de rediseñar radicalmente nuestra infraestructura de transporte, como sería necesario de optar por un cambio a vehículos eléctricos o de hidrógeno.

Por las carreteras estadounidenses ya circulan ocho millones de «vehículos de combustible flexible» que pueden funcionar con una mezcla de gasolina/etanol (muchos son vehículos «E85» que circulan con mezclas de hasta el 85 % de etanol y el 15 % de gasolina). General Motors se ha comprometido cautelosamente «a fabricar un 50 % de su producción adaptada al modelo combustible-flexible» en 2012. Ford, Chrysler y Toyota ofrecen coches E85. De hecho, Ford está volviendo a sus raíces: su famoso Modelo T, que empezó a fabricarse en 1908, podría funcionar con etanol, con gasolina o una mezcla de ambos.

Así que ¿por qué no hacer combustible a partir del CO₂ extraído del cielo? Ya tenemos tecnologías capaces de extraer CO₂ del aire y organismos que pueden transformar CO₂ en combustibles líquidos. Es posible que Klaus no consiga sus propósitos; Joule podría fracasar; Algenol tal vez no sea más que flor de un día. Espero que no. Pero, si lo fueran, alguien los reemplazaría. Por supuesto no se trata de toda la solución. Capturar todo el CO₂ del sector del transporte y convertirlo en combustible neutral de carbono todavía nos deja con todas esas centrales eléctricas a carbón. Pero, se imponga quien se imponga, el modelo para liberarnos en parte de la dependencia del petróleo ha de tener sentido. Incluso para cierto parlamentario australiano.

Telefoné a Klaus y le pregunto si también se le ha ocurrido la idea de utilizar su CO₂ como materia prima para combustibles.

—Sí, he tenido algunas conversaciones sobre cuestiones similares con gente de los biocombustibles.

—¿Con George Church? —pregunto.

—No, pero, por favor, preséntemelo —me pide. Cosa que hago por *email*, lo que me parece un detalle con mucho estilo.

He pasado un día increíble deambulando, parece, entre el apocalipsis y la salvación, y siento la necesidad de que algo normal, corriente y trivial calme mis pensamientos. Colin no falla. Junto con un grupo de sus amigos, me llevan a dar una vuelta por los bares de Manhattan donde pasamos buena parte de la noche comparando los méritos relativos de los Pet Shop Boys y Duran Duran. Estos últimos, sugiero, eran más divertidos y tenían mejores canciones. Otros no opinan lo mismo.

A veces, tras un día de hablar sobre cosas que de verdad importan, uno necesita una velada charlando de cosas que no.

Capítulo 10

Here comes the sun (and it's alright)

La mayoría de las sombras de esta vida se deben a que estamos al sol que somos nosotros mismos.

HENRY WARD BEECHER

Empecé este viaje preguntándome cuánto tiempo voy a vivir. Ahora lo sé: unos diez minutos si eso depende en lo más mínimo de Tracy Wemett.

Hay muchas razones para recomendar a Tracy. Dedicar su tiempo libre a tutelar a adolescentes con problemas, organiza recolectas de alimentos para personas sin techo y recoge fondos para un orfanato en Kenia. Y también es muy buena en su trabajo: relaciones públicas. Pero su manera de conducir es la peor que he sufrido en mi vida.

—Casi hemos llegado allí —dice antes de doblar una esquina a una velocidad traicionera, mientras envía un mensaje de texto. «Allí» podría ser fácilmente la otra vida. Así que jamás me he alegrado tanto de ver el edificio de una fábrica. El rótulo exterior reza: «Konarka». Tracy deja de un salto el asiento del conductor—. Me encanta venir aquí —me dice mientras bajo vacilante al asfalto, saboreando el detalle de que permanezca absolutamente inmóvil.

Desde fuera, este anodino edificio en un polígono industrial en las afueras de New Bedford, en Massachusetts, no es nada fuera de lo común. Sin embargo, dentro, se está haciendo algo extraordinario.

—Esta fábrica solía hacer película fotográfica para Polaroid —me dice Larry Weldon, vicepresidente de fabricación, que me ofrece una visita guiada—. Por eso la compró Konarka. El proceso es similar. Compró el edificio, pero también las máquinas. —Larry nos acompaña a Tracy y a mí a la cadena de montaje. Unos inmensos husos alimentan con una hoja continua de plástico transparente de unos dos metros de ancho una serie de máquinas, cada una de las cuales deposita finas capas de material sobre la película.

—En realidad, se trata solo de una gran impresora —dice Larry.

Como muchos ingenieros, Larry es un maestro de la contención expresiva. Porque esta «gran impresora» imprime rollos de paneles solares «orgánicos»

flexibles y ligeros de tan solo cinco milímetros de grosor que uno puede envolver alrededor de casi cualquier cosa.

Nunca hemos sufrido una crisis energética. Una estadística popular afirma que la tierra recibe más energía del sol en una sola hora de la que utilizamos en un año entero. No, no hay crisis de *energía*. Lo que sufrimos es una crisis de *conversión* de energía. O, para ser más exactos, una crisis de *coste* de conversión de energía. Por eso le ha ido tan bien a los combustibles fósiles. A pesar de todos sus inconvenientes, en la actualidad producen más energía por el dinero que usted paga que otras fuentes de energía. Eso se debe a que la naturaleza ha tardado millones de años en comprimir plantas y animales muertos para convertirlos en «hidrocarburos», materiales constituidos solo de hidrógeno y carbono.

Romper los enlaces químicos entre los átomos de hidrógeno y carbono libera energía en forma de calor y luz, y es bastante sencillo (los combustibles fósiles arden con facilidad). Debido a que los combustibles fósiles tienen una alta densidad de moléculas repletas de enlaces listos para romperse liberan más energía cuando se queman que, por ejemplo, las natillas. Que su coche funcionara con natillas requeriría cantidades ingentes de combustible. Otra ventaja de los combustibles fósiles es que conservan la energía celosamente encerrada hasta que la necesitamos, comportándose como una pila natural. Los combustibles fósiles constituyen la cuenta bancaria energética en la que la Madre tierra ha estado haciendo sus depósitos. Desgraciadamente, estamos retirando energía de la cuenta más rápido de lo que puede reponerse. Lo que a la naturaleza le costó ahorrar millones de años, lo estamos gastando en cuestión de siglos. Cuando se trata de combustibles fósiles, la humanidad es como un idiota con una tarjeta de crédito, y en cierto momento el banco va a dejar de darnos fondos.

Esos problemas no existen con la energía solar. El sol blande un enorme cheque de energía ante nuestras narices cada segundo. Fue el mismo sol del que aquellas antiguas plantas extrajeron su energía, utilizando un proceso llamado «fotosíntesis». Fueron aquellas plantas las que sirvieron de alimento a animales que llevan mucho tiempo muertos (y que ahora, junto con su alimento, se han convertido en largas cadenas de hidrocarburos) para obtener su energía. ¿Por qué no evitar esta espera de miles de millones de años? El problema es que no hemos sabido ahorrar la energía solar y la mayor parte se ha perdido sin utilizarse.

A veces resulta difícil entender por qué el progreso ha sido tan dolorosamente lento. La energía solar ha sido un icono del futuro desde mucho antes de que yo naciera. En el brillante ensayo en que investiga sus orígenes, «The Beautiful Possibility», Paul Collins cita un artículo de *Popular Science Monthly*: «Las generaciones futuras, una vez se hayan agotado las minas de carbón, contarán con el recurso del sol para conseguir calor y energía», anunciaba. «El sol será el combustible del futuro». ¿La fecha del artículo?: 1876.

Se trataba de hecho de la traducción de un artículo que había aparecido en la *Revue des Deux Mondes*, una revista literaria parisina que todavía se publica en la actualidad. Por entonces, Francia estaba maravillada por el trabajo de Augustin Mouchot, que en 1869 utilizó un espejo parabólico^[11] para concentrar los rayos solares sobre una caldera de cobre, creando una máquina de vapor de energía solar; ese mismo año publicó el primer libro sobre energía solar, *Le Chaleur Solaire et ses Applications Industrielles*. En la Exposición de París de 1878, Mouchot y su ayudante Abel Pifre utilizaron un espejo de más de cuatro metros de ancho y una caldera de noventa y cinco litros para hacer funcionar una nevera, y recibieron la Medalla de Oro de la Exposición por sus esfuerzos. Al año siguiente, la demostración se hizo con una imprenta de energía solar.

Pese al mecenazgo de Napoleón III, el invento de Mouchot (a diferencia del telégrafo) no cuajó. Los altos costes de fabricación, junto con el bajo precio de los combustibles fósiles, lo hicieron económicamente inviable, una combinación que ha perseguido a la industria de la energía solar durante la mayor parte de su historia. Pero eso está a punto de cambiar y, extraordinariamente, el método de Mouchot está en el centro del cambio. En una forma modificada y a una escala mucho mayor, la «energía térmica solar concentrada» está siendo adoptada en forma de centrales eléctricas integrales, donde parques de «abrevaderos» de espejos parabólicos concentran la energía del sol en delgados tubos de aceite caliente. El aceite se utiliza para calentar agua que hierve y crea vapor para mover una turbina.

Un plan especialmente ambicioso es la propuesta Desertec Industrial Initiative, que pretende instalar inmensas centrales térmicas solares concentradas en el Norte de África y enviar la electricidad a través de descomunales cables de energía tendidos bajo el mar Mediterráneo para proporcionar el 15 % de la electricidad que gaste la Europa continental en 2050. Antes de que crea que se trata de una pose idealista de los eco-geeks, sepa que entre los socios del proyecto están Abengoa Solar (el fabricante de

centrales de energía solar más exitoso de Europa), el Deutsche Bank, Morgan Stanley y Siemens.

Resulta que nuestras industrias de energía son pasmosamente ineficaces. Para generar la mayor parte de nuestra electricidad extraemos combustible del suelo (por lo general carbón), luego lo llevamos a una central eléctrica donde lo quemamos en grandes cantidades para crear vapor con el que mover turbinas. La electricidad resultante se envía a lo largo de kilómetros de cable hasta el consumidor final. Las centrales de carbón pierden más del 50 % de la energía generada como calor residual y hasta un 10 % de la que queda puede perderse en su transmisión por los cables (la cifra fue del 6,5 % en Estados Unidos en 2007).

Para obtener nuestros combustibles líquidos perforamos buscando petróleo en los pocos lugares donde podemos encontrarlo (menos de 1500 emplazamientos de perforación suponen el 90 % de las reservas petrolíferas conocidas del mundo), luego lo enviamos a refinerías donde se procesa antes de distribuirlo a los minoristas. Si quiere un poco, tiene que ir a buscarlo (por ejemplo, a su gasolinera) o bien pedir que se lo lleven. A continuación usted lo quema, pero pierde la mayor parte de la energía producida, hasta el 85 %.

Aunque todo esto parece absurdamente ineficaz y poco práctico, sigue siendo el modo más barato que hemos encontrado para satisfacer nuestras necesidades energéticas. La energía solar podría sonar como una opción obvia, pero las tecnologías para transformar la luz del sol directamente en energía han padecido todavía mayores ineficacias.

Al mismo tiempo, puede defenderse que es preferible la mejora de la eficacia del sistema existente en lugar del cambio a nuevas fuentes de energía. Mientras estaba en California, me pasé a ver a Dan Reicher, el jefe de proyectos medioambientales de Google. Dan defendía que concentrarnos en la eficacia energética es lo mejor que podemos hacer por el planeta a corto plazo. «Lamento que no sea algo muy emocionante y por tanto no saldrá en tu libro, pero el fruto que cuelga bajo el árbol hace más con menos: la eficacia energética repercute en toda la economía».

Parte de esa solución será el «Internet de las cosas» de la que hablé con Vint Cerf. «Estamos viendo ya electrodomésticos inteligentes en el mercado», dijo Dan. «Cuanto más puedan comunicarse entre ellos y con vuestro suministro de electricidad, más capaces serán de coordinarse y utilizar menos energía. ¿Me importa si mi lavaplatos se pone en marcha a las seis de la tarde cuando hace treinta y ocho grados en la calle y la red eléctrica está a punto de

reventar porque todo el mundo ha encendido el aire acondicionado, o a las tres de la mañana, a mitad del coste y con mucho menos impacto? Supongo que me importa, siempre que los platos estén fregados a la mañana siguiente. Hemos desarrollado las bases de algún *software* en el que la red eléctrica puede comunicarse con varias aplicaciones de su casa. En lugar de poner en marcha la siguiente gran central eléctrica, la red de suministro puede decir: “queremos que cien mil refrigeradores no inicien el ciclo de descongelado durante los siguientes treinta minutos”».

El argumento es que la eficiencia energética es el modo más rápido y más barato para reducir la cantidad de CO₂ en la atmósfera. A corto plazo, Dan probablemente tiene razón, pero hacer un uso más eficiente de nuestros combustibles fósiles no cambia el hecho de que seguimos utilizándolos (y agotándolos). Seguimos vertiendo CO₂ al cielo, aunque lo hagamos más despacio.

—Esta es una de las razones por las que Google está desarrollando nuevas tecnologías de espejos para ayudar a rebajar el precio de las plantas térmicas solares —dice Reicher—. Estamos buscando materiales nuevos y más baratos tanto para las superficies reflectoras como para el sustrato sobre el que se montan los espejos y esperamos reducir a la mitad el coste de los helióstatos, los campos de espejos que siguen el sol. Lo ideal sería que rebajáramos el coste un factor de tres o cuatro.

Estoy convencido de que la energía térmica solar tiene un papel importante que desempeñar en nuestro futuro, pero he venido a New Bedford porque lo que está sucediendo aquí forma parte de la otra mitad de la revolución solar, y podría dar lugar a un cambio radical en nuestra relación con la energía.

Las células solares de silicio tradicionales («células de silicio cristalino») funcionan porque la energía luminosa que incide sobre una oblea se mezcla con ella, arrancando los electrones cargados negativamente de los átomos. Cada célula consiste en dos láminas, una sobre otra, una con boro añadido y la otra con fósforo. Mezclar el boro y el fósforo en el silicio se denomina «dopaje» y da a las láminas diferentes propiedades eléctricas. La «negativa» dopada con fósforo encara al sol y cuando un electrón es expulsado en esta parte de la célula se dirigirá hacia la «positiva» dopada con boro, creando una reacción en cadena de «transmisión de carga» entre los átomos y dando lugar a una corriente eléctrica.

Sin embargo, las células de silicio son caras, difíciles de fabricar e, irónicamente, conllevan una huella de carbono muy alta (el proceso de «dopaje», por ejemplo, requiere que las láminas se calienten hasta un nivel ligeramente inferior al punto de fusión del silicio). En los últimos años han aparecido tecnologías de células solares «delgadas como películas» que utilizan láminas de silicio mucho más delgadas sobre combinaciones de materiales con nombres pegadizos como «teluro de cadmio» o «diseleniuro de cobre-indio-galio». Estas células pueden ser mucho más ligeras y finas y a menudo también son más baratas que sus equivalentes de silicio cristalino, lo que significa que aunque generen menos electricidad por metro cuadrado, el coste de la energía producida puede resistir la comparación. Una preocupación (quizá exagerada) es que el telurio y el indio son algunos de los elementos más raros del planeta, lo que despierta la sospecha de que, irónicamente, estas tecnologías «renovables» se verán obstaculizadas por la escasez de recursos naturales. Otra preocupación es que el cadmio es uno de los elementos más tóxicos conocidos por el hombre.

De vuelta a la fábrica de Konarka nos hemos detenido ante una máquina donde la capa increíblemente fina que genera energía está impresa en un rollo de plástico que pasa a través de ella.

—No utilizamos silicio, telurio, indio, galio ni nada de eso —dice Larry.

—¿Y qué utilizan?

—Tinta plástica.

La tecnología de Konarka utiliza moléculas de «polímeros orgánicos conductores» descubiertas conjuntamente por el cofundador de la empresa Alan Heeger junto con Alan MacDiarmid y Hideki Shirakawa (un descubrimiento por el cual los tres compartieron el premio Nobel de Química del año 2000). La etiqueta de «orgánico» se refiere al hecho de que los polímeros en cuestión son en parte carbono. Dado que el carbono es un átomo tan versátil (puede formar toda clase de enlaces químicos), es el preferido de la naturaleza como componente esencial para los seres vivos, que es la razón por la que a los alienígenas en las películas de ciencia ficción de los años setenta les gusta referirse a los humanos como «formas de vida basadas en el carbono» (es el primer elemento que reconocen sus escáneres). Pero no solo somos nosotros. Todas las plantas y animales están basados en el carbono. Por eso la química que tiene que ver con el carbono suele denominarse química «orgánica».

Al igual que los dos tipos de silicio dopado utilizado en las células solares tradicionales, las moléculas de polímeros conductores pueden ser «positivas»

o «negativas». Como las láminas dopadas con fósforo y de boro en las células de silicio, una serie de moléculas de polímeros suelta electrones y la otra los recoge. Sin embargo, a diferencia de las láminas de silicio amontonadas ordenadamente unas encima de otras, todas estas moléculas están mezcladas en una tinta barata. La buena noticia es que usted puede, literalmente, imprimir células solares. La mala es que, como las moléculas positivas y negativas están mezcladas, algunos de esos electrones no van muy lejos y son capturados casi en cuanto son liberados. Por tanto el material en la actualidad genera niveles bajos de energía medida en proporción al área de su superficie. Sin embargo, el material de Konarka es mucho más barato que las células de silicio y puede funcionar con poca luz (y por tanto durante periodos de tiempo más largos). De hecho, antes de empezar el recorrido por la fábrica, Larry me había enseñado una muestra que generaba alegremente electricidad bajo los tubos fluorescentes que iluminaban tenuemente el despacho donde nos había presentado Tracy.

Hacia el final de la visita, Larry empieza a explicar una de las razones por las que el material de Konarka (ellos lo denominan «Power Plastic») puede resultar más barato para producir a gran escala.

—Podemos recuperar antiguas fábricas de película fotográfica —dice y, aunque no confirma las cifras, es obvio que Konarka compró el edificio donde nos encontramos ahora a un buen precio—. Polaroid interrumpió la producción en 2007. Me quedé sin trabajo. —Pero no por mucho tiempo. Konarka compró la fábrica y volvió a contratar a Larry y a otros trece trabajadores de su equipo para que volviera a funcionar.

Ahora estoy contemplando el fruto de su esfuerzo. Ante mí pasan rodando metros de película, que se va transformando en material que genera energía. Puede que su eficiencia^[12] sea baja (en la actualidad entre el 3 y el 4 % dependiendo de la remesa) pero este centro más parece una imprenta de un periódico que una fábrica de células solares. Konarka afirma que en un solo turno puede preparar una milla cuadrada de material.

Le agradezco a Larry el tiempo que ha dedicado a enseñarme la fábrica y me dirijo a la salida con cierta inquietud. Sé que el único modo de llegar a mi reunión con el Consejero Delegado de Konarka, Rick Hess, es con Tracy al volante.

Rick Hess es un Consejero Delegado con todas las de la ley. Tiene aire de hombre relajado y seguro de sí mismo que probablemente no tiene que preocuparse demasiado por su pensión. Su rostro tiene rasgos fuertes:

mandíbula poderosa, nariz confiada, ojos que buscan directamente tu mirada. No se sienta en la silla enfrente de mí sino que se apropia de ella, rebosando seguridad empresarial de pura raza. Rick crea empresas, a veces las vende, y se vé que disfruta en un entorno corporativo. También es generoso con sus competidores.

—Creo sin el menor resquicio de duda que hay hueco para todos. Las películas delgadas no echarán de este negocio al silicio, sino que puede utilizarse en lugares donde no puede recurrirse al silicio.

También habla con franqueza de las limitaciones actuales de la tecnología de su propia empresa, en especial de su vida útil.

Uno de los mayores atractivos de la tecnología de Konarka es su flexibilidad, que le permite involucrarse alrededor de cualquier cosa, de edificios a mochilas. Konarka posee incluso la patente del hilo solar, aunque todavía no ha resuelto cómo enhebrar bastante hilo para que la electricidad sea utilizable. Uno de los retos que han superado es que, dado que los polímeros conductores que utilizan son «orgánicos», reaccionan rápidamente con el oxígeno y la humedad del aire. Para mantener la flexibilidad pero proteger el material que genera energía de estas reacciones dañinas, Konarka tiene que envolverlo en una envoltura hermética flexible.

—El material con el que empaquetamos deja entrar la humedad y el oxígeno entre tres y cinco años después —reconoce Rick—. Hemos probado algunos que darán a nuestra tecnología una vida útil de más de diez años, pero son demasiado caros por el momento. Esperemos que cambie.

Una de las ventajas principales de la película de Konarka es que puede hacerse tan fina que permite ver a través, lo que significa que puede utilizarse para cubrir ventanas y transformarlas en generadoras de energía. No es una aplicación flexible, pero dado que el material puede colocarse en el vacío entre una doble ventana, disfruta de entre quince y veinte años de vida, posibilitando que un edificio genere energía siempre que dé la luz en las ventanas. Es un ejemplo de algo que su proveedor de electricidad probablemente no quiere que se plantee: «salir de la red de suministro» [*going off-grid*, desconectarse de la red general].

—Los teléfonos se hicieron inalámbricos y también Internet y lo único en lo que quedan cables es la electricidad —dice Rick—. Piense en el mundo en desarrollo y lo que sucedió con las comunicaciones. Se saltaron los cables y llegaron directamente a lo inalámbrico. Creo que con la energía van a hacer lo mismo.

Unos meses después de mi visita, la empresa empezó a trabajar con uno de sus clientes para crear linternas de energía solar para países en desarrollo, dispositivos que almacenan su carga durante el día y pueden usarse por la noche para estudiar o trabajar, así como para mejorar la seguridad personal.

—Disponer de luz ayuda a una aldea y sus habitantes a alcanzar el siguiente nivel de desarrollo —dice Rick. Tiene razón. La aldea de Rema, a doscientos cuarenta kilómetros al norte de la capital de Etiopía, Addis Abeba, ha instalado energía solar: «Ahora nuestros niños pueden hacer los deberes por la noche porque hay luz. Están muy contentos», dice la vecina Elfenesh Tefera. Mientras tanto, el bar del pueblo puede abrir durante más horas y una nevera solar permite que la cerveza siempre esté fría y el personal y los clientes no tienen ya que soportar el humo de las lámparas de gas. Desde que la energía solar llegó, la aldea florece. Es la localidad donde hay que estar y recibe una gran afluencia de nuevos vecinos.

—El objetivo del doctor Sukant Tripathy, cofundador de Konarka, al crear la empresa, era asegurar que los países en desarrollo pudieran disponer de energía —explica Rick. (El nombre de la empresa es un homenaje al lugar favorito del difunto Tripathy, el templo del sol de Konarka, en Orissa, la India).

Le pregunto a Rick si se ha enterado del alboroto que estalló hace unos meses cuando Xcel Energy, la compañía de servicios públicos más importante de Colorado, intentó imponer una tarifa extra a los clientes con paneles solares domésticos como medio para pagar una expansión de la red eléctrica general del estado. Rick se ríe con tranquilidad.

—Las compañías de servicios están siguiendo el modelo intermedio. Quieren energía solar, pero quieren distribuirla mediante cables. Y desde luego, habrá sitio para esa opción. Dependiendo de donde viva uno, tendrá sentido comprar la electricidad de algún lugar más soleado donde puedan producirla a un menor coste.

—¿Está hablando con compañías de servicios? —le pregunto a Rick.

—No.

—Porque...

Rick no me contesta directamente, sino que me cuenta una historia. Trata de una importante compañía telefónica que financiaba la investigación en telefonía móvil hace unas décadas.

—Con su gran sabiduría, cuando el programa ya llevaba cinco años en marcha dijeron: «¡Esto no tiene sentido! ¡Nadie quiere cargar con su teléfono por ahí! Tenemos cables tendidos por todo Estados Unidos y la gente solo

tiene que levantar el auricular y llamar. ¿Por qué iba a nadie a cargar con su teléfono allá donde fuera? Esta tecnología no va a ninguna parte».

Lo que quiere decir está claro: la época de un servicio de electricidad dominado por una energía generada centralizadamente está llegando a su fin; la energía solar podría hacer por la electricidad lo que los biocombustibles sintéticos podrían conseguir en el caso de la gasolina: crear un mundo donde nuestras fuentes de energía sean hiperlocales. Cuando fui al MIT a hablar con la experta en robótica Cynthia Breazeal aproveché la ocasión para reunirme con Bill Mitchell, jefe del Smart Cities Group. «Sin duda vamos a presenciar un movimiento que nos aleje de las anticuadas redes eléctricas centralizadas hacia un servicio mucho más descentralizado que se parecerá a Internet», me había contado. Es una idea bonita, pero todavía estamos muy lejos de llevarla a cabo. La energía solar sigue siendo cara y en la infraestructura existente hay mucha inercia. Rick está de acuerdo.

—No me atrevería a decir cuándo ocurrirá, eso tienen que pensarlo los futuristas. Nosotros nos conformamos con dar los pasos para que ocurra. Sencillamente no se le puede quitar la red a todo el mundo. No es factible.

Tiene razón. Dos mil millones de personas viven sin acceso a un suministro eléctrico fiable. En Etiopía, por ejemplo, el 80 % de la población es rural, y de esta solo el 1 % tiene acceso a la electricidad. Una red verdaderamente nacional resultaría prohibitivamente cara, y esa es la razón por la que el país está experimentando con energía solar fuera de la red general, como también se está haciendo en Nepal, Sri Lanka, la India, Vietnam, Ecuador, Tanzania, Indonesia, Kenia, Brasil, Ghana y muchos otros países. China está dando grandes pasos con ambiciosos proyectos de redes solares. La nueva potencia mundial está construyendo una central de energía solar de película delgada en el desierto de Mongolia que es más extensa que Manhattan. Cuando se haya acabado suministrará electricidad a tres millones de hogares.

Pocos meses después de conocer a Tracy, Larry y Rick algo me llama la atención. La ciudad de Fowler, en Colorado (el mismo estado en el que Xcel tuvo problemas por su propuesta de imponer un recargo sobre la energía solar), anuncia planes para salirse de la red eléctrica gracias a una combinación de energía solar, biocombustible local y gas extraído del estiércol. «El primer objetivo es estabilizar el coste de los servicios y luego reducirlos», afirma Wayne Snider, el administrador de la ciudad, «pero nuestro objetivo final es convertirnos en nuestra propia empresa de suministro

de servicios». Es una señal de la revolución de la energía hiperlocal de la que hablaba Rick, en el corazón mismo de Estados Unidos.

—¿Qué pasa con el problema de almacenamiento? —le pregunto a Rick—. Solo se genera energía solar cuando brilla el sol.

—Por descontado se necesitan pilas para almacenar el exceso de energía generado durante el día.

Una posibilidad la ofrece la nanotecnología. Como descubrí en California, la nanotecnología está infiltrándose en todo con la promesa de reducir los costes y mejorar el rendimiento, y la industria de la energía no es una excepción. (De hecho, los polímeros conductores de Konarka son nanotecnología «orgánica»). Un estudio de la Universidad de Maryland sobre «nanocondensadores electrostáticos» pretende aumentar la capacidad de almacenamiento de las pilas por un factor de diez, y ya está estudiando la integración de los resultados en las células solares. Unos investigadores del MIT trabajan en nanoestructuras que conservarán la carga indefinidamente^[13].

La solución de Rick es casi igual de revolucionaria: una pila de polímero de litio *imprimible*.

—Nuestra tecnología no se limita a células solares. Uno puede hacer componentes eléctricos con polímeros. Así que, por ejemplo, podría prepararse un producto con tres capas: panel solar, pila de polímero y luz LED orgánica, todo impreso. Un montón de países cálidos necesitan sombra, así que se da sombra con ese material. Te protege del sol durante el día y te permite ver por la noche.

Esa es una de las razones principales por las que he venido a Konarka, para echar un vistazo a una revolución de mayor alcance. El descubrimiento que hizo Heeger de los polímeros conductores puede cambiar el modo en que fabricamos dispositivos electrónicos de igual manera que la imprenta de Gutenberg cambió el modo en que hacíamos libros. Y eso podría explicar por qué las universidades de todo el mundo están creando laboratorios de electrónica orgánica a toda prisa, muchos de ellos dedicados a las células solares orgánicas. Una rápida búsqueda en Internet da como resultado más de setenta en países tan distintos como Estados Unidos, Alemania, Japón, la India, China, Marruecos, Australia, Etiopía, Francia, Canadá, República Checa, Grecia y Eslovaquia.

En un ejemplo de lo rápido que esta tecnología puede prepararse y desplegarse, cuando hubo el terremoto de Haití en 2010, los empleados de Konarka utilizaron su fin de semana para construir unidades de recarga de

baterías para Partners In Health (una organización sin ánimo de lucro, con sede en Boston, dedicada a los tratamientos médicos para los pobres), y las entregaron en veinticuatro horas. PIH utilizó los dispositivos para suministrar electricidad a lugares donde no había red eléctrica, de manera que los médicos y el personal podían trabajar día y noche.

Cada año, el Departamento de Información sobre Energía de EE. UU. publica el International Energy Outlook, que presenta varios escenarios futuros posibles sobre el consumo de energía, incluido uno en el que las leyes y las políticas relacionadas con la producción de energía siguen tal como están. Como todas las predicciones sobre esta cuestión, está basada en supuestos y cifras discutibles (y la gente las discute), pero se trata de una de las pocas organizaciones que intenta estudiar el mundo entero (y, por mi propia experiencia de rastrear miles de páginas de estadísticas sobre energía, creo que solo eso ya es digno de elogio).

Supone una lectura desalentadora si le preocupa el calentamiento global producido por el hombre. El informe de 2010 calcula que, en 2035, el uso de energía en el mundo habrá ascendido el 49 % con respecto a los niveles de 2007. Aunque el uso de fuentes renovables crece, también lo hace el de combustibles fósiles, con el resultado de que las emisiones de CO₂ aumentan un 43 %.

—¿Puede aumentar al mismo ritmo la energía solar? —le pregunto a Rick.

—No toda la industria puede, no. Pero ahí es donde entra el proceso rollo a rollo. Podemos hacer material solar tan rápido como funcionen los husos y hay un montón de imprentas en el mundo vacías. Cuando llegue el momento nosotros podremos ponernos a la altura rápidamente.

Aunque sé que Rick me está contando la versión oficial de la empresa, lo cierto es que ya hay un precedente. La gente suele mencionar a Konarka en la misma frase que a la empresa de California Nanosolar, que también utiliza un proceso de fabricación de película delgada rollo a rollo, revistiendo su material con «tinta de nanopartícula». Nanosolar renuncia a la flexibilidad montando su material sobre un sustrato rígido, pero pese a ello sostiene que puede producir paneles solares de un metro noventa de largo por uno de ancho con una eficiencia del 11 %, a un ritmo de una unidad cada diez segundos. A diferencia de Konarka, Nanosolar se está concentrando en aplicaciones prácticas a escala de empresa de servicios. Unos días antes de

encontrarme con Rick, Nanosolar anuncia pedidos que ascienden a 4100 millones de dólares de varios constructores de plantas de energía solar.

—Nuestros científicos tienen el objetivo este año de conseguir doblar o triplicar la eficiencia de nuestros productos comerciales actuales —dice Rick—. Con la bioquímica pueden diseñarse moléculas para hacer cosas increíbles. Para nosotros es una cuestión de diseñar polímeros que a la vez absorban más luz y más frecuencias de luz —dice Rick—. Estamos tocando una química muy interesante.

Una vez más, es la versión publicitaria de la empresa, pero me siento inclinado a creerle. No por su sonrisa de triunfador y su deje de hombre seguro de sí mismo sino porque he visto lo que está haciendo George Church en Harvard en el campo de la biología sintética. Si Church puede diseñar células vivas que producen combustible, no resulta difícil imaginar que unos expertos en química sintética como Alan Heeger puedan ampliar los límites de su ciencia para conseguir que unos materiales orgánicos generen electricidad con más eficiencia.

—También podemos hacer materiales que generen electricidad a partir de radiación térmica infrarroja —dice Rick—. Una de nuestras patentes es de un producto que, por encima, genera electricidad a partir de la luz del sol y, por debajo, electricidad a partir de infrarrojos. La idea es ponerlas en el tejado de los edificios y utilizar el calor residual que sube así como la luz del sol que baja para generar electricidad.

Con la promesa de avances como este los tecno-optimistas afirman que una «paridad de red» generalizada (el punto en que el precio que se paga por la energía es el mismo tanto si procede de fuente solar como de combustibles fósiles) no está más que a un paso. Otros están menos convencidos, como el confeso escéptico solar Dan Lewis, director de investigación del centro de análisis e investigación económica con más solera del Reino Unido, el Economic Research Council, aunque hasta Dan admite que «la paridad de red podría ser una realidad en algunas partes soleadas y extensas del mundo en 2020».

Rick nos comunica que tiene que irse a una reunión, pero antes de que se vaya quiero hacerle una última pregunta. Es un hombre al que le gusta ganar dinero. No se dedica a la energía solar solo por el bien del planeta.

—¿Por qué trabaja en esto?

—Soy un hombre al que le gusta cambiar las cosas. Me gustan los trastornos radicales. Y la energía solar va a trastornar el mercado de la energía. —Hace una pausa—. Pero también hace que uno se sienta bien al

trabajar en algo que es una buena causa con la que se identifica todo el mundo. A mi hijo le interesa lo que hago. ¡Nunca le había interesado en su vida! ¡Papá hace algo que mola!

Nos despedimos y Rick me da uno de esos apretones de manos empresariales increíblemente firmes que parecen decir: «Seamos amigos, pero que te quede claro que te aplastaré si me da la gana». Tracy se vuelve hacia mí:

—¿Quieres que te lleve? —pregunta.

—¿Sabes qué? Hace sol —digo—. Iré paseando.

Los entusiastas de las energías limpias no deberían contar con la subida de los precios de los combustibles fósiles para estimular la demanda de fuentes renovables. Las industrias del carbón y del petróleo tienen ya una larga historia encontrando nuevos recursos, y aunque nadie niega que los combustibles fósiles se agotarán algún día, no será eso lo que nos haga cambiar a las fuentes renovables, al menos en la escala de tiempo necesaria para detener nuestra prodigiosa producción de CO₂. Las fuentes renovables tienen que hacerse más baratas, y rápido. Y, para una empresa como Konarka, esta es una clásica situación del «huevo y la gallina». Su material «Power Plastic» empezará a ser barato de verdad cuando la producción aumente a niveles industriales, pero hasta que sea lo bastante barato no existirá la demanda para ese nivel de producción. (Esa es seguramente la verdadera razón por la que Rick no habla con las compañías de servicios: ahora mismo su producto es demasiado caro por vatio para que les interese).

Pero el nivel de innovación en la industria solar es estimulante. Por ejemplo, no hay equivalente a la fabricación rollo a rollo en la energía eólica. Los fabricantes de película delgada están extendiéndose por todo el mundo y cada semana aparece un anuncio de una u otra empresa de que sus células están aumentando los niveles de eficiencia y rebajando los costes. No todas pueden triunfar, pero algunas lo harán, y sospecho que serán las que demuestren un uso más inteligente de la nanotecnología.

Dependiendo del informe que lea y del año en que fue redactado, la energía solar es el secreto mejor guardado en el sector de la energía, mostrando un crecimiento exponencial que conseguirá sustituir a los combustibles fósiles dentro de veinte años, o meramente una curiosa e insignificante atracción. Un análisis más coherente, aunque contraintuitivo, viene a decir que es ambas cosas. Solarbuzz, una empresa de consultoría e investigación de la industria solar, calcula que la demanda de ese tipo de

energía «ha crecido alrededor del 30 % anual durante los últimos quince años».

Pero estas cifras proceden de un mundo en el que todavía tiene que lograrse la «paridad de red». ¿Qué sucederá cuando la energía solar empiece a resultar más barata que las opciones alternativas? No es irrazonable especular con que, dentro de una década, la energía solar será mucho más barata, lo que posiblemente estimulará un cambio radical a la generación de energía local fuera de la red general, y se logrará la paridad de red en muchos países. ¿Crecerá entonces la demanda de esa energía al 50 % anual, en lugar de al treinta? Una tasa de crecimiento anual como esa serviría para satisfacer rápidamente todas nuestras necesidades, convirtiendo lo que hoy es una atracción secundaria en el espectáculo principal del mañana. Resulta instructivo comprobar la tasa de crecimiento en Japón, uno de los países que, según casi todos los analistas, alcanzará la paridad de red en un futuro próximo. Para el año 2009, Solarbuzz menciona una tasa de crecimiento del 109 %.

*Here comes the sun... and I say «It's alright»^[**]. (¿Está tarareando el complicado pasaje de la guitarra?)*

Capítulo 11

El fantasma negro

El mejor momento para plantar un árbol fue hace veinte años. El siguiente mejor momento es ahora.

PROVERBIO CHINO

He venido a la otra punta del mundo, y aquí las cosas son muy distintas. Al presentarme ante el control de inmigración del aeropuerto, espero la habitual actitud de suspicacia y desdén. Por lo general, salgo de las fronteras nacionales con la fuerte sensación de que a la mayoría de los funcionarios de inmigración les contratan precisamente porque muestran una aversión abrumadora hacia las demás personas.

—¿Cuál es el motivo de su visita? —me pregunta el hombre de cara saludable detrás del mostrador de pasaportes.

—Estoy documentándome para un libro.

—¿De verdad? ¿Y de qué trata? —Es la animada respuesta.

¿Este aire de despreocupación es un truco?

—Trata sobre el futuro —digo con cautela.

—¿Ah sí? ¡Genial! —responde—. Yo tengo algunas ideas al respecto. Creo que la energía solar va a ser muy importante.

Me quedo pasmado y, sin pensarlo, replico «¡Es verdad!» antes de enseñarle la bolsa que llevo. Me la había regalado el amable personal de Konarka y lleva incorporado uno de sus paneles solares orgánicos que ha estado cargando alegremente mi iPhone desde que salí de New Bedford. Antes de darme cuenta, estamos inmersos en una conversación sobre el papel de la tecnología en la resolución de los problemas del mundo. (Él imagina un futuro con coches magnéticos que se conducirán solos). Miro a mi espalda esperando descubrir una cola de compañeros de viaje agotados y exasperados esperando llegar a sus casas. En vez de eso, todos los demás salen en tropel por otros canales intercambiando amistosos saludos con el personal de inmigración. ¿He entrado en una realidad alternativa? ¿Una aduana que trata a los recién llegados con rapidez y educación? ¿Que de hecho te da la bienvenida al país? Ya estoy disfrutando de Nueva Zelanda y ni siquiera he salido del aeropuerto.

—¿A quién va a ver? —me pregunta el guardia.

—A una dama que se llama Vicki Buck.

—Vicki es estupenda —dice, y me quedo pasmado por segunda vez.

Pero, bien pensado, tampoco es tanta sorpresa. Vicki fue alcaldesa de esta ciudad (Christchurch) durante nueve años, y una alcaldesa popular por sus iniciativas para tratar de resolver el desempleo, dinamizar la vida cultural de la ciudad y abordar los problemas de vivienda y asistencia social. Hoy ocupa un cargo principal en la industria de energías renovables de Nueva Zelanda, una función que podría tener repercusiones internacionales porque promueve iniciativas que son sin duda positivas para el planeta tanto si a uno le preocupa el cambio climático como si no.

El guardia anota la dirección de mi *blog* y promete comprar el libro.

—¡No se olvide de mencionar esos coches que se conducen solos! —dice.

Vicki se reúne conmigo en mi hotel a la mañana siguiente para llevarme en coche a desayunar. Aunque decir que uno se «reúne» con Vicki es quedarse corto. Vicki se encuentra conmigo del mismo modo que un tornado «se encuentra» con el aire. Uno se ve inmediatamente arrastrado, y resulta estimulante.

Lo primero que te llama la atención de ella es que no puede parar de reír. Se ríe de todo. No es la risa que surge de un buen chiste sino más bien de una abrumadora *joie de vivre*. Cualquier cosa puede provocar una sonrisa que anima sus rasgos amplios con una mezcla de alegría y travesura. A sus cincuenta y pocos años, Vicki tiene la energía de veinteañero, pero unida a décadas de experiencia práctica que, más que apagarla, la han vuelto más valiente. En ella, un conocimiento ganado con esfuerzo se conjuga con una creencia desenfrenada en lo posible. Durante la semana que paso aquí, veo a Vicki ejercer la autoridad sin ser autoritaria, imponer respeto sin ordenarlo y motivar a la acción sin decirle a cada uno lo que tiene que hacer.

En 1998, Vicki dejó la política para concentrarse en la educación, ayudando a crear dos escuelas en la ciudad, a la que ella sigue muy vinculada. Una vez establecidas, empezó a dedicar sus casi inagotables energías a abordar la cuestión del cambio climático. Aunque sabe que el estado tiene un papel importante que desempeñar en tratar de resolver el calentamiento global, su visión de conjunto es que «si esperamos que nuestros gobiernos lo resuelvan probablemente estamos bien jodidos». Ah, sí, también tiene fama de hablar sin cortarse. Eso puede explicar por qué prefirió presentarse al cargo

como independiente en lugar de como candidata de un partido político. No está casada con más ideología que el potencial que hay en cada individuo.

—Me gusta el planteamiento de «hazlo sin más» —me dice.

—¿Has oído esta canción? —pregunta poniendo un CD en el equipo de alta fidelidad del coche. Los compases de apertura de un alegre tema pop empiezan a sonar. Vicki da golpecitos en el volante siguiendo el ritmo, el techo del descapotable está bajado y durante tres minutos escuchamos *Couldn't Be Done*, del compositor neozelandés Tim Finn, que nos invita a demostrar que todos los escépticos se equivocan. Podría ser la banda sonora de Vicki. Tengo la sensación de que en este vehículo la rotación es más potente—. ¿No es genial? —exclama.

—Creo que uno puede conseguir mucho más si se lo pasa bien —me dice mientras pedimos el desayuno, lo que posiblemente explique una de las razones por las que Vicki consigue tanto. Su lista ciertamente asusta. Ella repasa una pequeña selección de sus intereses actuales: es directora de New Zealand Wind Farms, de la empresa de biocombustible Aquaflo Bionomic Corporation, del sitio web de acción sobre el clima Celsias y del fabricante de carbón vegetal Carbonscape.

Es esta última empresa la que ha llamado mi atención y la razón principal de mi visita a Nueva Zelanda. El carbón vegetal ha experimentado un radical lavado de cara en los últimos años. Son muchos los que piensan que crearlo (y luego enterrarlo) es uno de los métodos más prometedores para mitigar el calentamiento global. James Lovelock, que cree que nos encaminamos hacia el Armagedón climático, ha llegado a sugerir que «hay un modo de que nos salvemos y es mediante el enterramiento masivo de carbón vegetal». En este contexto, como salvador del planeta, el humilde carbón vegetal ha recibido un nuevo nombre de marca más rutilante: biocarbón.

Los mayores emisores de CO₂ a la atmósfera son las plantas y los animales (tanto los terrestres como los marinos). Es más, empequeñecen las emisiones humanas. «La biosfera despidе 550 gigatoneladas de carbono al año; nosotros solo treinta», dice Lovelock. Los escépticos señalan a menudo esta diferencia y dicen: «¿Veis? ¡El calentamiento global no tiene nada que ver con nosotros!». Pero, tristemente, no es así.

Aunque es cierto que tierras y océanos arrojan incontables toneladas de CO₂ también lo es que las recuperan. De hecho, se trata de un sistema delicadamente equilibrado: lo que se emite vuelve a ser absorbido. Se denomina «el ciclo del carbono». Mediante el milagro de la fotosíntesis, las

plantas desempeñan su función extrayendo CO₂ de la atmósfera y transformándolo en «biomasa». Casi el 60 % de la masa de una planta es carbono extraído de la atmósfera. La mayor parte de ese carbono se devuelve al aire cuando muere una planta: la vegetación se descompone y el carbono se libera hacia los cielos. Es un ciclo natural. Al contrario que nuestro propio uso de combustibles fósiles, que ha extraído carbono encerrado en las profundidades del subsuelo (después de haber sido lentamente enterrado y comprimido a lo largo de millones de años) y lo ha liberado. La tierra y los mares asumen alrededor de la mitad de este excedente. Pero la otra mitad permanece en la atmósfera.

En el núcleo de este gran resurgimiento del carbón vegetal/biocarbón se encuentra un proceso llamado «pirólisis», una forma de quemar biomasa en un entorno de «poco oxígeno» que crea una forma estable y no biodegradable de carbono: el carbón vegetal. A diferencia de una hoguera al aire libre que convierte lo que quema en ceniza y CO₂, la pirólisis «lo quema en parte» en un recinto cerrado en ausencia de oxígeno, transformando alrededor de la mitad en carbón vegetal (carbono) y la otra mitad en gas y aceite de madera que puede utilizarse como combustible. («Gas de madera» parece una expresión sacada de una novela de Tolkien, pero tiene una larga historia como fuente de energía. Los vehículos que funcionaban con ese gas eran muy comunes durante la Segunda Guerra Mundial, cuando los combustibles fósiles se racionaron. Volkswagen y Mercedes produjeron varios modelos).

El carbón vegetal es carbono encerrado que, como el carbón, no se libera a no ser que se queme. No se descompone como la biomasa que era antes de ser pirolizado. En esto hay una simetría limpia. Es la liberación del carbono atrapado en la antigua biomasa enterrada lo que está causando el aumento de los niveles de CO₂ en la atmósfera. La biomasa contemporánea se utiliza para atrapar de nuevo ese carbono y devolverlo a la tierra.

El científico del suelo de la Universidad de Cornell Johannes Lehmann (que comparte campus con el creador de robots Hod Lipson) cree que los beneficios potenciales podrían ser inmensos. De las sesenta gigatoneladas de carbono extraído del cielo por las plantas, calcula que el 10 % acaba como residuo en agricultura o silvicultura. Cañas de maíz, de arroz, ramas y restos de hojas (así como excrementos animales) son alimentos potenciales para la pirólisis, «lo bastante para detener el aumento y de hecho hacer descender el nivel de carbono atmosférico 0,7 gigatoneladas al año», escribe. «Sin duda, la contribución potencial de la tecnología del biocarbón es grande, tal vez lo bastante para mitigar el cambio climático por sí sola». James Lovelock afirma

que este enfoque podría «empezar a eliminar cantidades muy elevadas de carbono del sistema y reducir el CO₂ bastante rápido». Merece la pena reflexionar sobre ese extremo. Lehmann sostiene que el suficiente residuo de biomasa podría por sí mismo, si se transforma en carbón vegetal, no solo compensar todas nuestras emisiones de carbono sino también empezar a *eliminar* el CO₂ de la atmósfera, invirtiendo los efectos del calentamiento global.

Hay que decir que Lehmann es una de las voces más optimistas al referirse al biocarbón. Otros investigadores dan cifras más bajas de la cantidad de biomasa residual disponible. Pero nadie cuestiona que miles de millones de toneladas se producen cada año. Y, más allá de los datos, está la cuestión de convencer a los granjeros y silvicultores para que se conviertan a la fe de la pirólisis. Que es donde entran empresas como Carbonscape. Antes de que pueda informarme más sobre la empresa, Vicki quiere explicarme su última obsesión.

Estoy contemplando unas instalaciones de estanques de aguas residuales municipales en las afueras de Blenheim, un pequeño pueblo en la región vinícola de la costa septentrional de la isla del sur de Nueva Zelanda.

—¡Te traigo a los mejores sitios! —se ríe Vicki.

Dos anodinos contenedores de barco están junto a los estanques luciendo con orgullo el logo de Aquaflow. Un hombre con botas Wellington, tejanos y una camiseta con la imagen del cráneo de una cabra sale de ellos. Al instante pienso «ingeniero», y no me equivoco. Es Mark Vinsen, que me explica de qué va todo esto.

—El agua de los estanques entra aquí —dice señalando una cañería—, y luego recogemos las algas que crecen.

—Las algas son muy enrolladas —dice Vicki con entusiasmo.

—Estas algas se han alimentado con los contaminantes que había en el agua. Al sacarlas, hemos recorrido la mayor parte del camino para transformar el agua residual en agua limpia —prosigue Mark—. Hacemos que el agua pase por unas cuantas fases más, pero las algas se encargan del trabajo más duro, el del principio.

—Limpiar el agua es la parte principal del negocio —dice Vicki.

Mark me conduce al extremo del segundo contenedor azul, donde una masa de aguas residuales verdes que parecen un cruce entre pesto y mocos cae de un rodillo.

—Esto es pasta de algas. La procesamos para crear algo que llamamos «biocrudo» que puede convertirse en combustibles.

(Aquaflow ha fabricado componentes sintéticos de combustible para aviones, por ejemplo).

—Esa es la otra parte del negocio —dice Vicki.

Me alegro de que me hayan distraído del carbón vegetal por un rato. Después de enterarme del potencial de biocombustibles creados con organismos por boca de George Church, es un placer contemplar cómo la ciencia se convierte en realidad. No se trata solo de una idea de laboratorio, aquí hay una caja azul en medio del campo fabricando el material.

—¿Qué tipo de alga usáis? —pregunto. Espero que me hablen de una especie de algas específicamente modificadas de las que Aquaflow posee la patente.

—Las que haya en el estanque —dice Mark—. Eso es lo bueno. Hay miles de variedades de algas y cambian según la época del año.

—¿Trabajáis con lo que la naturaleza haya puesto por sí sola en el estanque?, ¿sois unos mujeriegos de las algas?

Vicki se ríe.

—Sí, cuando se trata de algas, ¡nos vamos con cualquiera! Pero lo que eso significa es que podemos convertir cualquier estanque de aguas residuales municipal en un fabricante de agua limpia barata y de biocombustible.

Es una idea fantástica y sin duda encontrará su hueco. De hecho, unos meses después de mi visita a Blenheim, la empresa anuncia que ha creado una sociedad con el Gas Technology Institute de Estados Unidos para «demostrar la conversión de biomasa de algas directamente en gasolina y diésel».

Nos despedimos de Mark y nos vamos en coche con Tim Finn como acompañante.

—¿Cómo te metiste en esto? —le pregunto a Vicki.

Se ríe.

—¡Sí, ya lo sé! ¿Algas? Me refiero a que no tenía ni la menor idea sobre algas. Pero ahora..., ahora las amo. Es asombroso lo que pueden hacer. Lo digo en serio, estoy *enamorada* de ellas. ¡Soy una pelmaza fanática de las algas!

Veinte minutos más tarde estoy en una nave en una finca industrial mirando fijamente la máquina que me ha traído hasta la otra punta del planeta. Tiene el aspecto de haber sido diseñada por alguien una noche de borrachera tras haber

asistido a una conferencia de efectos especiales. Me imagino una pelea entre el equipo de *Harry Potter* y la tripulación de *La guerra de las galaxias*.

—Debería tener una gran caldera, ¡justo en el medio!

—Vale, pero si la metéis, nosotros queremos una batería de ordenadores a un lado.

—De acuerdo, pero tienen que ser *negros*.

Incluso tiene un nombre de ciencia ficción fantástica.

—Contempla «The Black Phantom» —dice Vicki.

Esta es la joya de la corona de Carbonscape: una estructura de metal negro de unos dos metros y medio de alto, dominado por una especie de caldera, lo bastante grande para que quepa un hombre. De hecho, al acercarme, un hombre con un mono azul oscuro que sostiene un destornillador asoma la cabeza por encima del borde.

—Hola —saluda—. Soy Greg.

Se nos une el codirector de Carbonscape Tim Langley, un hombre cuyo rostro combina los rasgos del leñador y el monje. Hay algo en él que exuda aceptación de la vida. No hace falta gran cosa para que sonría, y cuando lo hace parece no costarle nada, es como si una luz haya iluminado una sonrisa que estuviera allí desde el principio. Le pido que me explique el Phantom.

—Bueno, básicamente se trata de un gran horno microondas —dice.

—Ya veo.

—Inspirado en una patata.

—Claro.

La máquina es una idea del paleoclimatólogo Chris Turney, profesor de geografía física en la Universidad de Exeter, en Gran Bretaña. Cuando era adolescente cocinó una patata durante cuarenta minutos en el microondas de la cocina creando una masa de carbón vegetal del tamaño de la patata. «Años más tarde yo estaba pensando en cómo convertir el carbono en carbón vegetal», le explicó a *The Times*. «Y así se nos ocurrió Carbonscape».

—El problema con los métodos estándar de pirólisis es que resulta difícil controlar el tipo de material que consigues —dice Tim—. Diferentes materias primas crean carbón vegetal, gas y aceite con diferentes características, y también intervienen las condiciones en las que se quema, la mezcla de oxígeno, la temperatura y demás. Para conseguir un resultado consistente se ha de cocer correctamente. Ahí es donde entra el Phantom, en los resultados consistentes.

Esos «resultados consistentes» convierten a Carbonscape en objeto de gran interés para muchos defensores del biocarbón y son la razón por la que

estoy aquí.

Ciertos tipos de carbón vegetal añadido al suelo pueden mejorar radicalmente los rendimientos agrícolas. En 2009, el doctor Paul Blackwell del Departamento de Agricultura y Alimentación de Australia occidental y sus colegas revisaron los estudios sobre el suelo con carbón vegetal de todo el mundo y constataron mejoras sistemáticas en el rendimiento de las cosechas de más del 30 % y, en algunos casos, de hasta el cincuenta. Pero tuvieron la cautela de señalar que «la variabilidad es elevada y todavía no está claro bajo qué condiciones climáticas y de suelo y con qué especies de plantas pueden esperarse cosechas mayores o menores». La combinación correcta puede disparar el rendimiento, pero la equivocada puede reducirlo. Un estudio del Imperial College de Londres descubrió que usar carbón vegetal de suelo mejoraba sustancialmente las cosechas de cebada de Gran Bretaña pero *solo* cuando se aplicaban también cantidades enormes de fertilizante artificial. En los suelos sin fertilizante añadido, aumentar la cantidad de carbón vegetal *reducía* ligeramente el rendimiento de la cosecha.

Parte del problema reside en que nadie sabe muy bien por qué el carbón vegetal tiende a tener un efecto beneficioso sobre la fertilidad del suelo. La idea general es que es más eficaz reteniendo los nutrientes en el suelo (y manteniéndolos al alcance de las plantas) que otras materias orgánicas.

—Cuanto mejor comprendamos la relación entre el carbón vegetal y los suelos, más esperanza tenemos de dar a los granjeros o silvicultores la capacidad para «afinar» con precisión el carbón vegetal necesario para aumentar sus rendimientos —dice Tim. La ventaja para el planeta es que esto no solo incrementa la fertilidad del suelo sino que elimina carbono de la circulación. Es un posible escenario futuro de ganancia por ambas partes.

—De hecho, hay una situación potencial de ganancia por partida triple —dice Vicki—. Hay que tener en cuenta también el aceite y el gas que pueden sacarse del proceso, creando combustibles a partir de residuos.

El desarrollo del Phantom ha requerido mucho tiempo y ha sufrido algunos incidentes que erizan el vello. No me sorprende. Después de todo, se trata básicamente de un gran puchero experimental con un inmenso microondas industrial sujeto al lado.

—Durante uno de los primeros experimentos la tapa de la caldera salió volando por los aires —dice Greg, el ingeniero vestido de azul mientras baja del puchero.

Con su colega Forrest, me enseña el tinglado del Phantom. A lo largo de la pared del fondo de la nave que acoge a la máquina hay un banco sobre el

que se esparcen aparatos y herramientas. En una punta hay un microondas normal de cocina con el nombre de «Zip». Apoyado en un ángulo garboso con cables y sensores saliendo de él en diversos ángulos, parece como si lo acabaran de sacar de un incendio. Varias zonas de plástico ennegrecido dan testimonio del rudo trato al que ha sido sometido.

—Probamos nuestras ideas básicas en él —dice Forrest. Hay una especie de brillo infantil en su mirada que también había visto cuando Greg mencionó el incidente de la tapa volando por los aires. Me da la impresión de que ha sido uno de esos típicos niños a los que les encanta prender fuego a las cosas.

—¿Utiliza mucha energía el Phantom? —pregunto. La pirólisis normal puede que no permita mucho control, pero es barata; la biomasa que se transforma en carbón vegetal es el único combustible utilizado. Por el contrario, esta bestia tiene grandes cables de electricidad industrial enganchados. Me preocupa que genere más dióxido de carbono que el que pueda encerrar.

—Usa electricidad, y ese es el precio que pagamos para poder controlarlo. Pero encerraremos el doble del carbono del que utilizamos. También estamos estudiando la posibilidad de utilizar el aceite y el gas producidos por la pirólisis como energía para la máquina —dice Tim—. La idea es ser autosuficientes.

Avanzada la tarde, Tim, Vicki y yo vamos a Picton, donde Tim tiene amarrado su yate *Faith*. Es otro negocio, además de un placer personal —alquila el barco a grupos de turistas para avistar delfines—. El barco también tiene su propia historia: fue propiedad de Lord Shawcross, un fiscal general británico, el fiscal principal en los juicios de Núremberg tras la Segunda Guerra Mundial. Shawcross argumentó con éxito que «aducir que sencillamente se seguían órdenes» no era una defensa admisible cuando entraban en juego la tortura, el asesinato y el genocidio, lo que alisó el camino para la nueva era en que los militares responden individualmente por sus acciones.

Tim nos lleva en barco al Queen Charlotte Sound. Al salir de la bahía, unas grandes colinas se elevan a ambos lados del agua, recortándose majestuosas e imponentes sobre el fondo del cielo azul oscuro. Es una vista maravillosa: la belleza en bruto de la naturaleza pintada sobre la tierra y el mar. La tierra a izquierda y derecha está tapizada de árboles y la visión de toda esta «biomasa» me inspira a plantear una de las objeciones al propuesto renacimiento del carbón vegetal.

A alguna gente le preocupa que el biocarbón comparta una trayectoria parecida a los biocombustibles basados en las cosechas, apropiándose indebidamente de tierras y restándola a la producción de alimentos o a pueblos empobrecidos. En una diatriba muy impropia de él publicada en el diario *Guardian* en 2009, el ecologista George Monbiot calificaba la idea como un intento de «hacer astillas para quemarlo todo» y afirmaba que equivalía a convertir la superficie del planeta en carbón vegetal. «[La] propuesta se reduce a esto: debemos destruir la biosfera para salvarla», escribió.

A Monbiot le inquieta que cuando los activistas del biocarbón hablan de plantar árboles para convertirlos en carbón vegetal, a menudo se refieren a cultivarlos en «tierra degradada» y que eso es sencillamente «el nuevo código para referirse a un hábitat natural que alguien quiere destruir», tierra ocupada por «personas mal defendidas, cuyos derechos y títulos de propiedad pueden ser obviados». Los defensores del biocarbón como James Lovelock, el científico de la NASA Jim Hansen, Chris Goodall y el activista australiano contra el cambio climático, el profesor Tim Flannery (que está en el consejo de Carbonscape) «deberían pensárselo mejor», escribió Monbiot. (Solo por situarlo en contexto, es como si alguien le dijera a Jimmy Page, John Lee Hooker y Andrés Segovia que no son auténticos guitarristas). Para ser justos, Monbiot estaba un poco harto del exceso de bombo publicitario del biocarbón y se dejó ir. Ha sido anunciado como una panacea, una respuesta total a la crisis del calentamiento global: la solución fácil, la barata. En realidad es tan solo una herramienta más en la bolsa (aunque potencialmente muy poderosa).

Otra preocupación es que a medida que se aprueba más legislación insistiendo en que cada vez más organizaciones compensen sus emisiones de carbono, estas puedan recurrir a la solución más barata: el biocarbón, lo que, irónicamente, podría llevar a una deforestación generalizada. Cuando once países africanos pidieron a la ONU que plantease normas internacionales que permitieran a naciones y empresas compensar sus emisiones utilizando carbón vegetal, hubo protestas en algunos sectores. Rachel Smolker, una bióloga y activista antibiocarbón recogió firmas de casi ciento cincuenta organizaciones interesadas para protestar contra la adopción de lo que ella denominaba «política de tierra chamuscada». «Requeriría enormes superficies de tierra transformadas en plantaciones», advertía Smolker.

—Bueno, no creo que nadie esté sugiriendo la deforestación —dice Vicki, con un tono divertido—. Tiene más sentido utilizar los residuos agrícolas y forestales. Quiero decir que hay muchos residuos de esa clase, y de todo tipo

por todo el mundo. Aun así, si la legislación es apropiada, podría estimular una reforestación responsable.

—¿Plantar árboles para cocerlos? —le pregunto.

—Sí. De eso se trata. Se plantan especies de crecimiento rápido, se pirolizan y luego se replantan. La cantidad de bosques del planeta podría ser mucho mayor que ahora. Pero el negocio de Carbonscape trata de maximizar lo que puede obtenerse de la biomasa *residual*.

«Lo que puede obtenerse de la biomasa residual» resulta ser algo más que carbono vegetal para los suelos, aceite y gas de madera. Tim se refiere a la producción de sustancias químicas de alto valor que pueden extraerse y refinarse para proporcionar mayores ingresos a los granjeros. (No me cuenta qué productos químicos son porque las patentes del proceso todavía se están tramitando). Vicki espera que el control que ofrece el proceso de Carbonscape pronto sirva para producir «carbón activado». El carbón activado es una forma sumamente porosa del carbón vegetal que, dado que tiene tantos agujeros, presenta una inmensa superficie al mundo exterior en relación a su tamaño. Esto permite múltiples usos —desde absorber contaminantes a la purificación del aire o la filtración del agua y la neutralización temporal de los efectos de venenos—. Uno puede comprar incluso «ropa interior que filtra la flatulencia», que pasa sus pedos a través de un filtro de carbón activado que neutraliza el mal olor. Sí, de verdad.

Media hora después de zarpar del puerto, echamos el ancla en Kumototo Bay, posiblemente uno de los lugares más tranquilos del planeta. Es de una tranquilidad sobrecogedora, las aguas apenas se mueven. Solo el esporádico aleteo de un ave marina que sobrevuela altera la paz. Después del torbellino de nuevos conocimientos con los que he estado atiborrando mi cerebro en este viaje, es un momento de calma que se agradece. Casi noto cómo mi cerebro se ralentiza unos cuantos clics.

Vicki ha traído langosta recién hecha que nos comemos con los dedos mientras bebemos sorbos de un Chardonnay local que Tim ha sacado de debajo de la cubierta. Me siento muy afortunado de estar aquí. Vicki y Tim son una combinación ideal de compañía agradable e inteligencia aguda. La conversación y las ideas fluyen con facilidad, como burbujas que suben a la superficie de una bebida con gas. Todo en este país y en esta gente parece una liberación.

Tim cuenta la historia de un hombre de negocios alemán y su esposa, ya mayores, que habían alquilado el barco para avistar delfines. Era uno de esos días en que a las criaturas marinas no les apetece acercarse a jugar, pero el

hombre de negocios estaba empeñado en verlas y le pidió a Tim que probara en lugares cada vez menos prometedores una vez que en los lugares de avistamiento habituales no habían aparecido nuestros primos acuáticos. Al cabo de un par de horas, Tim ancló el barco para beber un trago y tomar un tentempie en un lugar tranquilo como el que estábamos ahora. «¿Quieren seguir buscando?», le preguntó a sus clientes. «¿O prefieren sentarse y pasar el rato?»

—Y entonces sucedió algo muy curioso —explica Tim—. Él me miró como si le hubiera sugerido lo más radical del mundo. «¡Sentarse y *pasar el rato!*!», dijo. «¡Sentarse y pasar el rato!», como si fuera la primera vez que se le ocurría la idea. Llamó a su mujer: «¡Anótalo!». «¡Sentarse y *pasar el rato!*!» «¿Quieren seguir buscando delfines?», pregunté otra vez. «¡No! Quiero sentarme y pasar el rato», y eso es lo que hicimos.

Todos nos reímos, ahí, sentados y pasando el rato. Las tres horas que pasé en el barco se cuentan entre las mejores de todo mi viaje.

Esa noche cenamos en Le Café, en el paseo marítimo de Picton, donde me presentan a otro codirector de Carbonscape, Nick Gerritsen, a su pareja la galerista Barb Speedy y a un hombre llamado Don Binney que, me informan, es uno de los mejores artistas de Nueva Zelanda, famoso por sus cuadros de aves.

Nick Gerritsen es un agitador, casi agresivo. Físicamente parece un cruce entre un joven Gene Hackman y John Lennon, con gafas redondas ante unos ojos que dan la impresión de ser reflectores a la búsqueda de una oportunidad. O de una debilidad. Nick es un «*broker* de conocimiento», un hombre que reúne personas, ideas y dinero. A todas luces no es alguien que soporte a los idiotas. De hecho, me da la impresión de que considera a la gente que no alcanza su nivel intelectual como versiones andantes de biomasa residual. Acaba de volver de Australia donde ha alcanzado el límite de su paciencia por el uso que allí hacen de la palabra «*mate*» [colega] para referirse a casi todo el mundo. Está en un estado de ánimo beligerante y quiere saber si mi libro tiene alguna justificación.

—¿Qué tipo de optimista eres? —pregunta al oír el título.

—Sí, espero que no seas un optimista panglossiano —dice Don Binney, y como respuesta obtiene de mí un rostro inexpresivo. Resulta que se refiere al libro satírico de Voltaire *Cándido*, en el que el personaje Pangloss, que ve toda la historia a través de unas gafas de color de rosa, es utilizado como medio para satirizar la filosofía optimista de Leibniz.

Maldita sea. Después de la relajada conversación en el barco, de repente todo se ha vuelto belicoso. Tengo a un pintor famoso hablándome de filosofía francesa a un lado y, al otro, a un *agent provocateur* que acaba de recibir una paliza australiana.

—Bueno, la verdad es que el libro al principio no llevaba la palabra «optimista» en el título —digo—. Solo quería averiguar qué viene ahora, la próxima innovación. Pero cuando le conté a mi agente Charlie algunos de los temas que estaba investigando, me dijo: «suena estupendo, es material optimista», y me di cuenta de que tenía razón. Hay gente que está haciendo cosas increíbles sobre las que no tenemos bastante información. Él añadió el «optimista» al título, no yo. Así que soy un optimista porque me han convencido.

Don Binney parece satisfecho con la respuesta. Nick se lo piensa un momento. Decido arriesgarme:

—Da la impresión de que necesitas desfogarte —le digo a Nick—, como si tuvieras el síndrome de Tourette.

Vicki se ríe escandalosamente y el ambiente se relaja. Nick da rienda suelta a sus frustraciones australianas y nuestra conversación se convierte enseguida en una buena partida de cartas en lugar del combate de esgrima que había temido. Parece que nadie en Nueva Zelanda se toma a sí mismo muy en serio durante demasiado tiempo. Aprovecho la ocasión para hacerle a Nick algunas preguntas más sobre Carbonscape.

—¿Le pusiste tú el nombre de The Phantom?

—Sí. El equipo de ingenieros quería algo que sonara más serio, pero yo creo que la gente hace mucho que respeta y hasta ama la personalidad individual de las máquinas.

—Nos ha dado buen resultado —dice Tim—. Espabila a los periodistas hastiados y despierta su interés. Afrontémoslo, el tema del carbón vegetal es bastante soso.

Como era de esperar, las próximas máquinas de la empresa llevan también nombres de comic.

—El Phantom es en realidad nuestro banco de pruebas de investigación —dice Nick—. Ahora estamos encargando una máquina que puede procesar biomasa de forma continua.

—¿Y cómo se llama? —pregunto.

—El Rototron.

—El nombre está basado en el término «magnetrón», el dispositivo que genera microondas —dice Tim—. Así que tiene sentido.

—También estamos trabajando en una máquina portátil para el análisis rápido de la biomasa y averiguar qué puede extraerse de ella en términos de aceite, gas, biocarbón y otros productos —prosigue Nick—. Ayudará a averiguar rápidamente qué es lo que tienes y seleccionar el programa de cocinado para obtener los resultados que busques.

—Me da miedo preguntar cómo...

—Se llama Zippy Bling —dice Tim sonriendo—. ¡Yo le he puesto el nombre! Me inspiré en nuestro vapuleado microondas Zip. El nombre, como el aparato, ha resistido contra todo pronóstico.

A pesar del ambiente jovial y los nombres de cómic de las máquinas, me pregunto si estoy presenciando el nacimiento de una nueva industria. Tomar residuos y transformarlos en productos útiles no es una idea nueva pero de repente la veo desarrollándose a lo grande. Con miles de millones de toneladas de biomasa acabando básicamente como residuos, las oportunidades parecen enormes. Si Carbonscape o uno de sus competidores puede ayudar a transformarlas en productos útiles y métodos para que las granjas y los bosques consigan unos ingresos extra, podríamos ver una rápida aceptación de la producción de carbón vegetal, extrayendo carbono del ciclo del carbono y llevando a la práctica «el único modo de salvarnos» de Lovelock. Carbonscape quiere vender Phantoms, Zippy Blings y Rototrons a cualquiera que tenga biomasa residual.

—Queremos llevar la tecnología tan cerca del usuario final como sea posible —dice Nick—. Tal como yo lo veo, esta es una compañía de minería. Con la diferencia de que extraemos biomasa residual de la superficie de la tierra en lugar de la biomasa antigua del subsuelo.

—¿Minería renovable?

—Algo por el estilo, sí.

Alguien en la mesa sugiere que debería existir un cóctel basado en el título del libro, a lo que siguen muchas risas mientras intentamos decidir qué debería llevar el cóctel y cómo bautizarlo. Nick llama a Peter Schöni, el propietario del local y barman y le encargamos que cree «Un optimismo».

—¿Qué quieres que lleve? —pregunta Peter volviéndose hacia mí.

—Bueno, hemos decidido que debe tener tequila y champán, pero el resto queda en tus manos —respondo.

Veinte minutos más tarde, tras algunos experimentos, Peter vuelve con una copa alta de champán llena con una bebida roja.

—¿Qué lleva? —pregunto.

—Dale un sorbo —me dice.

Es delicioso; la bebida perfecta para una velada estival. Anoto la receta en una servilleta que acabará enmarcada en mi piso: una parte de *triple sec*, una parte de tequila, zumo de limón y pulpa de fresa, agitado sobre hielo y el resto hasta arriba de champán. Decidimos entre todos que la bebida se llamará tanto «Un optimismo» como «Un optimista», salvo aquí, en Le Café de Picton, donde llevará el nombre especial de «Un Optimista de Schöni».

Si alguna vez va por allí, por favor, pruebe uno y dígame a Peter que yo le envío.

Capítulo 12

Un poquito de una cantidad descomunal

La nación que destruye su suelo se destruye a sí misma.

FRANKLIN D. ROOSEVELT

Estamos a mediados de la década de 1960. Zimbabwe se encuentra sumido en una guerra civil que hunde sus raíces en el colonialismo blanco. Como parte del esfuerzo bélico, un joven científico es puesto al mando de una «unidad de combate de rastreo». Aunque persigue hombres no deja de observar y pensar en la situación de la tierra sobre la que sigue a sus presas. Sigue el rastro de personas por zonas de caza, áreas tribales y granjas. En todas partes estudia las plantas y los suelos, buscando señales del paso de humanos. Lo que aprende tal vez ayude algún día a proporcionar una respuesta al cambio climático producido por el hombre y a aumentar la prosperidad de las naciones.

Cambio de época y de continente: año 2009, en Australia. Michael y Anna Coughlan acaban de comprar una granja, *Moombril*, cerca de Holbrook, en Nueva Gales del Sur, y están a punto de sorprender a sus nuevos vecinos al vender buena parte de sus bienes. Entre ellos se cuentan dos casas, el cobertizo para esquilas, un granero, el almacén de maquinaria, dos garajes (y los cuatro vehículos que guardan) e incluso algo de desinfectante de ovejas sobrante. En la venta se oyen susurros de incredulidad entre los posibles compradores locales.

Con parte del dinero recaudado, compran materiales para vallado y dos motocicletas. La gente cree que están locos.

Hace aproximadamente un año de la venta en la granja de los Coughlan y yo estoy en Nueva Gales del Sur, aterrizando en el diminuto aeropuerto de Armidale con un granjero llamado Bruce Ward. Allí se reúne con nosotros su socio Tony Lovell.

Tony es un hombre corpulento, alto, fuerte y con unos modales que solo pueden describirse como «descarados». Bruce es un poco más serio. Tony empieza las frases con «Imagina si...», mientras que Bruce abre con «De lo

que tienes que darte cuenta es...». Tony se ríe a carcajadas; Bruce entre dientes, con complicidad. Pero el carácter alegre de Tony no puede ocultar la seriedad de sus propósitos. Bruce y él van a salvar el planeta.

Mientras Bruce y yo metemos nuestras bolsas en su Landcruiser, Tony me cuenta que nuestra primera escala será una granja que sacrifica *poms*^[††] en un antiguo rito de fertilidad del suelo. Yo voy a ser una ofrenda a los dioses. Esto marca el tono de lo que serán los días siguientes. Recorreremos más de mil seiscientos kilómetros mientras Tony y Bruce me llevan a una sucesión de granjas que están redefiniendo el modo en que pensamos sobre la agricultura y que ofrecen un modelo para mitigar el calentamiento global a la vez que generan aumentos sostenibles de la producción de alimentos y bajan el coste de los mismos. Lo que más sorprende de lo que proponen es que en lugar de utilizar nuevas tecnologías, estas granjas recurren a una muy antigua.

—De lo que tienes que darte cuenta es de que es una tecnología que se ha utilizado desde hace millones de años —me dice Bruce.

En el proceso descubriré qué relación tiene un rastreador de la guerra civil de Zimbabue con la venta de los bienes de Michael y Anna en el Holbrook actual.

La agricultura australiana se ha convertido en sinónimo de sequía. Una década de precipitaciones bajas, olas de calor e incendios ha agostado buena parte de la nación. Los australianos lo llaman «La Gran Sequía» y ha producido grandes apuros en las comunidades rurales. Cuando llegan las lluvias, como sucedió en algunas regiones del país a principios de 2010, el agua corre sobre la superficie reseca, lo que a menudo da lugar a inundaciones devastadoras. Es como si a la tierra le resultara tan extraña el agua ahora que ya no supiera cómo beberla. La sequía, se dice, arraiga profundamente en el suelo. Los agricultores de todo el continente sufren. La deuda agrícola ha pasado de poco más de diez mil millones de dólares en 1994 a cerca de sesenta mil en 2009. Muchas de las granjas por las que pasamos en nuestro recorrido sobreviven gracias a las subvenciones de «ayuda por la sequía» que paga el gobierno. Australia está preocupada por la producción de alimentos. Algunos piensan que la única forma de que el país sobreviva es reducir la población. Estoy aquí para investigar otra solución.

—Imagina que pudieras extraer miles de millones de toneladas de dióxido de carbono de la atmósfera cada año, con seguridad, eficiencia, inmediatez y de una manera económicamente rentable —dice Tony mientras vamos en camino—. Imagina que pudieras hacerlo de un modo que también aumenta la

biodiversidad, fomenta la seguridad alimentaria, invierte el avance de los desiertos y mejora la vida en las comunidades rurales.

La primera vez que escuché ese discurso de venta fue en Manchester, Inglaterra, antes de emprender mi viaje. Tony había mencionado una reunión denominada «The Manchester Report» celebrada en el esplendor gótico del ayuntamiento de Manchester, una especie de programa concurso, pero en serio, para las iniciativas sobre el cambio climático. A lo largo de dos días, se presentaron veinte ideas preseleccionadas a un panel de expertos y al público. La presentación de Tony destacó por dos razones. La primera, porque es muy buen orador, combinando la autoridad con un estilo ligero y accesible que hace que quieras ir al *pub* con él. La segunda, es que lo que dijo era extraordinario. Los expertos quedaron «tremendamente impresionados», y yo también. Parecía demasiado bueno para ser verdad.

Me presenté a Tony después del acto. Bruce también estaba allí, pero no pudo meter baza mientras Tony y yo nos enzarzábamos en el peor tipo de jueguito para ver quién era más listo, algo en lo que hemos vuelto a caer aquí, en Australia. Durante las largas horas de viaje, Bruce va en el asiento de atrás riéndose entre dientes u ofreciendo ciertas dosis de sensatez frente al chaparrón de juegos de palabras e indirectas. Por ejemplo, cuando Bruce sugiere un desvío a Eubalong (se pronuncia «lu-aba-long»), Tony responde con «*You have a long what?* [¿Qué has dicho que tienes largo?] Pues procura mantenerlo limpio, Bruce». Todo lo que cuentan sobre el humor australiano es cierto. Y eso continúa sin cesar durante cuatro días.

En el momento en que Tony dejó a todos boquiabiertos durante su presentación en Manchester aparecieron dos fotografías. «Este es un rancho típico de México», explicó, mostrando la imagen de un terreno desértico de terracota árida, con vegetación escasa y un suelo compacto y pelado. Luego mostró una segunda imagen en la que se veía una finca rebosante de una vegetación exuberante y verde. El contraste no podía ser más notable, lo que hizo que el siguiente comentario de Tony fuera tan asombroso: «Este es el rancho de al lado. El mismo suelo, las mismas precipitaciones. Estas fotografías se tomaron el mismo día».

Tony y Bruce tienen un puñado de estas fotos, que me enseñan durante los días siguientes. Algunas de las más sorprendentes son fotos aéreas que muestran fincas vecinas desde arriba. La diferencia entre la vegetación y el suelo desnudo sigue la línea de las vallas que separan las granjas colindantes.

—¿Dónde radica la diferencia? —pregunto.

—En la gestión —dice Bruce—, solo en la gestión.

Aproximadamente una hora después de salir del aeropuerto llegamos a Lana, la finca de Tim y Karen Wright, donde crían ovejas merinas. Tim no está convencido de que el calentamiento global esté producido por el hombre. Cree que la política «se ha metido en la carretera» y que «hay un montón de agendas ocultas en el IPCC». Eso no ha impedido que Karen y él sigan los consejos de Bruce y Tony. Nos sentamos a beber limonada en la galería con vistas a un paisaje verde y fértil. Se parece más a Sussex que a las imágenes del chaparral australiano que estoy acostumbrado a ver en la televisión.

Tim y Karen me preguntan dónde he estado en mis viajes. Cuando les menciono mi viaje a Konarka, Karen desaparece dentro de la casa. Al poco saca una muestra del Power Plastic de la empresa, el mismo material que había visto saliendo del rollo de aquella «gran impresora» en New Bedford.

—Somos los distribuidores para Nueva Gales del Sur —dice.

Supongo que en un país que es sinónimo de sequía tiene sentido comercial para un granjero diversificar sus ingresos vendiendo paneles solares.

—¿Es un negocio por si la sequía se agrava? —pregunto.

Sigue un silencio incómodo. Está claro que no he entendido nada.

—Nosotros no sufrimos la sequía como otros —dice Tim—. Nuestros depósitos todavía están llenos hasta tres cuartas partes.

La Gran Sequía aquí no es tan grande como parece. Pero aunque Lana no la esté sufriendo, muchos de sus vecinos sí. Muchas de las granjas de la zona, que han sido propiedad de las mismas familias durante generaciones, se están vendiendo porque los granjeros no pueden ganarse la vida con ellas.

—Algunos son suicidas —dice Tim con tono lúgubre. Él debe de saberlo bien, porque ha trabajado como asesor. Sus palabras sobre el suicidio rural no sorprenderán a nadie que viva en Australia. Una estadística ampliamente citada refleja el dato de que se suicida un granjero cada cuatro días. Esa cifra tiene ya una década de antigüedad, pero las cosas no han mejorado precisamente en estos últimos años.

Tim me cuenta que el nivel de precipitaciones ha sido bajo desde hace *nueve años*. A pesar de lo cual, Lana prospera con altos niveles de ganado, triplicando desde 1980, de 7000 a 22 000, el número de «*dry sheep equivalents*» [literalmente, «unidades de ovejas secas»] o DSE en sus siglas en inglés. Cuando empecé este viaje no imaginaba que me encontraría enfrentándome a métrica relacionada con las ovejas. Las cifras de DSE son una forma de comparar la capacidad y el rendimiento de las granjas. «Un DSE» es la cantidad de alimento que necesita una oveja merina de dos años

de las que hay en la granja de Tim y Karen. Una oveja preñada puede ascender a 1,5 DSE, una vaca que amamanta un ternero, diez veces esa cifra. Bruce me explica que la proporción de trabajo habitual es de un hombre por cada ocho mil DSE. Tim gestiona su granja con un hombre por cada 15 000.

—Tim y Karen están funcionando a pleno rendimiento con meses de forraje garantizados de antemano, mientras a su alrededor cunde el pánico —dice Bruce.

—Los vecinos nos miran con envidia —añade Karen—. Dicen: «debe de llover un montón en vuestra finca». —Se ríe, pero sin alegría—. Aquí llueve igual que en todas partes.

Algo funciona muy bien en esta granja, es evidente, pero no es la única, y Tony está impaciente porque nos pongamos en marcha para enseñarme otras. Nos queda mucho camino por hacer.

Llevamos una hora en el coche cuando Bruce la pide a Tony que pare.

—Quiero enseñarte algo —dice.

Al bajar del coche, Bruce me pide que mire un prado que se extiende junto a la carretera. En el suelo casi no hay vegetación, es el tipo de paisaje en el que uno esperaría ver caminando a un hombre con un traje espacial.

—¿Es por la falta de lluvia? —pregunto.

—Mira a lo largo de la valla —dice Tony.

Y entonces lo veo, y a partir de ese momento lo veré dondequiera que vayamos. Fuera de la valla hay hierba. De hecho, nos llega a la altura de las rodillas. Dentro de la valla lo que hay es prácticamente un desierto.

—Las cosas pueden crecer bien aquí —dice Bruce. Se agacha y arranca un puñado de tierra con vegetación. Se le deshace en la mano—. Pero se está muriendo —dice—. Esa es la otra mitad del problema.

De vuelta en el coche, Bruce me cuenta la historia de un hombre llamado Allan Savory, que fue el primero en utilizar los métodos de cultivo que ahora emplean Tim y Karen y todos los demás granjeros que voy a visitar en este viaje por Australia. Savory era el rastreador en la guerra civil de Zimbabue de los años sesenta mencionado anteriormente, y antes de eso había sido el funcionario encargado de la caza en las provincias del norte y Luapula de Zambia (que por entonces era el protectorado de Rodesia del Norte).

—Savory intentaba comprender el problema imparable de la degradación del suelo, como la que acabas de ver en el prado. Su primera intuición fue que tenía que ver con el ganado, con aquello que los hombres habían introducido

en el paisaje en lugar de la vida salvaje natural. Pero resultó que no eran los animales sino el modo en que se gestionaba la tierra.

Interviene Tony:

—Si retrocedieras en el tiempo, verías que nuestras praderas estaban dominadas por grandes manadas de animales que pastaban: bisontes en América y animales salvajes en África.

Todavía existen algunos sitios donde se ve el paisaje al que se refiere Tony. El Serengueti, por ejemplo, es una de las pocas praderas naturales que quedan en el planeta y acoge enormes manadas de cebras y animales salvajes migratorios. Su viaje no tiene principio ni fin sino que es un continuo peregrinaje en el sentido de las agujas del reloj en busca de agua y hierba fresca. Cada año, alrededor de dos millones de animales recorren casi tres mil kilómetros. Las manadas se mantienen muy juntas como defensa frente a depredadores como leones, guepardos y hienas.

—Lo que pasa es que la manada come la hierba, pero al instante se desplaza buscando otra más fresca. En el Serengueti, la manada no volverá al mismo sitio hasta un año más tarde aproximadamente —dice Tony.

—Eso es importante —dice Bruce—. Savory se dio cuenta de que hay una relación natural entre la hierba y los animales que pastan. Los brotes de vegetación están en la base de la planta y necesitan la luz del sol. Si la planta crece demasiado alta, empieza a suicidarse al ocultar los brotes bajo su propia sombra. No puede realizar la fotosíntesis.

—Por eso la hierba se deshizo en mi mano —explica Tony—. Es materia muerta. En la naturaleza, la manada habría pasado por la zona, se habría comido las puntas superiores de las plantas dejando al descubierto los nuevos brotes y habría seguido adelante. Cuando volviera la manada, la hierba habría vuelto a crecer. Los animales volverían a comer y así una y otra vez. La planta *necesita* al animal para mantenerse viva.

—El problema con el modo en que criamos el ganado es que no lo dejamos deambular —dice Bruce—. Dividimos grandes manadas en prados separados y las dejamos ahí durante demasiado tiempo. Sin depredadores, pueden ir donde quieran dentro de ese espacio. No se mantienen juntos, lo que significa que rápidamente se comen toda la hierba del terreno. Peor aún, la hierba no tiene la oportunidad de volver a crecer. Un animal se la comerá en cuanto empiece a brotar. Es un círculo vicioso en el que los animales destruyen su propio alimento. Eso es lo que viste en el prado de antes: el desierto dentro de la valla y las plantas altas pero enfermas fuera: sobrepastoreo e infrapastoreo uno al lado del otro.

A lo largo de los cuatro días siguientes veo esta pauta de sobre e infrapastoreo repitiéndose allá donde vayamos: kilómetros y más kilómetros de vallas separan prados apenas crecidos de márgenes de follaje seco y marchito.

—¿Por qué no se ha dado cuenta nadie? —pregunto.

—¿Te habías dado cuenta tú? —replica Tony. Es una pregunta pertinente. Bruce, siempre sensato, apunta:

—Cuando uno ha crecido viendo algo que es siempre igual, no puede verlo de otra manera.

Pasamos la noche en el Overlander Motel de Gunnedah, la «Capital Mundial de los Koalas». Al registrarme, me fijo que el establecimiento vende un producto que solo podría haberse inventado en Australia, el «StubbyGlove» [algo así como Guante del «botellín»]. Denominado «la mayor innovación en la forma de beber cerveza desde las burbujas», se trata de un guante de neopreno con una sujeción incorporada para sostener una botella de cerveza. («Stubby» es el término de argot para el botellín de cerveza en Australia). La idea, afirman los inventores, es que si uno se cae la cerveza no se derrame. Me gusta la idea de un producto que te permite aferrarte a algo precioso en un accidente, pero solo en Australia caerse es algo peor que un accidente si has perdido tu *cerveza* además de tu equilibrio^[14].

—¿Es de verdad? —pregunto a la recepcionista, porque me cuesta ocultar mi sonrisa.

Ella no me hace caso y se vuelve hacia Tony.

—¿Qué pasa?

—Es un *pom*.

—Ah —responde ella asintiendo. Sin duda, eso lo explica todo.

Comemos en el restaurante del motel, que sirve sencillas y contundentes comidas con mucha carne. Aprovecho la ocasión para hablar de la razón por la que he venido hasta aquí: el enfoque sobre el cambio climático del trabajo de Bruce y Tony.

—Mira —dice Tony—, aunque no existiera el problema del calentamiento global producido por el hombre, lo que Tim y Karen están haciendo tiene sentido para su negocio. La buena noticia es que los beneficios medioambientales también están ahí, a la vista.

Esos «beneficios medioambientales» incluyen la eliminación de dióxido de carbono de la atmósfera en cantidades potencialmente masivas así como un aumento de la biodiversidad. Tony se explaya:

—Se ha dado una pronunciada disminución en los niveles de carbono del suelo en las praderas de todo el mundo a lo largo de los últimos ciento cincuenta años que se relaciona directamente con la pérdida de vegetación. ¿El prado en el que nos paramos? El carbono del suelo ahí debe de ser casi inexistente.

Llegan las cervezas y utilizamos nuestras propias manos para sostenerlas pese a la opción del StubbyGlove. Mientras bebemos, Bruce explica que la hierba al crecer produce aproximadamente la misma cantidad de materia en la raíz y en las hojas: mantiene el equilibrio por encima y por debajo de la tierra. Si la planta es mordisqueada por una vaca o una oveja, se desprenderá una cantidad equivalente de materia de raíz en el suelo en cuestión de minutos.

—Bien, una planta está compuesta en un 58 % de carbono... —dice Bruce.

—... y el carbono es bueno para el suelo —añado yo recordando lo que he aprendido en mi viaje a Nueva Zelanda.

—Muy bien —dice Tony—, se ve que la enseñanza pública ha mejorado en Gran Bretaña.

—Pero ese carbono no puede hacer nada para compensar el calentamiento global, ¿no? Me refiero a que casi todo volverá a la atmósfera cuando la biomasa se descomponga.

—Tienes razón otra vez —dice Tony—. Pero las palabras más importantes de tu última frase eran «casi todo». Cuando la materia orgánica se descompone, deja tras de sí una pequeña cantidad de residuos en el suelo.

—Humus —dice Bruce, dando el nombre científico al residuo.

—No, gracias —dice Tony—, creo que pedí bistec.

Bruce pasa por alto el chiste (está acostumbrado).

—Ese residuo, el humus y los componentes de carbono vegetal, permanece en el suelo en un sistema natural.

—Es solo una pequeña parte del carbono que crea la planta —dice Tony—, pero un poquito de una cantidad descomunal pronto suma.

—¿Y ocurre al revés? —pregunto—. Si no hay vegetación, ¿el suelo empieza a perder ese carbono estable?

—Ajá. Por eso la agricultura convencional puede fastidiar tan rápidamente un ecosistema limpio. Eso es lo que hemos estado atravesando en coche todo el día.

Me asalta una idea y miro a Tony directamente a los ojos.

—A ver si consigo aclararme. ¿Me estás diciendo que la agricultura ha liberado miles de millones de toneladas de carbono a la atmósfera *desde el*

suelo?

—Ajá.

—¿Me estás diciendo que el culpable del calentamiento global no es solo la Revolución Industrial sino la agrícola?

Tony mira a Bruce.

—Pilla las cosas rápido para ser inglés, ¿verdad?

Quizá se deba a que he recordado algo que leí sobre la obra del paleoclimatólogo William Ruddiman, cuyo libro *Plagues and Petroleum: How Humans Took Control of Climate* defiende justamente lo mismo. Es más, según Ruddiman, la agricultura es la razón por la que no estamos en una nueva Edad de Hielo ahora mismo.

El libro de Ruddiman nos recuerda que el planeta está sometido a una danza de ciclos astronómicos que afecta a la cantidad de la radiación solar que llega hasta nosotros. Esto implica que, durante la mayor parte del último millón de años, la tierra ha sufrido ciclos glaciales regulares, en los que el hielo cubre aproximadamente una cuarta parte de la superficie del planeta durante unos cien mil años cada vez, intercalados con breves periodos cálidos «interglaciales» de unos diez mil años. El último periodo cálido debería de haber acabado hace unos dos mil años, afirma Ruddiman, pero la agricultura ha calentado la atmósfera, posponiéndolo. «La agricultura no es natural», escribe, «sino la alteración más importante de la superficie terrestre que han provocado los humanos hasta el momento».

Según el informe de la ONU «La larga sombra del ganado», el área total de tierra entregada al pastoreo supone el 26 % de la superficie sin hielo del planeta. Si, como me están diciendo Bruce y Tony, hemos administrado esa tierra de tal modo que los suelos han perdido carbono, entonces a medida que ha crecido la agricultura, ha crecido también y como consecuencia el CO₂ atmosférico. Esto no implica minimizar el papel crucial que desempeñan los combustibles fósiles en la aceleración de ese aumento, pero sería equivocado echarles toda la culpa.

Algunos analistas temen que el ganado que expulsa metano (otro poderoso gas de efecto invernadero) al aire sea un desafío importante para el clima y hacen un llamamiento para que renunciemos a comer carne. El metano es ciertamente veintitrés veces más potente que el CO₂ como gas de efecto invernadero y la ONU calcula que el ganado aporta ochenta y seis millones de toneladas del mismo a la atmósfera cada año.

Pero si lo que Bruce y Tony afirman es cierto, librarse del ganado podría acabar suponiendo un desastre. No se trata de que tengamos demasiado

ganado, es que tenemos muy poca hierba. El suelo necesita la hierba para enriquecerse en humus y por tanto en carbono. La hierba necesita animales si no quiere morir por defecto de infrapastoreo. Trabajando adecuadamente juntos, el sistema es una gigantesca «bomba extractora de carbono» que puede extraer cantidades ingentes de CO₂ del cielo.

—La buena noticia es que solo tenemos que cambiar el modo en que el ganado se desplaza para mejorar la situación —dice Bruce—. Es algo que podemos hacer hoy mismo y merece la pena por sí solo. La tierra es lo más grande que podemos controlar. No podemos dominar los mares ni el aire. Pero sí podemos intervenir activamente en la tierra. Es el activo más importante con el que contamos para combatir el cambio climático y aumentar la biodiversidad.

Mañana descubriré hasta qué punto puede ser importante el impacto.

Tras levantarnos temprano y un viaje en coche de seis horas que nos llevó quinientos kilómetros por campos cada vez más resecos, llegamos al interior de una zona conocida como Western Division. Nuestro viaje tuvo una sola parada, para desayunar en el Jolly Cauli de Coonabarabran, un café que, por extravagante que parezca, es también consulta de osteopatía. Eso me desconcierta hasta que Tony pide su desayuno, que parece contener la carne de una vaca entera.

—Mi abuela me decía que uno solo tiene este cuerpo si no se anda con remilgos.

Supongo que el osteópata hace buen negocio tratando los problemas de espalda que causa levantarse demasiado rápido de la mesa después de comer.

Acabamos de llegar a Etiwanda Station, una granja que llevan Andrew y Megan Mosely en Cobar, una de las zonas más secas de Nueva Gales del Sur. Poco después de nuestra llegada, Megan dice:

—Cuando los de la tele quieren unas cuantas tomas para representar la sequía vienen a grabarlas aquí.

Hace cinco meses y medio que no llueve en Cobar, pero los Mosely están tranquilos. Su granja es un oasis de prosperidad en una de las partes más agobiadas del país.

—La tierra alcanzó su punto más bajo a finales de los años noventa —dice Andrew, que nos alcanza unas tazas de té—. Por entonces necesitábamos quince acres para mantener una oveja con vida. —En su mirada se adivina el recuerdo de los malos tiempos.

—Se degradó hasta tal punto que no se hubiera recuperado con una gestión normal —añade Megan.

—¿Os quedasteis en una situación apurada? —pregunto.

—Sí, no puede decirse que nos fueran bien las cosas. Para ser sinceros, estábamos desesperados. Tuvimos que tomar algunas decisiones difíciles y al final debimos cambiar por completo nuestro modo de gestionar la tierra.

—O eso o abandonábamos y nos marchábamos —dice Andrew.

—¿Les pasa lo mismo a vuestros vecinos?

—Muchos de ellos viven del subsidio del gobierno. Siguen aquí, pero ya no se ganan la vida al viejo estilo. Sus casas se están cayendo.

La casa de Megan y Andrey no se está desmoronando. De hecho, es un hogar confortable, bien amueblado, con aparatos modernos. Unos aspersores mantienen el césped del exterior con un exuberante verdor brillante, y las mascotas de aspecto saludable holgazanean bajo el calor abrasador, acosadas de vez en cuando por las dos hijas pequeñas de la pareja, Jessica y Emily. Hay una pequeña pocilga en la finca y le pregunto a las niñas los nombres de los dos cerdos que viven allí.

—*Pascua y Navidad* —dice Jessica.

—Son nombres bonitos —digo antes de darme cuenta de lo que significan.

Andrew nos lleva a dar una vuelta por la finca.

—Estamos dejando que las hierbas perennes nativas regresen. No sembramos semillas de hierba, vuelven solas —me explica.

—¿Dónde está el ganado? —pregunto.

Todavía no he visto una sola oveja. Y, tratándose de una granja de ovejas en funcionamiento, me parece un poco raro. Tony, que está colaborando con su granito de arena para irrigar la tierra, dice:

—Una de las ideas básicas de Allan Savory es que hay que mantener a los animales en grandes rebaños, como en la naturaleza. —Se sube la cremallera y prosigue—: Eso implica que la mayor parte de la finca no tendrá animales encima durante la mayor parte del tiempo. Están todos juntos en una parcela pequeña.

—Eso es lo que da a la hierba el margen de tiempo necesario para volver a crecer —dice Bruce.

—¿Y cómo las mantienes todas juntas? —pregunto.

—Es fácil. Se construyen muchos prados cerrados. Dejas las ovejas en uno durante un par de días y luego las llevas al siguiente.

—El mayor coste es el vallado —dice Andrew—. Hay que poner muchas vallas para dividir la finca.

Después de mis investigaciones en la vanguardia de la tecnología y la medicina, por fuerza me sorprende lo que acaba de decir Andrew.

—¿Una de las respuestas al calentamiento global es el vallado? —pregunto—. ¿Es esta la tecnología de la que estamos hablando aquí? ¿Me estás diciendo que extraer el dióxido de carbono del cielo es una cuestión de poner vallas?

—Ajá —dice Tony encogiéndose de hombros—. Creemos que es algo que hasta un *pom* puede entender.

Durante la comida llevo la conversación al tema de los niveles de carbono del suelo. Quiero saber si los Mosely han comprobado que los niveles suben como Bruce y Tony dicen que deberían.

—Por aquí han pasado algunos científicos de la Trangie Research Station y de la Universidad de New England —me explica Andrew—. Creen que el carbono aumentó alrededor de un 50 % en tres años.

—Pero al principio el nivel era ridículamente bajo —interviene Megan—, así que el 50 % de muy poco es muy poco.

Tony quiere conocer las cifras exactas. Megan saca un expediente y lee con cuidado.

—Pasó del 0,6 % al 0,88 % en los quince centímetros superiores del suelo —dice dando golpecitos en la página con el dedo—. Ahora debe de ser más. Hemos tenido una cosecha de hierba abundante este año.

Rápido como el rayo, Tony hace un cálculo mental aproximado.

—Eso supone unas cinco toneladas de carbono por hectárea —dice.

Eso parece mucho carbono para un cambio porcentual tan pequeño, pero las cifras cuadran. Un suelo medio pesa alrededor de 1,2 toneladas por metro cúbico. Una hectárea tiene diez mil metros cuadrados así que, excavando un metro de profundidad, da doce mil toneladas de tierra. Un aumento de solo el 0,28 % en el carbono del suelo como el que se ha dado en Etiwanda Station supone casi treinta y cuatro toneladas por hectárea de un metro de profundidad. En la tierra de Megan y Andrew el nuevo humus solo había penetrado quince centímetros. Con el tiempo, la materia de las raíces llegará fácilmente más abajo, pero por ahora significa que esa cifra de treinta y cuatro toneladas se reduce a una nimiedad de más de cinco toneladas por hectárea en la granja de los Mosely. Tony dio en el blanco. Eso son matemáticas rápidas.

Sin embargo, en relación con el cambio climático, hay otro paso en el cálculo. Cada átomo de carbono de más que ahora está en la tierra ha llegado ahí gracias a plantas que realizan la fotosíntesis, lo que significa que originalmente formaba parte de una molécula de dióxido de carbono que estaba en la atmósfera. Dado que el carbono supone solo el 27,3 % del peso de una molécula de dióxido de carbono, cinco toneladas de carbono del suelo equivalen aproximadamente a 18,5 toneladas de CO₂ extraídas del cielo. Extrapolando el aumento del carbono del suelo en las 26 000 hectáreas de los Mosely sale una cifra de 480 000 toneladas de CO₂ capturado de la atmósfera.

Para situarlo en su contexto, esa cantidad es equivalente a compensar las emisiones de CO₂ generadas por más de ocho mil quinientos ciudadanos australianos a lo largo de un periodo de tres años (y cuando se trata de emisiones per capita, Australia es uno de los peores delincuentes del mundo, con cifras que triplican las del europeo medio). Como dijo anoche Tony en el restaurante: «Un poquito de una cantidad descomunal pronto suma».

—En casi todo tipo de suelo, si se aumenta la materia orgánica un 1 % a una profundidad de treinta centímetros, se secuestran aproximadamente cien toneladas de CO₂ por hectárea —dice Tony, dando un trago de birra—. No importa que se trate de suelos degradados como los de aquí, donde se pasa, pongamos, del 0,5 % al 1,5 %, o de un brezal escocés donde se parte con el 15 % de materia orgánica en el suelo y se eleva al dieciséis.

Las investigaciones publicadas ya abundan en ejemplos que muestran cómo los cambios en la gestión del pastoreo producen aumentos en los niveles de carbono del suelo. Por ejemplo, el Blackstone Ranch, en Ranchos de Taos, en Nuevo México, capturó más de 13 600 toneladas de CO₂ en noventa y cuatro hectáreas en solo un año (lo que supone casi 145 toneladas de CO₂ por hectárea y año), mientras doblaba su ganado e incrementaba sus ingresos en un 395 %.

La FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación) de la ONU calcula que hay 3500 millones de hectáreas de pastos agrícolas en nuestro planeta. Si pudiéramos aumentar la materia orgánica en ellas un 1 %, se compensarían casi doce años de emisiones de CO₂ en el mundo entero. Algunas naciones ya se han puesto en marcha. En julio de 2009, el gobierno portugués presentó un plan de compensación de carbono del suelo de millones de dólares, basado en la mejora del pasto en tierras de secano que abarcaban cuarenta y dos mil hectáreas, adaptado al Protocolo de Kioto. El plan subvenciona a los granjeros para que establezcan pastos con biodiversidad que aumenten el carbono del suelo.

Pagar a los granjeros para que aumenten el carbono del suelo podría animar a más propietarios de tierras a seguir el ejemplo de Andrew y Megan, y eso es algo por lo que han estado luchando incansablemente Bruce y Tony.

Después de comer, planteo una pregunta que me ronda la cabeza desde ayer y que ya estuve a punto de hacerles a Tim y Karen.

—¿No podríais comprar otras granjas fallidas y hacer con ellas lo que habéis hecho aquí? ¿No estáis tentados a comprar otras fincas?

Megan se ríe.

—Si tuviera pasta gansa compraría la Western Division entera. Podría hacerse, comprar cada granja, poner las vallas, ocuparse de que el ganado se desplace debidamente. Sí, podrías comprar granjas y restaurarlas como quien restaura una casa.

—¿Si tuvieras pasta gansa?

—Si tuviéramos pasta gansa.

Tony sonrío y me parece que sé por qué. Hay una razón por la que puede hacer complicados cálculos mentales a velocidad de vértigo. Tiene otra vertiente profesional. No es un granjero, ni un científico agrónomo ni un experto en carbono del suelo. Es contable, y tiene mucho éxito.

Un nuevo día, otras seis horas en la carretera y otros quinientos kilómetros nos llevan a la casa de Ken Haylan, un hombre de negocios jubilado que ahora cría ganado en Hailiebrae, a las afueras de la ciudad de Blayney. Ken tiene más de sesenta años y lleva la granja prácticamente solo. Hace dos años que sigue los consejos de Bruce, y, de camino, Tony me ha explicado otra de sus estadísticas demasiado buenas para ser verdad y quiero averiguar si me ha estado tomando el pelo.

En la comida le pregunto a Ken por sus cifras.

—Tony me cuenta que tus costes de producción son bastante bajos.

Ken se lo piensa un momento.

—Sí. Aunque no estamos a pleno rendimiento todavía, así que son un poco más altos de lo que podrían ser.

—¿Puedo preguntarte la cifra por kilo?

Ken me la dice, me quedo boquiabierto, Tony sonrío. Verán, el coste medio de producción de un kilo de ternera en Nueva Gales del Sur es de 1,60 dólares australianos. Ken acaba de decirme que a él le sale por «unos cincuenta y tres o cincuenta y cuatro centavos».

—A pleno rendimiento, saldrá por unos cuarenta centavos —prosigue.

—Pero ¡eso es *una cuarta parte* de la cifra media! ¿Me estás diciendo que puedes vender la carne más barata que lo que les cuesta producirla a tus competidores y sacar a la vez un gran margen de beneficio?

—Algo así —dice con aire despreocupado—. ¿Quieres otro trozo de quiche?

Me lo estoy comiendo cuando Ken añade:

—Lo que comparten todas las granjas que estás visitando es que son explotaciones de «poca inversión». Imitan antiguas formas de pastoreo dentro de los parámetros de una empresa agrícola moderna. Es la antítesis de la mayor de las prácticas agrícolas más modernas con altos costes de inversión y dependencia de una solución química para un problema en lugar de contemplar la base productiva, es decir, la tierra, como un todo.

Desde que ha empezado a seguir los consejos de Bruce, Ken dice que tiene más hierba en sus prados cuando su ganado los deja que otras granjas en un campo nuevo que espera la llegada del ganado.

—¿Y tus vecinos no se preguntan por qué?

—Oh, sí, pero no cambiarán.

—El problema es que la ganadería es un negocio tradicional y se queda en la familia —explica Bruce—. Cambiar el modo de trabajar la tierra es lo mismo que decir que tu padre y tu abuelo se equivocaban, lo que no es fácil cuando ellos también viven en la misma finca.

Es una explicación recurrente. Tim, Karen, Andrew y Megan me habían contado historias parecidas. Esa es una de las razones por las que Tony quiere que Australia siga el ejemplo de Portugal y pruebe con el pago a granjeros por el carbono que capturan en el suelo.

—Es una zanahoria en lugar de un palo —dice—. Es difícil cambiar cuando todo se va a la mierda, cuando tienes que reconocer que la forma en que has estado trabajando no funciona tan bien y tu padre no para de repetirte que conserves la tradición. Pero, si les pagas por el carbono, eso los saca de los dos apuros, el financiero y el emocional. La tierra mejora, lo cual es bueno para el negocio y pueden decirle al padre que el cambio en la gestión es para conseguir dinero de algo por lo que a él nunca le habrían pagado. No es que el viejo se equivocara, no, se trata sencillamente de un nuevo mercado: el carbono.

—Pero incluso sin los créditos del carbono, podrán ver la diferencia con solo mirar por encima de la valla, ¿no? —Sigo mostrándome ligeramente incrédulo.

—Bueno, se trata de vallas australianas especiales —dice Tony—, son impermeables a las nuevas ideas.

Por una vez, no está bromeando.

—Sí, uno nunca es profeta en su propio estercolero —sugiere Bruce sabiamente.

Un día después, cuatrocientos kilómetros al sur, y estoy enzarzado en una discusión con el que posiblemente sea el granjero más inteligente de Australia.

A Graham Strong no le faltan ni opiniones ni conocimientos. Por ejemplo, se opone con vehemencia a la modificación genética. Le he mencionado que la crianza selectiva de plantas y animales es una forma de modificación genética y ahora escucho una diatriba sumamente educada sobre la diferencia entre modificación transgénica de las especies (la práctica de extraer un gen de un organismo e insertarlo deliberadamente en el genoma de otro) y la crianza selectiva.

—No es lo mismo y me revienta que la gente diga que son equiparables —exclama Graham. Yo solo lo había planteado como tema de conversación, pero nuestro anfitrión ha ido a degüello. Tony permanece callado a un lado, con la huella de una sonrisa burlona en los labios. Me parece que está disfrutando al ver que un *pom* recibe una paliza al estilo del lugar.

«Apasionado» es un calificativo que apenas se aproxima a describir a Graham, que gestiona la granja Arcadia, en Boree Creek, en las afueras de la ciudad de Narrandera. Cuando habla de la tierra es como si lo hiciera de su hermano, pero que eso no te dé la impresión de que es una especie de «hippie abraza troncos». Durante su discusión sobre la modificación genética, revela un impresionante nivel de conocimiento sobre muchos de los temas que he tratado en la Harvard Medical School.

Él piensa que necesitamos un debate urgente «sobre cómo nos organizamos en sociedad, sobre la relación entre nuestros centros urbanos y cómo producimos nuestros alimentos, compartimos el agua, los recursos». Parte de su contribución a ese debate consiste en implicarse en grandes proyectos de arte públicos que dan una idea de la situación de la tierra a nuevos interesados.

—No puedes enfadarte con alguien que no tiene ni idea de lo que haces si antes no has hecho nada para explicárselo —afirma—. No se trata de que no puedas cultivar esta tierra, sino de que sencillamente no puede hacerse como se hacía.

Sin embargo, a alguna gente no le apetecerá escuchar la opinión más controvertida de Graham: no cree en la sequía.

Con las penurias que ha sufrido la agricultura de toda Australia, ese tipo de comentarios pueden hacer que acaben linchándote.

—Tengo cuidado con las sensibilidades, las entiendo, pero la palabra «sequía» no significa nada sin un contexto cultural —me explica, siempre en un tono categórico.

—*Nuestro* contexto cultural lo determina el hecho de que nuestro estilo de vida occidental está reñido con el clima en el que vivimos.

—Pero no puedes negar que la pluviosidad es baja.

—Bueno, ¿qué significa baja? Es más baja que antes, pero aun así hay agua de sobra si se gestiona bien la tierra.

En una repetición de lo que ya había visto en Lana, Etiwanda Station y Hailiebrae, un recorrido por Arcadia un poco antes ese mismo día me había mostrado una granja sana con cosechas abundantes de orzaga, un alimento para las ovejas de Graham que paren corderos más magros y succulentos.

Parte de la razón por la que estas granjas prosperan, incluso durante la Gran Sequía, es que, cuando por fin llueve, los suelos retienen más agua. Según la Soil Carbon Coalition, una organización australiana sin ánimo de lucro que trabaja para difundir el conocimiento sobre el carbono del suelo, «la materia orgánica puede retener cuatro veces su peso en agua». Esto significa que un 1 % de incremento de materia orgánica se corresponde con ciento cincuenta toneladas más de almacenamiento de agua disponible por hectárea. Para una nación paralizada por la Gran Sequía, eso supone una enorme diferencia, y es una de las razones por las que Tim y Karen pudieron decirme «tenemos hasta tres cuartas partes de los depósitos llenos».

—La palabra «sequía» implica impotencia —dice Graham—. Que no puede hacerse nada. Fin de la conversación. Bueno pues no, gracias.

Nuestra última parada es en una granja llamada Moombril, cerca de Holbrook, propiedad de Michael y Anna Coughlan, la pareja que sorprendió a sus vecinos vendiendo la mayor parte de los bienes de su finca nada más comprarla. Tras otros ciento sesenta kilómetros de viaje y dos horas de chistes, por fin estoy mirando una vaca. Después de pasarme los cuatro últimos días hablando con ganaderos y viendo solo mascotas de familias y cerdos bautizados con el nombre de las festividades en las que se los comerán, le he dicho a mis anfitriones que me gustaría ver algunas vacas yendo y viniendo, así que Bruce, Tony, Michael Coughlan y yo estamos en un

prado, mirando otro en el que hay dos mil cabezas de ganado, uno de esos grandes rebaños que imitan a los que rondan por los pastos naturales.

Estas vacas no volverán al prado en el que están ahora hasta dentro de unos ciento cincuenta días, dando tiempo de sobra para que se recupere la hierba que ahora mastican alegremente. De hecho, en el prado desde el que las estamos mirando (y adonde vendrán a continuación) la hierba nos llega a las rodillas. Hasta donde me alcanza la vista solo hay verdor.

Michael se desplaza habitualmente hasta aquí en una de las dos motocicletas que Anna y él compraron con los ingresos de su venta.

—Es igual de fácil abrir una puerta para dos mil cabezas de ganado que para doscientas —dice.

—¿Es tan sencillo como parece? —pregunto.

—Bueno, en principio, sí. La clave de todo esto es que lo hemos hecho más fácil, lo hemos simplificado y solo hay que mantener cierta disciplina. Porque los animales están ahí fuera haciendo todo el trabajo, el sistema digamos que funciona solo. No tenemos que gastar dinero ni tiempo ni hacer otras inversiones como fertilizantes o rociar con pesticidas.

Ken Haylan, el hombre que me dio vértigo con sus diminutos costes de producción dijo algo similar. «Si lo haces bien, no hay mucho en lo que gastar dinero», me había dicho. «No tienes que echar fertilizante, así que no necesitas un tractor; no tienes que rociar pesticida porque las malas hierbas no son un problema importante, y así la salud del ganado también mejora».

Ni Ken ni Michael necesitaban bañar a su ganado por las lombrices. (Ken empapa el ganado una vez al comprarlo, «y eso es solo porque no sé dónde han estado»).

—Hasta cansa ver a algunos de mis vecinos —dice Michael—. Me han preguntado qué hago yo todo el día.

—¿Qué haces todo el día?

—Bueno, acabamos de comprar otra granja para implantar este sistema, así que eso me tiene bastante ocupado. Pero mientras trabajo allí, levantando las vallas y todo lo demás, sé que mi tierra aquí progresa, lo que da muy buenas sensaciones. Hace falta mucho trabajo para conseguir que el sistema vaya bien, que las vallas estén en su sitio, definir los planes de pastoreo. Todo hay que pensarlo mucho.

Hace una pausa.

—La cuestión es que, tanto en Australia como en América, hemos expoliado absolutamente nuestra tierra. La hemos jodido bien. Pero creo que podemos darle la vuelta a la situación muy rápido.

Hemos emprendido el largo viaje de vuelta a Sídney e, irónicamente, está lloviendo. Me vuelvo hacia Tony. Hay algo que he querido preguntar desde nuestra conversación en la cena con Andrew y Megan en Etiwanda Station.

—Vais a comprar granjas, ¿verdad?

—Oh, sí.

—¿Cuántas?

—Empezaremos con dos millones y medio de acres. Vamos a ocupar grandes franjas de Australia y darles un buen aspecto. Para empezar, nuestra ambición mínima son diez millones de acres. Luego pasaremos a otros países.

—¿Podéis reunir la cantidad de dinero que necesitaréis para comprar las tierras?

—Estamos en ello.

No bromea. Unos meses más tarde, me veo con Tony en Londres, donde mantiene reuniones con grandes fondos de pensiones europeos que quieren invertir en valores sostenibles y a largo plazo. Sonríe como un gato de Cheshire.

—¡Ah! *Pomster!* —exclama—. Déjame que te invite a una cerveza.

Tony y Bruce quieren salvar el planeta. Y van a asegurarse de que se lo pasan en grande mientras lo hacen.

Capítulo 13

El presidente está ocupado

Los exiliados se alimentan con sueños de esperanza.

ESQUILO

Estoy mirando una de las cosas más extrañas que he visto en mi vida. Once hombres sentados a tres mesas dispuestas en forma de herradura. La mesa principal está reservada para un único ocupante, sin duda el jefe (hay banderas a cada lado). En el medio hay una impresionante decoración: una enorme pieza de coral. Un asunto solemne está en marcha. Se pasa un documento de mano en mano y todos lo van firmando. Las firmas son lentas y firmes, lo que tal vez se deba a la seriedad del texto al que están adjuntando sus nombres. ¿O tal vez la gente parece más resuelta al firmar cuando su cargo es el de ministro del gobierno? O tal vez es que sencillamente lleva más tiempo escribir cuando estás vestido de goma de pies a cabeza, y a seis metros bajo el agua.

Ha sido un día extraño. Hace dos horas, con un grupo de periodistas y fotógrafos, desembarqué en Girifushi, una de las 1190 islas situadas en el sur del océano Índico que forman la República de las Maldivas. El cielo, entonces como ahora, era de un azul puro y resplandeciente; la arena bajo nuestros pies fina y suave; el mar, de un verde cristalino que bulle de vida. Una brisa leve pero refrescante había susurrado entre las palmeras que nos protegían del cielo sofocante. Si no hubiera sido por los soldados armados que nos observaban con una mezcla de suave desdén y diversión habría pasado por una escena del paraíso. En el muelle, ejecutivos y técnicos se afanaban alrededor de una tienda de campaña llena de equipos audiovisuales de aspecto muy caro, con cables que salían por detrás y se introducían en la laguna. En el agua, los cámaras con traje de buzo asentían con las cabezas mientras aguardaban instrucciones y el personal de TV Maldives se apresuraba por todas partes, tenso y concentrado, con expresiones que combinaban el orgullo nacional con lo que solo puede describirse como una cara de «Espero que no la caguemos».

Los ojos del mundo pronto se fijarán en ellos.

Girifushi, como todas las islas Maldivas, se eleva menos de un metro ochenta sobre el nivel del mar. Así que si el mar sube rápidamente debido al calentamiento global, pronto podrían quedar menos Maldivas que visitar. Dicho lo cual, las islas tienen una ventaja natural sobre las costas continentales cuando se trata de resistir las olas, porque como muchos archipiélagos, las Maldivas son atolones de coral. (La palabra «atolón» deriva de *atholhu* en el idioma local, el dhivehi).

Los restos de coral son continuamente empujados hacia la tierra por el viento y las aguas, y dado que el coral no para de crecer, hay un suministro continuo de material que reconstruye la isla. Paul Kench, de la Universidad de Auckland, y Arthur Webb, de la South Pacific Applied Geoscience Commission de Fiyi, estudiaron los cambios en el tamaño y la forma de veintisiete atolones en el océano Pacífico, a lo largo de un periodo de sesenta años en el que ha subido el nivel del mar, de media, unos dos milímetros por año. Lo que descubrieron sorprendió a muchos. La superficie de la mayoría o se había mantenido estable o había aumentado, y solo un 14 % había perdido masa de tierra.

—Se pensaba que mientras el nivel del mar sube, las islas se quedan ahí hasta que acaban por ahogarse —dice Ken—. Pero no es así. El nivel del mar subirá y la isla reaccionará. —Esa es la buena noticia.

La mala es que el ascenso del nivel del mar parece haberse acelerado desde principios del siglo XIX, y nadie sabe a ciencia cierta hasta qué punto el coral puede mantener el ritmo. A lo que hay que añadir la inquietud por la capa de hielo del Antártico occidental. Si se vuelve inestable (como algunos científicos del clima creen), el nivel del mar podría subir unos tres metros. Y, ya que estamos, mencionemos la fusión de la capa de hielo de Groenlandia, con el potencial de contribuir con otros dos metros a la subida del nivel del mar si el calentamiento global continúa sin disminuir. No hay manera de que los atolones (o el resto de nosotros) mantengan ese ritmo. Otro motivo de preocupación para las Maldivas es que una subida marcada de la *temperatura* del mar mate el coral que reconstruye islas, privando a la nación de su defensa natural frente a las subidas leves. Un suceso así ocurrió en 1998, cuando un pico en las temperaturas del agua devastó los acantilados de la nación (aunque ahora dan alentadoras señales de recuperación). La fragilidad de la república ante el calentamiento global es obvia.

Esa es una de las razones por las que el presidente de las Maldivas, Mohamed Nasheed (el hombre sentado con traje de buzo a la mesa principal), se ha convertido en una de las voces más elocuentes y respetadas sobre las

cuestiones relacionadas con el cambio climático, y es a él a quien he venido a ver. Nasheed sostiene que «si hoy no podemos salvar a los trescientos cincuenta mil habitantes de las Maldivas de los mares crecientes, no podremos salvar a los millones de habitantes de Nueva York, Londres o Mumbai mañana». Al mundo le dice: «ahora todos somos maldivos», y compara su país con Polonia en la Segunda Guerra Mundial, «un estado en primera línea» en la batalla contra el calentamiento global.

Pero Nasheed no es un pesimista, y ha optado por utilizar la crisis para ofrecer su república como laboratorio para estudiar el cambio, un laboratorio del tamaño de una nación, un ejemplo para el mundo de cómo podemos detener el ascenso de las temperaturas. «Las Maldivas están decididas a romper con las viejas costumbres», dijo en la ONU. «Ya no nos damos por satisfechos con gritar sobre los peligros del cambio climático. En vez de eso creemos que nuestra suma vulnerabilidad nos proporciona la claridad de miras para comprender cómo podría resolverse el problema». Poco después de llegar al poder, comprometió a su nación a alcanzar la neutralidad en carbono [emisión y eliminación de carbono compensadas] en un plazo de diez años. «Lo hacemos no porque podamos resolver el calentamiento global nosotros solos. Lo hacemos porque esperamos servir de ejemplo. Si las Maldivas pueden llegar a ser neutras en carbono, los países más grandes podrían imitarnos... Estamos resueltos a definir un kit de supervivencia, el manual de la neutralidad en carbono que permita a otros replicarlo para que todos nosotros juntos podamos salvarnos de la catástrofe climática».

Gran parte del debate sobre el cambio climático ha tenido un efecto debilitante, porque se centra «sobre no hacer cosas, sobre no emitir gas, sobre no ir de vacaciones, sobre no tomar un helado», declaró Nasheed a Al Yazira en abril de 2009. «Tengo la sensación de que es el modo equivocado de abordarlo. Deberíamos estar pidiendo hacer cosas, cosas más verdes, invertir en energías renovables. La energía renovable es posible, es factible y además nos dará unos generosos rendimientos».

Otros no lo ven así. Hoy mismo, un poco antes, el asesor de comunicación de Nasheed, el increíblemente juvenil Paul Roberts, me dijo: «Cuando el presidente anunció el plan para alcanzar la neutralidad en carbono, recibimos como respuesta mucho pesimismo de la comunidad internacional, muchos “¿Por qué molestarse? Os vais a ahogar de todos modos”».

Sin embargo, es un presidente acostumbrado a hacer cosas a pesar de todas las expectativas adversas.

Mohamed *Anni* Nasheed ha vivido una vida extraordinaria, y solo tiene cuarenta y tres años. En 2008, su Maldivian Democratic Party, creado durante su exilio en Sri Lanka e Inglaterra, acabó con los treinta años de dictadura de Maumoon Abdul Gayoom.

Nasheed lo pasó mal con Gayoom. Como él mismo recordaba: «Me encarcelaron dieciséis veces y pasé un total de seis años en la cárcel. De esos años, dieciocho meses en aislamiento». Las historias de su encarcelamiento son terroríficas. Le pusieron grilletes en manos y pies. Le daban comida mezclada con laxantes y cristales rotos. A menudo lo encerraban en una celda diseñada a propósito para calentarse como un horno bajo el sol abrasador. Los hombres de Gayoom lo torturaron hasta «el borde de la muerte» dos veces.

El régimen de Gayoom contrató a una empresa de Relaciones Públicas de Londres para dar una imagen atractiva a los turistas. Pero Gayoom no ayudó mucho. Ante una manifestación que pedía democracia, envió a la policía armada para que detuviera a Nasheed, temporalmente en libertad, que fue seguidamente acusado de terrorismo (el altavoz que utilizaba para dirigirse a la multitud era «un arma»). La grabación de la detención, colgada en YouTube, no tardó en dar la vuelta al mundo (probando en buena medida la opinión de Vint Cerf sobre el papel de Internet como medio para hacer pública la violencia) y la detención provocó una protesta masiva, subiendo la tensión que se había estado fermentando durante los cinco años previos. Los observadores internacionales expresaron su preocupación acerca de que Nasheed no sería sometido a un juicio justo y, aunque pasó otro año en prisión, finalmente fue liberado a cambio de la promesa de no provocar una revolución. Pero la revolución ya había tenido lugar. Gayoom se vio obligado a convocar elecciones y Nasheed se convirtió en el primer líder de la nación elegido democráticamente.

Al ocupar el cargo, el nuevo presidente encargó la destrucción de los edificios que se habían utilizado antes como centros de detención y tortura, y entregó el multimillonario palacio presidencial con su lavabo bañado en oro (una opulenta ignominia para un país donde uno de cada cinco habitantes vive bajo el umbral de la pobreza) a la judicatura para que alojara un nuevo tribunal supremo. Y pese a todo Nasheed permitió que su anterior némesis se fuera libre. «Una prueba de nuestra democracia será cómo tratemos a Maumoon», dijo.

Nasheed se maneja muchísimo mejor que su predecesor en las relaciones públicas. Como periodista, ha utilizado su conocimiento de los medios para llevar la grave situación de Maldivas al escenario internacional. Y su montaje

de relaciones públicas más osado hasta la fecha es el acto que ahora estoy mirando a través de mi máscara de buceo: el primer consejo de ministros submarino del mundo.

Estoy aquí, con una buena cantidad de la prensa mundial, porque las Maldivas es una versión condensada de la cuestión del cambio climático. Lo que suceda en esta república isleña será instructivo para todos nosotros. Será una de las primeras naciones que dejará de existir si el nivel del agua sube demasiado rápido. De hecho, Nasheed ya ha hablado de la posibilidad de crear un «fondo soberano» para comprar tierras en otro sitio en el caso de que lo malo se convierta en lo peor. Al mismo tiempo, el país está liderando la vía de la creación de una economía neutra en carbono, lo cual no es proeza pequeña tratándose de una nación constituida por más de mil diminutas islas, casi todas las cuales obtienen su energía de generadores diésel. Por no mencionar el detalle de que la economía de las Maldivas —y su impacto ecológico— se basa en el turismo, y la aviación que lleva asociada.

Las Maldivas también son una demostración nítida de la brecha que, también en el carbono, separa a las naciones «desarrolladas» de las «en desarrollo». Centros turísticos famosos por su opulencia acogen a un pequeño número de turistas ricos que consumen alimentos de lujo traídos en avión para satisfacer sus demandas. Las villas más suntuosas están equipadas con todos los aparatos electrónicos. Por el contrario, las islas vecinas no turísticas a menudo acogen poblaciones de varios miles de personas, muchas de las cuales viven en la pobreza. «En las Maldivas nos encontramos con una situación en la que tienes una isla tercermundista muy pobre al lado de una isla europea muy rica», ha dicho Nasheed, un legado de la época de Gayoom, en la que muchos dólares del turismo iban a parar a la élite gobernante en lugar de al bienestar social. Una de las iniciativas de Nasheed, por tanto, es animar a los centros turísticos a vincular directamente sus economías con las islas vecinas adquiriendo en ellas mano de obra y suministros.

Otra razón para venir a ver al presidente Nasheed es que la visita me permite alejarme un paso de la ciencia y tener en cuenta, a falta de una expresión mejor, «el mundo real». He visto mucho tecno-optimismo, gran parte de él por buenas razones, pero quiero hablar con alguien que entienda más que la mayoría las cuestiones prácticas, emocionales y políticas, del cambio y lo duro que puede ser. ¿Cómo, me pregunto, podemos pasar de descubrir cosas nuevas a hacer *lo correcto*? Puede que tengamos soluciones a nuestros problemas, pero eso no quiere decir que las pongamos siempre en práctica. Parafraseando una de las supuestas sentencias de Winston Churchill:

«Siempre puede confiarse en que la humanidad haga lo correcto... después de que todas las demás posibilidades se hayan agotado». Tal vez un hombre que ha pasado de presidiario a presidente tenga ideas sobre cómo ponernos en el buen camino.

Para salvar su propia nación, Nasheed necesita que el resto del mundo realice cambios en las formas de generar y consumir energía. En un apasionado discurso ante la asamblea de la ONU, fue tajante: «Para nosotros está claro como el agua que... si las cosas siguen “como siempre” no sobreviviremos... Nuestro país dejará de existir». Y así, del mismo modo que propone vincular la actividad económica de los centros turísticos a las islas vecinas, busca unir a aquellos que emiten más carbono con los que serían los primeros en sufrir las consecuencias.

Debido a una suerte impensable, soy una de las cuatro personas sin cargo oficial a las que se permite entrar en el agua (deliciosamente cálida) agua donde se celebra el consejo de ministros. Nado con cuidado alrededor del perímetro para esquivar a los numerosos cámaras con traje de buzo y los cables que entran en la laguna desde la orilla.

Bajo el agua, los ministros del gobierno se pasan el documento en una ordenada procesión de acuática cordialidad, y uno por uno utilizan rotuladores resistentes al agua para firmarlo: un llamamiento a las naciones de todo el mundo para que reduzcan las emisiones de gas de efecto invernadero, que será entregado en la próxima conferencia sobre el cambio climático de Copenhague. Me doy cuenta de que es la extraña familiaridad del acto lo que le servirá para conseguir gran publicidad. Es a la vez ordinario y extraordinario. ¿A quién no le llama la atención una reunión de gobierno celebrada bajo el agua?

Como nadie puede hablar, todo el acto está cuidadosamente coreografiado utilizando señales manuales, y cada participante sigue un «orden de servicio» impermeable. «El presidente firma la declaración. Los miembros del gabinete se pasan la pizarra uno por uno. El presidente hace una señal para ascender...», y así sucesivamente. Todos se ciñen al plan (supongo que una enmienda de última hora sería un tanto complicada), y dado que la mayoría de ellos han tenido que tomar lecciones de buceo para prepararse, sospecho que todos se alegran de que acabe de una vez el acto.

En total, la reunión se alarga durante veinte minutos. Los ministros se levantan despacio de sus asientos acuáticos y regresan a la orilla de la laguna. Me encuentro nadando al lado del presidente. Su cabeza se vuelve hacia mí y

debo de parecer asombrado porque me hace la señal submarina con la mano que pregunta: «¿Está bien?». Le hago señales para asegurarle que perfectamente. Más que perfectamente, pero no hay una señal manual para decir: «¡Por todos los diablos! ¡Estoy en un consejo de ministros submarino en las Maldivas! ¿Qué puede haber más *chulo*?».

Al llegar a la orilla nos espera una miríada de cámaras y micrófonos. La prensa de todo el mundo pide a gritos la mejor posición para grabar al lado del agua, lanzando una lluvia de preguntas que Nasheed responde desde el agua, teniendo el cuidado de vincular la amenaza que ve para las Maldivas con la que encara el resto del mundo. También hay algunas bromas bienintencionadas sobre las ventajas de celebrar un consejo de ministros donde ninguno de ellos puede abrir la boca. Preguntado si las reuniones submarinas se iban a convertir en un rasgo habitual de la administración, Nasheed responde: «Toda la intención es precisamente que *no* se convierta en algo habitual».

Resulta extraño estar en medio de un acontecimiento noticioso internacional. Me siento fuera de lugar asintiendo detrás del presidente mientras el sol centellea en el agua, esbozando posiblemente la sonrisa más amplia que he sido capaz de dibujar en mi cara desde que me regalaron una bicicleta cuando cumplí seis años. En el breve paseo hasta la comida, el presidente se ve abordado por periodistas ansiosos por conseguir un poco de tiempo con él. Yo voy relajado porque mi entrevista, programada para el día siguiente, lleva en la agenda desde hace meses. O eso creía yo.

En la comida, Paul Roberts, que trata con la prensa internacional y me ha metido en la reunión, empieza a utilizar un lenguaje preocupantemente impreciso y que limita las expectativas. Yo «probablemente» tendré mi entrevista «durante los dos próximos días», «normalmente» no es ningún problema, aunque el presidente «tiene una agenda muy ocupada». Mi confianza no se dispara precisamente cuando Paul sugiere que «vendría bien» que «saludara» brevemente al presidente ahora mismo para «que sepa que estás aquí». Paul me presenta de un modo que me produce la clara impresión de que esta es la primera vez que le ha mencionado algo sobre mí a Nasheed. Felicito al presidente por el éxito de la jornada y le digo que espero con ansiedad nuestra charla del día siguiente. Parece confuso. «¿Es que tenemos una entrevista?», pregunta y Paul me quita de en medio.

En descargo de Paul, he de decir que hoy ha tenido un día de trabajo descomunal y complicado con los medios de comunicación y el hombre de New Cross ocupa sin duda un lugar muy bajo en la agenda. Sin embargo, he

volado miles de kilómetros con el único propósito de entrevistar a un hombre con quien parece que no voy a tener más que un intercambio de señales manuales submarinas. Un periodista local me informa de que «este tipo de cosas es habitual aquí. Uno tiene que sobrellevarlas». Parece un buen consejo, y tampoco es que tenga muchas alternativas. Sin embargo y por ahora, el sol brilla, la comida es buena y la gente sonrío. Hay sitios peores donde estar.

A la mañana siguiente, Paul me llama para decirme que hoy no será la entrevista.

—Lo siento. Ninguno de nosotros esperaba que la repercusión del consejo de ministros fuera tan grande, el presidente está desbordado.

Es cierto que el acto submarino ha generado unos niveles de publicidad sin precedentes para Nasheed. He recibido *e-mails* de amigos emocionados de todo el mundo que han visto grabaciones en las noticias de televisión o leído artículos en los periódicos nacionales. «¡Es genial que vayas a entrevistar al presidente!», escribe uno emocionado y se me hace un nudo en el estómago. El presidente sale para la India pasado mañana. Aprovecho el día para pasear por las calles y los alrededores de la capital, Malé, y descubrir una imagen de las Maldivas que ven pocos visitantes (a la mayoría los llevan directamente del aeropuerto a los centros turísticos elegidos): es una imagen reveladora.

Los dos kilómetros cuadrados de superficie de Malé acogen entre 90 000 y 150 000 personas (es difícil encontrar las cifras definitivas). Incluso en el cálculo más bajo, eso supone que es una de las ciudades con mayor densidad de población del mundo. En marcado contraste con los espaciosos centros turísticos que ocupan islas enteras, Malé es un laberinto de callejuelas ruidosas, llenas del zumbido de miles de motos *scooters*. Los edificios están apelotonados, y hace calor, mucho, mucho calor. Al observar esta masa de humanidad apretujada en una isla tan pequeña, pienso en la cuestión del crecimiento de la población y su efecto en los recursos del planeta. Aquí, en las Maldivas, la población se ha sextuplicado durante el último siglo.

En el año uno de nuestra era, se calcula que la población del planeta rondaba los 231 millones de personas. En 1804 éramos mil millones. Entonces fue cuando los números se dispararon. En solo ciento veintitrés años se sumaron otros mil millones al total. Los mil millones siguientes tardaron solo treinta y tres años. Catorce años después (en 1960) habíamos sumado otros mil millones (lo que nos llevó a los cuatro mil). Los siguientes miles de millones tardaron todavía menos, trece y doce años respectivamente. Con el cambio de milenio, éramos más de seis mil millones. Si seguimos así, la

opinión más generalizada es que la población del planeta pronto superará los recursos disponibles.

Al lado de los muelles, encuentro un ejemplo del consumo de la humanidad. Cientos de barcas descargan capturas de atunes de aleta amarilla que despiden un fuerte olor. Los pescados son arrojados sin la menor ceremonia en ollas con la cabeza abajo (que así no se ve) y sus enormes colas sobresaliendo al aire. En una lonja alicatada del paseo marítimo observo cómo les quitan las vísceras y los preparan para la venta. Unos inmensos cuchillos manejados por mano experta les sacan los ojos sin pestañas, les arrancan las cabezas, les quitan las espinas con movimientos limpios, ágiles y experimentados; son hombres que fuman cigarrillos y se han vuelto indiferentes a la matanza de tanto repetirla. Supongo que cortarle la cabeza a un atún se convierte en algo tan rutinario como procesar una factura si se hace las veces suficientes. A mi alrededor se compra y vende sin parar.

Le pregunto a uno de los pescadores si ha nacido en Malé y me responde:

—No, pero nos mudamos aquí porque si no estás empleado en un centro turístico, es el único sitio donde hay trabajo.

Mudarse a la ciudad para buscar trabajo es otra de las tendencias de la población. Cuando éramos mil millones, solo el 3 % de nosotros vivía en un entorno urbano. Hoy más de la mitad lo hacemos. El informe sobre Perspectivas de Urbanización en el Mundo de la ONU calcula que el número de nosotros que vivirá en ciudades casi se doblará en 2050. «Prácticamente todo el crecimiento de la población del mundo será absorbida por las áreas urbanas de las regiones menos desarrolladas», afirma el informe.

En 1798, previendo una catástrofe en la que el número de humanos desbordaría la capacidad de carga del planeta, el reverendo Thomas Robert Malthus escribió (y reescribió continuamente a lo largo de los treinta años siguientes) su famoso e influyente «Ensayo sobre el principio de la población». En él predecía que la producción de alimentos no podría mantenerse al ritmo del crecimiento de la población. «Es una obviedad, de la que se han percatado muchos escritores, que la población debe mantenerse siempre algo por debajo del nivel de los medios de subsistencia», concluía.

Malthus acertaba y se equivocaba a la vez. Acertaba porque la producción de alimentos debe, evidentemente, mantenerse a la par de la población si no queremos morir de hambre. Se equivocaba porque hasta ahora, a medida que ha ido creciendo la población, hemos sabido encontrar medios para incrementar los rendimientos agrícolas para que satisfagan nuestras necesidades. Lo que no quiere decir que en algunas regiones del mundo no

haya unos pavorosos niveles de malnutrición. Sin embargo, se trata más de un problema de distribución desigual que de producción. A pesar del incremento espectacular de la población desde la década de 1950, la producción de alimentos mundial per cápita ha aumentado. Es un logro asombroso. Hay más comida por persona de la que ha habido jamás. O, como afirma la ONU: «Se da una situación de seguridad alimentaria global que mejora continuamente, con un nivel mundial de consumo de alimentos per cápita que crece sin parar».

El gran temor es que los efectos del calentamiento global reduzcan drásticamente nuestra capacidad para cultivar alimentos a medida que las cosechas se marchiten bajo la arremetida de temperaturas cada vez más altas, que es la razón por la que lo que están haciendo Bruce y Tony en Australia podría tener una gran importancia. Irónicamente, una manera de continuar aumentando la producción de alimentos de una forma sostenible podría ser recuperar prácticas agrícolas antiguas. Pero ¿podemos seguir aumentando la producción de alimentos *ad infinitum* mientras la población continúa creciendo? La buena noticia es que no nos hará falta.

El estadístico Hans Rosling, del Instituto Karolinska de Suecia, cuenta que bastantes de sus alumnos se plantean si mantener vivos a los pobres es una buena idea. «En una época en que sabemos que las presiones sobre el entorno están aumentando, mis alumnos me dicen: “el crecimiento de la población destruye el medio ambiente así que los niños pobres morirían de todos modos”. Esto no lo afirman en clase, sino fuera del aula. Dicen: “¿Por qué salvar las vidas de esos niños? Si sobreviven, seremos todavía más, destruiremos el medio ambiente [y entonces] moriremos todos al final”».

El problema de este tipo de lógica, sostiene Rosling «no es que sea inmoral, es que está equivocada»..., y esta es la razón:

A la par que la población crece también parece irse estabilizando. La tasa de crecimiento se ralentiza radicalmente y es posible que se detenga (y posiblemente se invierta) alrededor de 2050. La población ya está disminuyendo en muchos países. La cifra importante que hay que retener es 2,1. Es el límite superior de hijos, como media, que debe tener cada mujer, para mantener invariable la población. Entre 1950 y 1955, el número de países en los que la tasa de fertilidad era menor que la cifra crucial de 2,1 era de cinco. En el periodo entre 1995 y 2000, el número se había multiplicado casi por doce y ya eran cincuenta y nueve. Según la ONU, entre los países que no reemplazaban la totalidad de su población en 2010 se contaban Estados Unidos, Canadá, Rusia, China, Australia, Nueva Zelanda, todos los países

Europeos, Chile, Brasil, Sri Lanka, Tailandia, Corea del Norte y del Sur, Túnez, Japón y Singapur. Las Maldivas tampoco reemplazan su población, con una tasa de fertilidad actual de 2,0.

Los países con el mayor número de nacimientos y por tanto con poblaciones que crecen rápidamente suelen ser los más pobres, con África a la cabeza. En África, las tasas de fertilidad entre 4 y 7 son frecuentes, pero se ha de subrayar que también están cayendo. Si se toma el mundo entero como referencia, la tasa de fertilidad de la especie ha caído de 4,92 en la década de 1950 a 2,56 a principios de este siglo. En 2050, «el cálculo de la media» de la ONU es que la cifra bajará del crucial nivel de reemplazo de 2,1 en la población del mundo entero. Eso significa que nos estabilizaremos un poco por encima de los nueve mil millones de habitantes, y luego probablemente disminuirá el número.

Pero ¿por qué está pasando?

Los factores que contribuyen parecen ser la caída de las tasas de mortalidad infantil, el aumento de la esperanza de vida, la mayor urbanización, el mejor acceso a medios de control de la natalidad y la creciente emancipación de las mujeres, todos los cuales están vinculados de un modo u otro a una mayor prosperidad. Las dos primeras razones se dirían contrarias a la intuición. Si tanto nosotros como nuestros hijos vivimos más tiempo, ¿eso no incrementa la población, dándonos más tiempo para procrear y tener más descendencia que haga lo mismo? Sin embargo, las cifras muestran la tendencia opuesta.

Una teoría sostiene que cuando uno sabe que es probable que mueran menos de sus hijos, y que los que sobrevivan vivirán más, no se siente obligado a tener muchos. En segundo lugar, la prosperidad va unida a un aumento de las oportunidades de elegir, no solo si tener o no más hijos (mediante el acceso al control de la natalidad), sino también qué hacer con nuestro tiempo. Con la salud de nuestros hijos asegurada, podemos optar por pasar más tiempo educándonos y divirtiéndonos, y dedicar más tiempo a educarlos y divertirlos a ellos. Salvo unas pocas excepciones llamativas, las naciones prósperas parecen reducir automáticamente su tasa de natalidad (como la lista de países citada más arriba demuestra sobradamente).

El crecimiento de las ciudades también desempeña su papel. Una de las consecuencias de la prosperidad es la urbanización y esta a su vez parece animar a procrear menos. Según George Martine, autor principal del informe Situación de la Población Mundial 2007 para el Fondo de Población de la ONU, entre el ochenta y el 90 % del crecimiento económico se genera en

ciudades, lo que fomenta la prosperidad que, a su vez, reduce el número de hijos que tenemos. Martine también señala que una mayor densidad de las poblaciones urbanas «facilita su dotación de servicios sociales o de cualquier otro tipo: educación, salud, higiene, agua, energía eléctrica. Todo es mucho más sencillo y mucho más barato per cápita». El informe también descubrió que la emancipación femenina tiende a darse más en la ciudad, lo que reduce así mismo las tasas de natalidad. Muchos acuden a la ciudad a ganarse la vida, a menudo posponiendo la creación de una familia. La propiedad inmobiliaria también es más cara, lo que implica que aunque un habitante de una urbe esté en mejor situación económica que buena parte de la población rural, dispone de mucho menos espacio en el que criar su prole. Y, por supuesto, en la ciudad las distracciones que ofrecen las diversiones y la educación son siempre mayores. Todo lo cual implica que, en todo el mundo, las tasas de fertilidad son más bajas en las ciudades que en las zonas rurales, lo que, a medida que el mundo se va haciendo cada vez más urbano, supone una presión añadida para el descenso de la tasa de natalidad.

Aparte de eso, las ciudades también son beneficiosas para la biodiversidad porque alejan a los agricultores de subsistencia de la tierra. La agricultura de subsistencia ha proyectado la romántica imagen de gente de campo decente, en sintonía con su entorno, pero la clave está en el nombre. Subsistencia es, por definición, «La acción o el hecho de mantenerse o sustentarse a un nivel mínimo». La agricultura de subsistencia se caracteriza por la pobreza extrema, junto con el sobrepastoreo y la labranza de la tierra que han causado el hundimiento de los niveles de carbono del suelo y la reducción de la biodiversidad porque la gente utiliza el ecosistema natural para obtener recursos, un ejemplo básico es el uso de leña como combustible para cocinar y fuente de calor. Cuando los hombres se marchan, el ecosistema natural vuelve.

El informe Situación de los Bosques del Mundo de la ONU muestra que a medida que los países prosperan y se urbanizan sus bosques vuelven a crecer. En Europa «se espera que los recursos forestales continúen aumentando a la vista de la decreciente dependencia de la tierra, el aumento de los ingresos, la preocupación por el medio ambiente y unos marcos institucionales y políticos bien desarrollados». En zonas de Latinoamérica «donde la densidad de población es alta, la creciente urbanización causará un cambio que llevará al abandono de la agricultura, la tala de bosques irá en descenso y algunas zonas deforestadas volverán a poblarse de árboles». Pero la imagen es menos prometedora para países dependientes de la agricultura y con bajos ingresos.

Sin embargo, en conjunto, al instalarnos en las ciudades dejamos atrás ecosistemas que se recuperan. Un reciente artículo de Elisabeth Rosenthal en el *New York Times* titulado «New Jungles Prompt a Debate on Rain Forests» [Las nuevas selvas provocan un debate sobre el bosque tropical], llegaba al extremo de sugerir que, por cada acre de bosque tropical que se tala, más de cincuenta acres de bosques secundarios rebrotan. Resulta poco menos que increíble, ¿no les parece? Sin embargo, hay que subrayar que el bosque secundario que vuelve a crecer ni por asomo alcanza la biodiversidad que se pierde cuando los antiguos bosques tropicales se destruyen.

Esta bulliciosa metrópoli por la que paseo es, por tanto, un motor de renovación. Los alumnos de Hans Rosling se equivocan de principio a fin. Estos «niños pobres» deben vivir, mudarse a la ciudad y prosperar, y, al hacerlo, conseguirán, en solo unas generaciones, estabilizar la población mundial a la vez que permitirán que muchos ecosistemas se recuperen.

Es un pensamiento muy agradable mientras el sol se pone sobre el océano Índico.

La mañana siguiente llega con una nueva decepción. Hoy parece «improbable» que puedan concederme la entrevista, me dice Paul. Me sugiere que, en vez de eso, acuda a una conferencia que va a impartir el presidente sobre Gandhi y que intente hablar allí con él.

En la conferencia me siento al lado de un hombre que se llama Per, quien resulta a) estar recuperándose de una fiebre del dengue, y b) ser el encargado de la Cruz Roja y la Media Luna Roja en las Maldivas. Al otro lado, un tipo agresivamente alegre llamado Wahid me da conversación, riéndose y sonriendo cada vez que inhala o exhala.

Al acabar la conferencia busco a Paul, quien me señala a la mano derecha de Nasheed, el anterior luchador por la democracia Mohamed Ziyad. («Le reconocerás por su coleta»).

Encuentro a mi hombre en el buffet y me presento:

—Tengo la esperanza de poder entrevistar al presidente —le digo y repaso los meses de comunicaciones.

Me examina con una especie de indiferencia divertida.

—Es la primera vez que oigo hablar de usted —dice—. No hay manera de que el presidente le conceda una entrevista. El presidente está ocupado.

Y entonces diviso al bromista Wahid, mordisqueando unos rollitos de primavera y... hablando con el presidente. Forman una extraña pareja. El cuerpo esbelto y diminuto de Nasheed le da el aire de un *jockey*, mientras que

Wahid parece una versión maldiva de Oliver Hardy. Utilizo el detalle de que «conozco» al hombre más corpulento para infiltrarme en el círculo, realizando un simulacro de visita al buffet (donde reconozco que cojo un *bhaji* de cebolla) para distraer a Ziyad.

Felicito a Nasheed por la conferencia y le recuerdo nuestra fugaz presentación tras el consejo de ministros submarino. Ziyad se nos acerca. Hago mi último esfuerzo desesperado explicándole (muy rápidamente) a Nasheed que he hecho el largo viaje hasta aquí con la promesa de una audiencia con él y tendré que irme de Maldivas antes de que él vuelva de la India.

Ziyad ya está con nosotros. Está claro que es mi última esperanza. El presidente se vuelve hacia él.

—¿Mi agenda está muy llena hoy? —Ziyad asiente—. Así que la única manera de que podamos... ¿es ahora? Me parece que sí, pero vayamos a mis oficinas.

Ziyad parece irritado. Pero antes de darme cuenta estoy en un corrillo de funcionarios (entre ellos, me fijo, personal de seguridad con esos graciosos auriculares) que me acompañan fuera del edificio. Ziyad me mete en la parte de atrás de un coche con las ventanas tintadas que arranca antes de que me haya podido acomodar, y él reprende al chófer. Desde ese momento se vuelve servicial, aunque sigue picado. Llegamos a las oficinas presidenciales y pasamos a toda prisa entre el equipo de seguridad.

En el ascensor intento romper el bloqueo emocional entre nosotros preguntándole si estuvo con el presidente durante su exilio en Sri Lanka (donde Nasheed fue objeto de un intento de asesinato) y en Gran Bretaña (donde le concedieron asilo).

—No, yo estaba aquí —dice.

—Debió de ser difícil, ¿no? —respondo—. El último régimen no se lo puso fácil a ustedes.

Me mira como si yo acabara de hacer el comentario más superficial posible. Y entonces su rostro se ablanda y se entristece un poco.

—Sí, fue duro —dice en voz baja.

Es una manera de decirlo. Más tarde averiguaré que el hombre con aire resuelto que me acompaña a la entrevista fue tan maltratado por los Servicios de Seguridad Nacional que pasó un largo periodo ingresado en una unidad de cuidados intensivos para recuperarse. Ahora camina con paso seguro por los pasillos donde el régimen anterior aprobó y ordenó las humillaciones que tuvo que sufrir. Probablemente no vuelva a tener la oportunidad de hablar con

Mohamed Ziyad y es una pena. Su historia, como la de tantos que lucharon por el cambio aquí, es extraordinaria.

Pero me hacen pasar a una sala de reuniones con paneles de madera y a los pocos minutos entra Nasheed, sonriendo. Hace menos de un cuarto de hora que Ziyad me decía que no había posibilidad de conseguir una entrevista.

De cerca, lo primero que llama la atención de Nasheed son sus ojos. Parecen iluminados y me da la sensación de que, detrás de ellos, en todo momento, se desarrolla un trabajo incesante, como si fueran dos pequeñas ventanas que dan a una inmensa cinta transportadora intelectual. Viste un traje elegante, pero nada llamativo, y corbata, pese al calor que hace. La impresión que transmite es más de deferencia que de fastidio. Pero puede que lo más sorprendente sea su franqueza: en sus palabras hay poco de la conversación cautelosa típica de los políticos profesionales. Al principio de nuestra conversación comenta:

—Mire, siempre me dicen «ándate con cuidado, no hagas esto, no digas lo otro». Todas las semanas acabo diciendo algo «indebido» y a ellos no les gusta. —Sonríe—. Pero aun así tengo que seguir diciendo aquello en lo que creo.

El «ellos» al que se refiere es la maquinaria gubernamental que ha heredado y que a todas luces le incomoda. ¿Cómo lo sobrelleva?, le pregunto. Se ríe y responde algo que yo no esperaba:

—Creo que lo que más me ayuda es Tom Sharpe. —Una referencia inesperada al autor inglés de novelas de humor, famoso por su sátira gráfica e impúdica del autoritarismo—. La comedia que hay en todo eso, en el gobierno y las reuniones interminables. Se sorprendería del tipo de «trabajo» que hacemos. —Se ríe entre dientes.

La conferencia sobre el cambio climático de Copenhague (a la que Nasheed asistirá dos meses más tarde) debió de ser una especie peculiar de infierno, pese a que el primer ministro danés Lars Rasmussen le aclamó como «el verdadero héroe» de la conferencia. «El acuerdo de Copenhague dista mucho de ser perfecto. Pero es un paso en la dirección correcta para poner freno al cambio climático», declaró Nasheed antes de volver a su país para seguir dando ejemplo.

Me da la impresión de que es un hombre que entiende mejor que la mayoría cómo negociar lo aparentemente imposible y que tiene la paciencia para aguantar y encabezar un avance casi infinito de pequeños pasos hacia una resolución. Como él mismo dice:

—Al llegar a un callejón sin salida cuando se intenta convencer a alguien o hacer algo, lo mejor es conceder cierto margen de tiempo y volver a pensarlo. Es inútil seguir dando la tabarra. Siempre hay más de un camino hacia el punto de destino. Incluso en un callejón sin salida, cuando las cosas se ponen muy pero que muy feas, uno tiene que seguir adelante, por más que se sufra, por más que se pierda, tiene que seguir adelante. Ha de dar aunque solo sea un pasito. No quedarse atascado en una única opción.

—¿Hay algún paralelismo entre un hombre encarcelado en aislamiento y una diminuta nación en medio del mayor problema mundial? —pregunto—. ¿Cree que algo en su encierro solitario le preparó para este papel?

Me mira directamente a los ojos y por un instante temo que mi pregunta haya sido interpretada como una tentativa de quitar importancia a su horrorosa experiencia, que intento leerla como una experiencia útil y por tanto trivializar lo que le pasó. Pero, en lugar de eso, me responde:

—¡Creo que tiene toda la razón! ¡Sí! Si uno es capaz de reunir las facultades necesarias para sobrevivir en aislamiento durante largos periodos de tiempo, es que debe de tener algunos mecanismos, algunas herramientas con las cuales elaborar también una estrategia para combatir el calentamiento global. Es cierto.

Como si se dirigiera a una diana filosófica que se cerniera entre ambos y no a mí, comenta:

—Yo era una persona sola en medio de una maquinaria inmensa y muy compleja. Y nosotros, las Maldivas, estamos solos, rodeados de naciones más grandes y grandes países con inmensos logros, y nosotros apenas somos nada... —Se encoge de hombros—. Tenemos, eso sí, nuestras propias ideas. Queremos sobrevivir. No pedimos tanto.

Desde ese momento, se me hace difícil separar al hombre de la nación. Cuando habla «yo» y «nosotros» se vuelven intercambiables. Cuando recuerda la lucha por la democracia o habla de la batalla actual contra el calentamiento global, su lenguaje se desplaza libremente entre los dos temas (de hecho, a menudo salta de marcos temporales cuando responde una pregunta). Para él, todos los acontecimientos están unidos en una misión ininterrumpida cuyo objetivo es ayudar a que su nación prospere. Tal vez por eso Nasheed le parezca a tanta gente un negociador convincente, una habilidad que transmite la impresión de que no solo estamos ante un representante de su país sino ante una encarnación del mismo. En el rato que compartimos, yo, al menos, tengo esa impresión. La transmite tanto en el modo en que rechaza a los islamistas radicales (quienes le han criticado

públicamente esta semana por quitarse el traje isotérmico y descubrir el pecho al acabar el consejo de ministros submarino) como en sus opiniones sobre las realidades políticas y medioambientales.

—Ningún maldivo en sus cabales pensaría que puedes meterte en el agua con la ropa puesta. ¿De qué están hablando? ¿Alguna vez hemos ido a bañarnos en camiseta? ¡No! ¿Y por qué tendría que hacerlo el presidente? Eso no tiene nada que ver con las Maldivas.

—El cambio climático —dice— es el mayor desafío que tendremos que afrontar jamás. No será el terrorismo, ni la piratería ni el tráfico de drogas, nada puede compararse a esto. Así que necesitamos hacer algo al respecto. No importa lo pequeños o insignificantes que seamos.

Dada la gravedad de la amenaza que, según él, se cierne sobre su nación, ¿cómo puede seguir siendo optimista?

—Con la creencia de que todavía hay esperanza, de que un futuro brillante es posible. Gracias a que soy capaz de ver otra imagen que el aterrador panorama que tenemos delante. —Cambia de nuevo de marco temporal y volvemos a la batalla por la democracia—. Lo que intentaba hacer era imaginar otro país, otro hogar para todos, otro tiempo, otras circunstancias.

—¿Se trata entonces solo de tener la visión correcta?

—Siempre he sido optimista. Creo que si puedes intuir la luz al final del túnel es posible salir de los malos tiempos y las situaciones difíciles. Sé que es muy improbable, pero si mira cómo estaban las Maldivas hace cinco años, la mayoría de la gente habría dicho: «¿Para qué queremos el movimiento democrático? Estamos perdiendo el tiempo».

El hecho de que esté manteniendo esta conversación con un jefe de Estado que fue preso político, sentados en el despacho presidencial, incrementa la esencia de su argumento.

El panorama general, el objetivo, el futuro más brillante, un optimismo que dice que las cosas pueden hacerse. Todo eso son ideales admirables pero, le pregunto, ¿cómo puede uno mantenerlos cuando se enreda en las «reuniones interminables» y la «comedia» del gobierno de los que hablaba antes?

Como respuesta, suspira y se lleva la mano a la sien en un gesto de cómica resignación. Eso me lleva a preguntarle si, de algún modo extraño, echa de menos la época que pasó en arresto domiciliario cuando, al menos, tenía mucho tiempo para pensar. Sonríe.

—Pues sí —dice casi con melancolía—. Sobrevivo gracias a las reservas que acumulé entonces, y tengo la sensación de que con eso uno solo puede

sobrevivir cinco años; por eso, creo, cinco años es un periodo natural para ejercer el liderazgo.

—¿Tiene la mente demasiado ocupada con el día a día?

Se inclina hacia delante.

—Uno no acaba de aprehender el panorama más general —dice con intensidad—, pierde los conceptos. Luego uno empieza a dominar los procesos, los marcos generales, los planes estratégicos, las matrices..., todo es muy interesante. —La voz se va apagando—. Pero, si uno no ve el panorama general...

Esa es la esencia del liderazgo. Atenerse a una visión sencilla, incluso cuando las cosas se complican. Recuerdo algo que me dijo Bruce Ward en el interior australiano: «Hacer que las cosas sigan siendo sencillas nunca es fácil».

El presidente señala el reloj indicando que casi se nos ha acabado el tiempo. Opto por aprovechar el par de minutos que me quedan para hacer una defensa de Klaus Lackner y su tecnología de depuración de carbono. Mientras le explico el potencial del trabajo de Klaus veo trabajar la mente de Nasheed. Sus ojos suben y se desplazan a la derecha. Se inclina hacia delante. ¿Cuánto dinero necesita Klaus? (Nasheed me dice que espera ahorrar cien millones de dólares al año para invertir en proyectos de neutralidad en carbono). Repito la cifra que me dijo Klaus —veinte millones— para llevar su tecnología a la siguiente fase, un diseño que puede lanzarse en todo el mundo.

De repente, me encuentro sugiriendo al presidente que a lo mejor una de las islas desiertas de las Maldivas podría ser un buen lugar para poner a prueba la tecnología, para mostrarle al mundo su potencial. Es una de las propuestas más descaradas que he hecho en mi vida (claramente, hoy es un día para arriesgarse). Pero el presidente se limita a decir:

—Debería venir por aquí, y podríamos darle algún sitio...

—¿Quiere que le ponga en contacto con Klaus?

—Sí, ¡por favor!

¿Y cuál es el mejor modo de hacerlo?, me pregunto.

—Creo que sería mediante un *e-mail* personal —dice garabateando los detalles de contacto en una hoja de papel que me pasa. Me quedo mudo. Un presidente acaba de pasarme la dirección de su *e-mail* personal (alojado en uno de los proveedores de correo electrónico más populares del mundo).

Me queda una última pregunta. ¿Cuál es el consejo que daría para encarar el futuro?

—No perder nunca la esperanza, ¿sabe? No entregarse. Mantenerse en movimiento. —Hace una pausa—. Mañana puede ser mejor. Mañana es mejor.

De vuelta a las calles húmedas de la capital, camino con una inmensa sonrisa. No es solo porque finalmente haya conseguido mi entrevista, es porque esta me ha hecho sentir más ligero. Nasheed es un pararrayos para el optimismo y es difícil no sentir que es posible un futuro mejor después de pasar un rato con él. Y en ese momento me doy cuenta de que no se trata solo de él sino de toda la gente que he ido encontrando en mi viaje. Todos ellos están motivados por lo que puede hacerse, todos ellos hacen algo para que sea una realidad, a todos los impulsa un deseo de mejorar la situación de los seres humanos y ninguno de ellos ha esperado que le den permiso para intentarlo.

Durante nuestra charla, el presidente había dicho: «Los pensamientos son reales. Una vez has pensado algo, se convierte en material con frecuencia y rápidamente».

Tiene razón, claro. Unas semanas después de dejar las Maldinas, Nasheed anuncia que el gobierno ha encargado un parque eólico en la costa compuesto por treinta grandes molinos que darán electricidad a través de una red de cables submarinos. Cuando se concluya, la central suministrará el 40 % de la electricidad de la nación y reducirá una cuarta parte sus emisiones de carbono.

Uno tiene la sensación de que solo acaba de empezar.

No estoy acostumbrado a los lujos. O, mejor dicho, no estoy acostumbrado a los lujos de los ricos. (Sé apreciar el lujo de un pudin de Yorkshire de primera tan bien como cualquiera). Y aun así aquí estoy, en el centro turístico Soneva Fushi, en la isla de Kunfunadhoo. Votado sistemáticamente como uno de los mejores *resorts* del mundo, es la *crème de la crème* de las vacaciones para los ricos y famosos que quieren escaparse de todo y disfrutar de una opulencia tranquila y moderada. Nunca podría pagarme el alojamiento aquí, pero sí se me ha permitido echar un vistazo a cómo vive la otra mitad privilegiada como invitado de los propietarios, Sonu y Eva Shivdasani. Al llegar a la isla, me asignan un «asistente» personal, Hannan, que esboza a todas horas una inmensa sonrisa y me explica que la ocupación máxima que permite el *resort* es de unos ciento cincuenta huéspedes que se alojan en villas privadas (cada una con su propia piscina), atendidos por un servicio de casi cuatrocientas personas. La isla vecina y más pequeña de Maahlos, conocida en la zona

como «la isla de los Mosquitos» y donde vive la mayor parte de su familia, tiene tres mil habitantes.

Hasta cierto punto, Soneva Fushi puede verse como ejemplo de todo lo que funciona mal en el planeta: occidentales ricos con huellas de carbono individuales masivas que pasan sus vacaciones junto a una pobreza invisible. Pero la cadena de hoteles que posee este centro se ha comprometido a ser negativa en carbono en 2020, y eso incluye compensar los vuelos de todos sus clientes a través de un plan de financiación de molinos de viento locales en el sur de la India.

La alta y esbelta Anke Hofmeister, gestora ambiental y bióloga marina empleada en Soneva Fushi me lleva a dar una vuelta entre bastidores.

—Es el mejor empleo del mundo, ¿no? —le pregunto a Anke.

—Sí. Salvo porque no vienen hombres solteros. Aparte de eso, lo es — responde sonriendo.

Anke me enseña cómo los residuos de envoltorios y de alimentos se mezclan con los suelos arenosos de la isla, aumentando el contenido en carbono de estos y permitiendo que aquí mismo se cultiven buena parte de los vegetales que se utilizan en las cocinas, y ahorrando en millas aéreas a la vez que se proporciona alimentos frescos. Los residuos alimentarios restantes se descomponen en una «planta de biogas» donde se produce combustible para cocinar y electricidad. Los residuos no alimentarios se convierten en biocarbón que se utiliza para incrementar la fertilidad del suelo. Los residuos de vidrio se trituran para que sirvan como material de construcción. Anke me muestra cómo el exceso de calor de los generadores diésel se utiliza para calentar agua para los clientes. Una pequeña granja solar que se está instalando durante mi estancia pronto suministrará el 10 % de las necesidades energéticas de la isla, restringiendo el consumo de diésel.

Todo resulta impresionante, una especie de microcosmos de las soluciones al calentamiento global que he estado investigando. «Claro», pienso, «es más fácil ser un ciudadano con responsabilidad empresarial cuando tus clientes son los superricos». Pero, bien pensado, si todos los centros turísticos de la nación siguieran su ejemplo, la república no tardaría en acercarse al objetivo de Nasheed, y de repente me sorprende la fealdad de mi propio cinismo.

Salgo a pasear para contemplar el mar y pensar. Mientras estaba en Boston, había asistido a una función, un monólogo de Gioia De Cari sobre el tiempo que pasó estudiando matemáticas en el MIT: «Formarse en el MIT es como tomarse una copa por una manguera de bomberos», había dicho. Así es

como me siento ahora en mi viaje. Esperaba que el futuro fuese distinto, pero no tan radicalmente distinto. Me siento perdido en el paraíso. He visto revoluciones en medicina, biología, robótica, nanotecnología, producción de energía y comunicaciones que podrían cambiarlo todo, si evitamos la catástrofe climática (y también he atisbado soluciones a ese problema).

Me siento abrumado por los nuevos conocimientos. ¿Cómo encaja todo esto? ¿Hacia dónde vamos? ¿Cómo puedo definir el «panorama general» y luego retenerlo, cuando incluso a un hombre como Nasheed le parece una gran batalla? ¿Cómo podemos tomar las decisiones correctas? Empecé este viaje porque quería descubrir el futuro, pero de repente me siento perdido dentro de él. Para darle algún sentido, voy a reunirme con cuatro personas que viven justo en el centro de la tormenta futura de posibilidades que he visto acercarse por el horizonte.

Y luego quiero volver a casa.

Parte 4

RE-INICIO

Capítulo 14

Construir una carretera donde no hay una

¿Estamos ya cerca?

Durante mi visita a Washington D. C. para reunirme con Vint Cerf, de Google, dediqué la única noche que pasé en la ciudad a visitar sus monumentos y sus edificios históricos. Me coloqué delante de la Casa Blanca y le pedí a otro turista que me hiciera una foto, miré a unos niños que jugaban a tocar el punto más alto que podían del gran obelisco del Monumento a Washington y subí las escaleras hasta del Lincoln Memorial.

En paredes opuestas del monumento están dos de los más famosos discursos del presidente Lincoln: el discurso de Gettysburg y el de la Segunda Toma de Posesión. Pero mis palabras favoritas del presidente no están ahí. Las escribió para su mensaje anual al Congreso de 1862, cuando el país estaba en plena guerra civil. He recordado ahora esas palabras con una nueva resonancia:

Los dogmas del pasado tranquilo no son apropiados para el turbulento presente. Este momento llega cargado de dificultades y debemos ponernos a su altura. Como nuestra situación es nueva, tenemos que pensar y también actuar de una forma nueva. Debemos liberarnos, y luego salvaremos nuestro país.

Otro admirador de estas palabras es el educador Ken Robinson, que las citó en la conferencia TED de 2010. «Me encanta esa palabra, “liberar”», dijo, «¿Saben qué significa? Que hay ideas de las que todos nosotros somos cautivos, que sencillamente damos por supuestas, que forman el orden natural de las cosas, la realidad».

Sentado en la playa de la isla de Kunfunadhoo, me sorprendió darme cuenta de que el modo en que pienso y razono es cautivo de un mundo que está desapareciendo. ¿Quién habría imaginado que podríamos ser capaces de burlar a la muerte, de controlar el código de la vida misma, que existirían máquinas que sintieran y pensarán, que podríamos manipular la materia con precisión molecular, que Internet apenas ha empezado a dar los primeros

pasos, que los datos se volverían tan reales como la carne, que la carne y las máquinas se fundirían, que podríamos hacer combustibles a partir del aire y la luz del sol, que podemos dominar el clima, o desconectarnos de la red eléctrica general, y hasta controlar el cielo para rehacer los suelos de la tierra?

Quiero decir que tenía la vaga idea de que *estaban pasando cosas en los laboratorios*, aunque hasta que emprendí este viaje no había captado ni de lejos lo que *estaba pasando en realidad*. Pero ahora lo veo. He visto y tocado parte del mundo que viene y he conocido a sus creadores. Las oportunidades que se despliegan ante nosotros para mejorar el mundo me zumban por la cabeza y al mismo tiempo me preocupa no saber si seré —seremos— capaz de comprenderlas.

Mi problema personal es que no había nada en mi educación de «aprender suficientes datos para aprobar el examen» que me enseñara a abordar lo que he descubierto. Sí, sin duda, soy capaz de absorber la información, e incluso de darle sentido y entender cómo encaja parte de ella, pero tengo la fuerte impresión de que algo se me escapa. Los temas que he investigado en mis viajes no solo son un subconjunto de la innovación actual, son una diminuta fracción de innovaciones que todavía no podemos imaginar. Nadie hablaba de teléfonos móviles o de redes de datos en la Exposición de París de 1878 donde Augustin Mouchot exhibió su máquina de hielo que funcionaba por energía solar.

Necesito dar un último paso y liberarme de formas de pensar que están tan arraigadas en mí que puede que no sea capaz de ver qué tengo que cambiar. Así que he venido a visitar a gente que espero que me libere, personas conocidas por su capacidad para pensar más allá de los límites en que vivimos, gente que ha atisbado algo del gran panorama general. No quiero solo su mejor suposición sobre cómo puede ser el futuro. No, lo que busco ahora son *formas de pensar* sobre el mundo emergente que me permitan abordar y comprender algo de la marcha de la historia futura.

Durante la Ilustración del siglo XVIII, la razón y la fe se enfrentaron y, en muchos países, llegaron a un compromiso práctico: una combinación de gobiernos laicos, que separaban la religión de los asuntos de Estado, y democracias liberales que defendían el derecho de los individuos a seguir su fe libremente. En el núcleo de esa división subyacía una creencia en la ciencia y el racionalismo, así como un cuestionamiento crítico y un replanteamiento del mundo. Me gustaría saber qué tenemos que exigir ahora a nuestras instituciones, costumbres y moral. No es que carezcamos de las herramientas

físicas para rehacer nuestro mundo para bien (las he visto), pero ¿cuáles son las mentales?

Necesito un re-inicio. Y estoy a punto de conseguirlo.

Mi primera escala es un viaje de vuelta a Boston. En el aeropuerto me recoge Tracy Wemett, la relaciones públicas de Konarka. Tracy me ha ofrecido generosamente la habitación de su sótano para alojarme, lo que supone un cambio que agradezco respecto a mis habituales estancias en hoteles. Aunque primero tenemos que llegar a su apartamento con vida lo que, dada su manera de conducir, no puede darse por supuesto.

Desde la última vez que la vi, parece que no he sido el único que se ha percatado de su peculiar manera de abordar la carretera. Con la última multa por exceso de velocidad, se le impuso que asistiera a un curso de conducir que imparte el estado de Massachusetts. Los resultados son tranquilizadores.

—Me dijeron que era el tipo de persona a la que le gusta construir una carretera donde no hay una. —Hace una pausa—. Y, según parece, eso no está bien.

He regresado a Boston básicamente para ver a Ray Kurzweil, que puede ser inventor, gurú, loco, profeta o genio, dependiendo de quién te hable de él. Para algunos, es el principal futurista del mundo, el hombre que sabe de verdad. Otros le han acusado de ser el sumo sacerdote morboso de un tecno-culto que tiene más que ver con la ciencia ficción que con el análisis serio.

La primera vez que oí las ideas de Ray fue en Oxford, al principio de mi viaje. Ray, como Nick Bostrom del Future of Humanity Institute de la Universidad de Oxford, es un transhumanista que intenta vivir cientos o puede que miles de años. Me topé con sus ideas otra vez mientras me documentaba sobre robótica e inteligencia artificial en el MIT y Cornell. Ray cree que la línea que separa a humanos y máquinas se desdibujará y pronto superaremos las trabas de nuestra cruel biología y evolucionaremos, a través de una fusión con la tecnología, en una nueva especie, o conjunto de especies: posthumanos con capacidades que ni siquiera somos capaces de comprender todavía. Ray surgió también en mis conversaciones con Eric Drexler (dominar la nanotecnología es fundamental para dar forma al futuro que Ray predice) y con Vint Cerf en Google (Ray fue uno de los pocos futuristas que predijo con precisión el crecimiento de Internet).

Durante mi viaje he estado leyendo su libro *The Singularity Is Near*, que trata de una época futura inmediata, «La Singularidad», «un periodo en el que el ritmo del cambio tecnológico será tan rápido, su impacto tan profundo, que

la vida humana se transformará irreversiblemente». Dependiendo de con quién se hable, la Singularidad es una pura memez, el siguiente gran salto adelante o un apocalipsis distópico donde los posthumanos llevarán a cabo un genocidio contra sus antecesores menos desarrollados. Ray cree que el futuro se hará realidad hacia mediados de este siglo.

Kurzweil Technologies ocupa una planta de un anodino edificio de oficinas en la ciudad de Wellesley, a unos veinticinco kilómetros del centro de Boston. Tomo asiento en la atestada recepción mientras espero al hombre en persona. Es un espacio un tanto surrealista, con una figura de cera de tamaño natural sentada enfrente de mí, vestida con un traje y luciendo una insignia que reza «Soy inventor». (Más tarde me enteraré de que se llama George). Abandonado en un rincón detrás de una mesa donde se exponen los muchos libros de Ray, veo uno de los primeros dictáfonos de Thomas Edison. Las paredes y las mesas están adornadas con premios demasiado numerosos para contarlos (calculo unos treinta, como mínimo), pero entre ellos identifico la Medalla Nacional de Tecnología de EE. UU. Ray es un hombre ocupado. He tardado todo lo que ha durado mi viaje en conseguir que me conceda algo de su tiempo para entrevistarle y aun así ahora me hace esperar más de una hora. Finalmente nos sentamos en su despacho.

Tiene pinta de ser muy tranquilo. Cuando le menciono a sus críticos, su defensa es contundente, pero no se le altera la voz. Aborda cada punto con un tono elegante y comedido. Parece tener las emociones perfectamente enseñadas. Ver los discursos de Kurzweil es a menudo fascinante, pero nunca por su forma de darlos. Dirá algo que te producirá vértigo con el mismo tono que emplearía para pedir un sándwich. Le hablo de mi viaje y de la gente que he visto. Parece satisfecho con la lista. Ha colaborado con Nick Bostrom, el nanotecnólogo Eric Drexler es amigo suyo, y Cynthia Breazeal aparece en la versión cinematográfica como docudrama de *The Singularity Is Near*.

El viaje de Ray para convertirse en un visionario genio/tecnoprofeta/loco (bórrese según proceda) nace de su trabajo como inventor, en el que tiene un pedigrí de primera, como atestiguan los premios de la recepción. Entre otras cosas, inventó la primera máquina que podía escanear texto en cualquier tipo de letra y convertirlo en un documento de ordenador, una tecnología que luego aplicó para construir una máquina de lectura para los ciegos. Stevie Wonder fue su primer cliente y se hicieron amigos, lo que a su vez llevó a Ray a inventar una nueva generación de sintetizadores electrónicos que eran capaces de capturar los matices de los instrumentos reales. En otra época de

mi vida como músico, codiciaba el Kurzweil K2000, pero nunca tuve el éxito necesario para poder comprarme uno.

—La mayoría de los inventos fracasan no porque no funcionen —dice— sino porque el momento no es el apropiado. Así que empecé a estudiar las tendencias en la tecnología de la información.

Lo que Ray descubrió fue algo extraordinario, una pauta clara e inequívoca según la cual las tecnologías de la información duplican (o más) su rendimiento mientras reducen a la mitad (o más) su coste a intervalos regulares y predecibles. Esos intervalos difieren en cada tecnología concreta: algunas se duplican al cabo de seis meses, otras tardan dos años, pero no es ese el dato que hay que tener en cuenta. Lo importante es que cada una tarda la misma cantidad de tiempo en volverse a duplicar. La mayoría de nosotros está familiarizada con esta tendencia en la forma en que se ha disparado la potencia de procesamiento de los ordenadores («mil millones de veces más potentes que cuando yo era estudiante», dice), pero esta rápida duplicación de la potencia puede encontrarse en muchos otros sitios. Su importancia se debe al hecho de que cada herramienta que construimos nos da una mejor plataforma a partir de la cual construir su sucesora. Los ordenadores, por ejemplo, nos permiten diseñar otros ordenadores más potentes que ellos mismos. Este fenómeno se denomina «autocatálisis», donde el resultado de un proceso puede ser retroalimentado en el mismo proceso, estimulándolo. En el primer capítulo de *Whole Earth Discipline*, Stewart Brand ofrece una perspectiva útil:

No todas las tecnologías son autocatalíticas: los nuevos descubrimientos no hacen que todas las tecnologías avancen más rápido. El avance en la tecnología del automóvil y en la eólica hace mejores coches y generadores de viento pero no mejores herramientas para diseñarse a sí mismas. Las tecnologías autocatalíticas actuales que se aprovechan del crecimiento exponencial son las infotecnologías (incluyendo la informática, las comunicaciones y la inteligencia artificial), la biotecnología y la nanotecnología (que se está fundiendo con la biotecnología). Más aún, unas estimulan a otras en una catálisis mutua que a veces tiene como consecuencia un crecimiento hiperexponencial de su potencia.

Ray denomina a esto «la ley de rendimientos acelerados» y lo que implica, sostiene, es que el cambio llegará más deprisa de lo que pensamos.

Al ensayista Matt Ridley le fascina lo que denomina «el cambio veloz, continuo e incesante que experimenta la sociedad humana de un modo que no le sucede a ningún otro animal». Él lo atribuye al hecho de que la cultura humana permite que las ideas se intercambien e interactúen, algo que denomina con expresiones como «mentes que se aparean» o «cuando las ideas practican el sexo». Es otra perspectiva sobre el «juego de suma no nula» de Robert Wright, la idea de que el intercambio y el compartir la cultura por encima de las fronteras une nuestros destinos a medida que unos acabamos dependiendo de las especialidades e inventiva de los otros.

Por todo lo que he visto, a las ideas les gusta mucho practicar el sexo. Y no se trata tanto de que se soben en un achuchón ocasional sino de que se dedican a ello como conejitos. Una de las cosas que las ha predisposto, según Ray, es la potencia de la tecnología de la información. A medida que esta aumenta su potencia, va invadiendo también todas las demás disciplinas, ayudándonos a procesar más datos, a encontrar conocimientos nuevos y a construir nuevas herramientas, herramientas que abaratan y aceleran la siguiente ronda de innovación. Nos ayuda a encontrar formas de procesar las secuencias del genoma más deprisa de lo que podíamos hacer solo unos pocos meses antes, a diseñar nuevos materiales con más precisión que los intentos del año anterior, a ver más dentro en el interior del átomo y más lejos en el espacio, a conectar a miles de millones de nosotros y a situar la potencia de procesado en cada rincón de la biosfera.

Para entender las implicaciones de la ley de rendimientos acelerados, uno tiene que hacerse una idea de lo potente que puede ser el efecto de duplicación. Piénselo de este modo: digamos que usted avanza treinta centímetros con cada paso que da. Si da diez pasos habrá recorrido tres metros. Ahora imagine que en lugar de avanzar treinta centímetros con cada paso, de algún modo dobla la distancia que ha cubierto con el paso anterior; así que mientras que con su primer paso avanza treinta centímetros, con el segundo avanza sesenta, y con el tercero su zancada alcanza el metro veinte. La diferencia entre un paso normal y otro que se va duplicando es radical y cada vez lo es más. Al recorrer doble distancia con cada paso, usted no cubrirá tres metros en sus primeros diez pasos sino más de trescientos.

Cuando haya dado veintisiete pasos habrá recorrido más distancia que si hubiera dado la vuelta al ecuador. A ese ritmo podría ir caminando hasta el sol y volver en cuarenta pasos (su último paso habría cubierto 183 251 937 962,66 metros). Cuesta hasta imaginar los pantalones que necesitaría. Mientras tanto, los pasos normales le habrán permitido recorrer

una décima parte de la extensión de un campo de fútbol. Bien, ni que decir tiene que usted no puede caminar así, pero la tecnología sí.

Al repasar mi viaje, me doy cuenta de que he visto numerosos ejemplos de la aventura exponencial de la humanidad: desde el desplome del coste de la secuenciación del genoma al rendimiento siempre creciente del «coste por vatio» de las tecnologías solares. Ray cita esos ejemplos y otros. Las primeras cien páginas de *The Singularity Is Near* casi agobian al lector con un gráfico tras otro, basados en datos históricos que muestran el crecimiento exponencial del número de llamadas telefónicas por día, de abonados a la telefonía móvil, de la relación rendimiento-precio de la red inalámbrica, del número de ordenadores conectados a Internet, a la banda ancha de Internet y así sucesivamente. Todos esos datos están más o menos relacionados con la informática, pero Ray ve crecimiento exponencial también en el conocimiento, utilizando las cifras que multiplican las patentes nanotecnológicas como muestra. Ray cita ejemplo tras ejemplo porque quiere que superemos lo que considera un prejuicio inherente en nuestra forma de pensar.

—Nuestra intuición es lineal y creo que es una característica que llevamos incorporada en nuestros cerebros. Debato muchas veces con científicos avanzados, incluidos ganadores del premio Nobel que realizan una proyección lineal y dicen: «van a pasar siglos antes de que...» y «sabemos tan poco de...», y ahí puedes rellenar el espacio con la especialidad que estén investigando. Les encanta decir cosas así. Pero pasan completamente por alto el crecimiento exponencial de la tecnología de la información y cómo va invadiendo una especialidad tras otra; las últimas, por ejemplo, la salud y la medicina —prosigue—. Las pruebas del crecimiento exponencial de la información son muy convincentes. Es verdaderamente asombroso lo continua y predecible que es. No avanza a saltos o a pasos discontinuos, que es lo que usted creería y lo que yo esperaba. Los gráficos dibujan una trayectoria muy suave.

Ray afirma que lo que miden en realidad esos gráficos es la innovación, la creatividad y la competencia.

—Uno pensaría que esos son los aspectos menos predecibles del comportamiento humano y, de hecho, cada proyecto individual es impredecible, pero los resultados en conjunto son previsibles con un alto grado de precisión. Eso se debe a que en algún punto alguien siempre da el salto que mantiene vivo el crecimiento exponencial.

Me doy cuenta de que estoy asintiendo. He sido testigo de solo una diminuta porción de la innovación que se está produciendo por todo el planeta, pero he visto los suficientes saltos adelante para hacerme una idea de lo que Ray está diciendo. El ejemplo más claro para mí es el de Hod Lipson, de Cornell, que me habló de la máquina que había hecho que podía encontrar verdades en los datos. «Podemos pasar directamente de los datos a las leyes», me había dicho Hod. «Hasta ahora la gente solo podía pasar de los datos a las predicciones. Ahora un científico puede introducir unos datos, irse a tomar un café, volver y ver quince modelos distintos que podrían explicar qué está pasando. Eso ahorra un montón de tiempo. Antes, definir un modelo predictivo podía requerir una carrera profesional entera. Ahora eso al menos puede automatizarse de manera que uno puede centrarse en el significado».

Una máquina que reduce el descubrimiento de nuevo conocimiento a escala de una *carrera profesional* es precisamente de lo que está hablando Ray: un avance en el conocimiento que acelera los avances en el conocimiento. Pero desde que vi a Hod, la máquina ha ido un paso más allá.

Cuando me marché de Cornell, Hod y su equipo estaban luchando por entender una ecuación derivada de la observación de la bacteria del suelo *Bacillus subtilis*. El cerebro mecánico había presentado una ecuación que nadie podía entender. Sin duda, había llevado menos tiempo dar con una ley, y eso estaba permitiendo que el equipo se concentrara en su sentido. El único problema era que no le encontraban ninguno. Hod se preguntaba si era un esfuerzo inútil, si lo que la máquina le había dado era una experiencia equivalente a la percibida por un perro salchicha al que le están leyendo *Hamlet*.

Ahora, mientras me acerco al final de mis viajes, he recibido un emocionado *e-mail* de seguimiento: «Por fin hemos entendido qué significa la ecuación. ¡Es fantástico!».

¿Cómo la descifraron? ¿Largas horas rascándose las cabezas ante unas tazas de café y manuales de biología? No, idearon una forma de que la máquina se la explicara. Hod y sus colegas, Michael Schmidt, Gurol Suel y Tolga Çağatay, pidieron al cerebro que realizara una nueva serie de experimentos a partir de los resultados de la investigación del *Bacillus subtilis*. Estos nuevos experimentos empezaron a buscar relaciones entre los resultados misteriosos y el conocimiento existente, proyectando nueva luz sobre el significado de la ecuación. En resumen: el robot descubre un nuevo conocimiento y se lo explica a sus propios inventores.

El ritmo de la capacidad de hacer descubrimientos se ha acelerado un poco más. Y no solo en el laboratorio de Hod. Nuestra capacidad para manejar y analizar cantidades ingentes de datos está teniendo consecuencias drásticas en todo, incluida, sobre todo, la investigación médica. Más que ofrecer una hipótesis sobre lo que causa una enfermedad y luego pasar años en meticulosas pruebas médicas para comprobar si es correcta, algunos investigadores están procesando ahora inmensas cantidades de datos médicos ya existentes y buscando pautas que podrían identificar factores que contribuyen a la enfermedad. Es una forma invertida de hacer ciencia a la que todavía no estamos acostumbrados. Primero, los datos; segundo, la hipótesis.

El Personal Genome Project de George Church proporcionará uno de esos conjuntos de datos. Otro está surgiendo gracias al fundador de Google, Sergey Brin, que está financiando un proyecto que busca pautas para encontrar una cura para la enfermedad de Parkinson (enfermedad que los análisis de su ADN han revelado que tiene entre un 30 % y un 75 % de posibilidades de desarrollar). «En general, el ritmo de la investigación médica es glacial en comparación a lo que estoy acostumbrado en Internet», dice Brin. «Podemos buscar en un montón de lugares y recoger montones de información. Y si descubrimos una pauta, eso podría llevar a alguna parte». Así que reunió a un grupo de 10 000 enfermos de Parkinson, hizo que la empresa 23andMe (que está financiada en buena parte por Google) les secuenciara el ADN y empezó a buscar vínculos. Es uno de los muchos ejemplos que cita Kurzweil de tecnología de la información que «invade una especialidad tras otra».

Sentado frente a Ray Kurzweil, estoy consiguiendo justamente lo que he venido a buscar. Me estoy liberando de mi tendencia a pensar linealmente. Tenemos que comprender la fuerza de lo exponencial, apremia él. Si no lo hacemos, el progreso nos adelantará, y nuestras decisiones personales ni de lejos llevarán el paso de una realidad que se despliega por su cuenta. La buena noticia, sugiere Ray, es que este ritmo de progreso cada vez más rápido es bueno para el planeta.

—Toda esa preocupación por si nos quedamos sin recursos estaría absolutamente justificada si no existiera la ley de rendimientos acelerados — dice—. Por ejemplo, la gente ve las tendencias actuales en el uso de la energía y piensa que no va a cambiar nada, pasando por alto el hecho de que tenemos diez mil veces más energía del sol sobre la tierra de la que utilizamos. De manera que si nos limitáramos a las tecnologías del siglo XIX, esa preocupación estaría justificada.

En otras palabras, la ley de rendimientos acelerados pronto causará una revolución energética verde si la energía solar sigue doblando su eficiencia y reduciendo a la mitad su coste, dejando atrás los combustibles fósiles. Después de mis experiencias viendo células solares orgánicas saliendo de una impresora a solo unos kilómetros de aquí, tiendo a darle la razón. He visto con mis propios ojos el tipo de innovación que tiene un crecimiento exponencial.

En 1999, Kurzweil publicó *La era de las máquinas espirituales* en el que aplicaba su teoría de la ley de rendimientos acelerados para hacer predicciones y —sin mayores problemas— hizo un puñado para 2009. Los críticos y los defensores se le han echado encima, proclamando ruidosamente: «¡Ray tenía razón!» o «¡Ray se equivocaba!», a menudo al servicio de sus propias esperanzas y temores más que de un análisis razonado.

Según el propio Ray, realizó 108 predicciones, de las cuales 89 son correctas; 13, «esencialmente correctas»; tres, parcialmente correctas, y dos se adelantaron diez años. Solo una era errónea, afirma, pero se trataba de una ironía, pues predecía que las dos opciones más populares para la asistencia informática inteligente adoptarían la forma de «Maggie, que dice ser camarera en un café de Harvard Square, y Michelle, una *stripper* de Nueva Orleans». Yo revisé sus predicciones con resultados un poco distintos y concluí que acertó casi dos tercios, entre ellas predicciones sobre cómo interactuaríamos con los medios, el poder de la informática, el ascenso de las redes, el crecimiento de las conexiones inalámbricas, los avances en nanotecnología, la cuestión de la privacidad como patata caliente política y las mejoras en medicina.

Del resto de predicciones, consideraría aproximadamente la mitad dentro de la categoría «más o menos acertada», con lo que quiero decir que la predicción se ha hecho realidad, pero no en la forma que Ray describe, o es algo que parece que llegará pronto (por ejemplo «la mayor amenaza para la seguridad nacional procederá de armas biodiseñadas»). Las demás son erróneas, pero solo porque Ray fue demasiado optimista en cuanto al marco temporal. Por ejemplo, los críticos tienden a lanzarse contra su predicción de que «la tecnología de traducción telefónica (en la que uno habla inglés y su amigo japonés oye japonés y viceversa) es de uso común», algo que no ha sucedido, pero debe de tenerse en cuenta que el crecimiento exponencial puede parecer diminuto al principio. Pasar del 0,1 % al 0,2 % es un pequeño paso, pero cuando las cosas empiezan a saltar de un 1000 % a 2000 %, parece «salir de la nada», aunque la tendencia exponencial se haya mantenido

constante. La tecnología de traducción telefónica podría llegar de golpe en algún momento del futuro inmediato.

Parece, de hecho, que he pasado mi viaje viendo buena parte de lo que predijo Ray en 1999 hacerse realidad.

Si Ray no se equivoca con la ley de rendimientos acelerados, y creo que al tratar de las info, nano y biotecnologías no se equivoca, significa que cuando decidí investigar el futuro que podría ver durante mi vida fui lamentablemente demasiado optimista. Lo que de hecho he estado explorando son solo los próximos diez o veinte años en el mejor de los casos. Todo lo que he abordado en mi viaje —de la nanofábrica de Eric Drexler a la inmortalidad biológica de Nick Bostrom, la «genómica personal» de George Church o los robots sociables de Cynthia Breazeal— llega más rápido de lo que esperamos, junto con los combustibles sintéticos y la revolución de la energía solar. Cuando tenga cien años, el siempre creciente ritmo de cambio habrá hecho que lo que depare el futuro sea literalmente imposible de describir hoy. Pretender escribir un libro sobre eso sería ciertamente un ejercicio de ciencia ficción.

Es hablar de esa rápida evolución tecnológica lo que enfrenta a Ray con otros científicos y analistas, quienes creen que él no es que se haya puesto a correr antes de aprender a andar sino que se ha metido directamente en la cabina de un caza nada más salir de la cuna. Sin embargo, para Ray se trata precisamente de eso: de la cuna al caza solo hay unas pocas duplicaciones, la ley de rendimientos acelerados en práctica. De hecho, Ray señala que a veces la velocidad de duplicación puede a su vez doblarse, creando el «crecimiento hiper-exponencial» al que se refiere Stewart Brand. Otros no están tan convencidos. Ven a Ray del mismo modo que el estado de Massachusetts ve a Tracy: construye una carretera donde antes no había. Douglas Hofstadter es uno de sus críticos. El ahora científico cognitivo de la Universidad de Indiana es el autor del famoso *Gödel, Escher, Bach*, una tentativa de explicar cómo la conciencia puede surgir de un sistema, aunque las partes que lo componen no sean conscientes individualmente. Hofstadter contó a *American Scientist* que creía que las ideas de Ray eran una mezcla de «muy buena comida y algunos excrementos de perro» que hacía difícil desenmarañar las ideas «basura» de las buenas ideas.

Eso tiene que doler.

Mi sensación es que Ray aborda ideas que tocan algunos de nuestros más profundos temores y esperanzas y por eso la gente reacciona.

—Piense en la muerte —dice Ray, lo que es un modo inquietante de empezar una frase—. Hemos pasado miles de años racionalizando la muerte. No ha habido ningún argumento para derrotarla hasta hace muy poco. La gente no está de acuerdo pero se puede presentar el argumento creíble de que es posible derrotar a la muerte, no al modo místico que las religiones tradicionales nos han explicado, diciendo que la muerte ennoblece y que vivimos eternamente al otro lado, sino utilizando la tecnología. Todas nuestras instituciones tendrán que ser repensadas. El matrimonio, por ejemplo, se basa en la premisa de que la gente no va a vivir demasiado tiempo.

Ahí lo tenemos: la muerte, la religión y el sexo en un breve argumento. Ya les cuesta bastante a nuestros cerebros lineales ajustarse a un par de estas ideas y entonces viene Ray y dice: «Abróchense los cinturones, las cosas van a ir mucho más rápido de lo que creían, y, dicho sea de paso, eso significa que no tengo intención de morirme. ¿Le gustaría trascender su biología conmigo y entrar en la siguiente fase de la evolución tecno-humana? Apresúrese».

No es de extrañar que a alguna gente le cueste demasiado seguir a Ray. En mi proceso de documentación, yo también he reaccionado radicalmente contra sus ideas. Pero lo que estoy aprendiendo de él es la idea de que enfrentarme a lo que implica el crecimiento exponencial de la tecnología es una de las claves de mi re-inicio personal.

Sin embargo, quiero plantearle a Ray una pregunta más general:

—¿Tiene algún gráfico que muestre claramente un crecimiento exponencial en nuestra capacidad para dar sentido a las grandes cuestiones filosóficas: «¿Qué es la vida?», «¿Qué es la conciencia?»? ¿Hay rastro de la ley de rendimientos acelerados en nuestra comprensión de esas preguntas? ¿El crecimiento de la sabiduría sigue el ritmo del de nuestra tecnología?

Ray guarda silencio, piensa, y luego se desvía un poco, y me responde que cree que las máquinas se están aproximando a lo que nosotros denominaríamos vida y conciencia. Pero yo insisto. No era esa exactamente la pregunta.

—Bueno, me da la impresión de que esas discusiones filosóficas se están volviendo demasiado apremiantes. Por ejemplo, ¿en qué momento tenemos que pensar si un programa de *software* tiene derechos humanos? Es una cuestión que nos estamos planteando ahora mucho más que antes.

Es una repetición de algo que me dijo Cynthia Breazeal en el MIT: que sus investigaciones en robótica «nos llevan a plantearnos preguntas como esas: “¿Qué es la vida?”, “¿Qué es la mente?”». Me dijo que creía que

«faltaban décadas» para darles respuesta. Si Ray tiene razón, la tecnología nos empujará a hacerlo mucho antes, estemos preparados o no.

Me quedo en Boston para la siguiente etapa de mi re-inicio: una reunión con Juan Enríquez, una de las mayores autoridades mundiales sobre el impacto de la tecnología (en especial la biotecnología) en nuestra economía y política. Nuestra conversación tiene lugar en la decimoquinta planta de la Prudential Tower de Boston, en los despachos de Excel Venture Management, una empresa de inversiones y capital riesgo que dirige Enríquez cuando no está dando conferencias por el mundo, escribiendo libros o asistiendo a los consejos de numerosas empresas y organizaciones académicas.

En persona, Juan es un hombre reservado y afable, que me recuerda a Kelsey Grammer (*Frasier*), aunque con más pelo, una cara más delgada y barba. Describe su vida como «una serie de extraños accidentes», lo que es un modo bastante humilde de resumir un CV que parece una ecléctica central de energía. Esos «accidentes» empezaron a rodar por la cinta transportadora cuando, de joven, viviendo en México, entró en la habitación de sus padres y dijo: «Aquí no aprendo bastante, así que voy a ir a la universidad en Estados Unidos».

—Presenté tarde la solicitud de matrícula; no tenía ni idea de que fuera difícil entrar en esas universidades, y aunque hablaba inglés (mi madre es estadounidense), nunca había estudiado ni escrito en esa lengua. No tengo ni idea de por qué me admitieron. Quiero decir que, en el examen de acceso, me pidieron que redactara un párrafo, y yo pregunté: «¿Qué es un párrafo?».

Cuenta que se sintió «completamente estúpido» durante su primer semestre, pero a todas luces se puso a la altura rápidamente y mantuvo esa velocidad intelectual acelerada. Le admitieron en Harvard para estudiar administración pública y economía, tras lo cual volvió a casa para «cambiar México», una ambición de la infancia que surgió del convencimiento de que en su país se perjudicaba a aquellos que no pertenecían a la clase gobernante.

—Siempre pensé que trabajaría para cambiar México. Me preocupaba la pobreza de mi país.

Llegó a ser el director de presupuestos más joven de la historia del país, y luego volvió a Harvard antes de que le ofrecieran «un empleo de ensueño» en México como jefe de la Corporación de Desarrollo Urbano.

Hasta ese momento, todo resulta impresionante (sobre todo si se tiene en cuenta que durante su periodo en México, Juan también formó parte del equipo que negoció la paz con los rebeldes zapatistas). Y entonces Juan

descubrió algo más importante, una revolución que no solo afectaría a México sino al mundo entero, y todo se debió a un tipo *geeky* con pinta de solitario al que conoció en una fiesta de fin de año.

Recuerda:

—Había un hombre sentado a una mesa en un rincón totalmente solo y pensé: «pobre desgraciado, es Año Nuevo». Me acerqué, me senté y hablé con él durante toda la noche. Al final de la velada habíamos decidido navegar juntos por el Atlántico dos semanas después. Al acabar ese viaje, yo había decidido que cambiaría de carrera y aprendería biología.

El «pobre desgraciado» en cuestión era Craig Venter, famoso por haber secuenciado el genoma humano. Juan recuerda:

—Aquella conversación fue tremendamente interesante. De repente, pensé: «Quiero aprender sobre esto». Me preguntaba cosas como: «¿A quién le afecta este tema?, ¿para qué sirve?, ¿por qué es tan importante?».

El viaje por mar que hicieron fue para buscar genomas marinos, descubriendo una miríada de nuevas especies de microorganismos. De los cuarenta y un millones de genes que existen en bases de datos públicas, cuarenta millones proceden de esa única expedición. Sobre el viaje, según explicó Enríquez a *Wired*: «Tuve que renunciar a muchas cosas para hacerlo. Cancelé una reunión con [el presidente] Bush y despaché a un par de ministros de exteriores». Bueno, es toda una imagen. «Pero ¿qué puede haber más interesante que navegar por el mundo descubriendo miles de especies nuevas?»

Sobre su viaje marítimo, declaró: «Si no percibes las posibilidades en este cambio, si dices *no* en lugar de *sí*, te quedarás en el pasado. Habrá sociedades enteras que acaben sirviendo *mai tais* en la playa porque no lo entienden». Juan afirma con contundencia que las nuevas tecnologías alterarán rápidamente el destino de las naciones. Las normas están cambiando.

—Tardé mucho tiempo en darme cuenta. Es Darwin. Es la capacidad de adaptarse y adoptar. No es el más poderoso el que sobrevivirá, sino aquellos que mejor se adapten al cambio. Una de las cosas más importantes que la gente olvida sobre Estados Unidos es la razón por la que, creo, el país se convirtió en una potencia mundial, y es porque muchos de los fundadores se mostraron inflexibles sobre la necesidad de la educación y la ciencia. Solo hay que fijarse en Franklin o en Jefferson para descubrir a una gente profundamente comprometida con el pensamiento crítico y la educación. Había una inmensa tradición de educación científica y tecnológica, libertad de investigación, y eso ha impulsado a este país de un modo extraordinario.

Recordando mi conversación con Ray Kurzweil, manifiesto el temor que muchos sienten cuando oyen hablar de las implicaciones de las revoluciones info, bio y nanotecnológicas que en la actualidad están «entrando en crecimiento exponencial», que la tecnología avanza demasiado rápido para que podamos entenderla.

—Si mira muchas de las cosas que estamos construyendo se entiende que a alguna gente le dé un miedo atroz. Usted habla de programar células o de robots *sentientes* o de evolucionar la especie utilizando la tecnología, lo que resulta muy inquietante para algunas personas porque se trata de asuntos muy serios. Pone industrias patas arriba, cambia la cantidad de tiempo que vivimos, cambia el aspecto que pueden tener nuestros hijos. Yo observo esas cosas y digo: «Muy bien, permite que la gente que no podía tener hijos los tenga, vamos a acabar con algunas enfermedades, y así sucesivamente». Otras personas lo contemplan con pavor. Dicen: «Paren el mundo. Esto no es natural. No es lo que mandó Dios. Quiero bajarme». Están buscando un elemento de estabilidad y certidumbre. Este deseo tiende a manifestarse sobre todo durante los periodos de cambio más rápidos, como ahora. Uno quiere tener algo a lo que aferrarse. Y si no forma parte del viaje, si cree que no puede entrar en ese juego, entonces presenta un contrapunto anti-intelectual.

En resumen, algunos de nosotros nos estamos asustando, lo que, según Juan, es lo peor que podemos hacer. Mark Bedau, director de la revista *Artificial Life* del MIT y filósofo con un especial interés por la biología sintética, me dijo: «El cambio se producirá y nosotros podemos intentar influir de un modo constructivo, podemos intentar impedirlo o podemos hacer como si no existiera. Intentar impedirlo es, creo, fútil. Ignorarlo me parece irresponsable».

Uno puede detener el avance del conocimiento en algunos sitios durante un tiempo, pero no por mucho, si toma medidas draconianas o conservadoras. Aparte de eso, los conocimientos perdidos se redescubren pronto, y cuanto más facilita la tecnología la autonomía del individuo (desde el acceso inalámbrico a Internet al conocimiento del mundo a través de dispositivos móviles, o a la independencia energética gracias a la tecnología solar), más difícil es anular los avances, sean estos buenos o malos. O, como dice Septimus Hodge en *Arcadia* de Tom Stoppard, «¿No supondrá, señora mía, que si todo Arquímedes se hubiera ocultado en la gran biblioteca de Alejandría, no sabríamos manejar un sacacorchos?».

A Juan no le inquieta nuestra evolución dirigida por nosotros mismos.

—La idea de evolucionar hacia otra cosa es pavorosa hasta que se piensa bien. «¿Son los pinchadiscos populares de la radio el culmen y el no va más de la evolución?» Si eso es todo lo que la Madre Naturaleza dejó escrito, entonces sí que estoy asustado. Miro esas cosas y digo: «¿Y si mis hijos pudieran vivir doscientos años con buena calidad de vida, si pudieran ver mucho más de lo que yo he visto, si sus articulaciones pudieran volver a crecer, si pudieran oír mucho mejor de lo que yo puedo, si pudieran tener un cerebro cincuenta veces más poderoso que el mío? Sería bueno para ellos. Sería genial. Preferiría que se siguiera avanzando».

Así que la segunda etapa de mi re-inicio es acostumbrarme a la idea de que la evolución dista de haber acabado. Es algo que en cierto modo entendí cuando conocí a George Church, y Ray Kurzweil también lo había tratado. Juan está introduciendo el concepto en nuestra casa y tiene que hacerlo casi por la fuerza. Yo he levantado una barrera mental ante la idea en algún lugar de mi cerebro. Tengo que asumir el hecho de que, en tanto *Homo sapiens*, solo soy una parada más en el camino hacia otra forma de vida que viene a continuación. Empeñarse en aferrarse a algo «esencialmente humano» intentando luchar contra lo que mejor hacen los propios humanos — evolucionar mediante la cultura y la tecnología— es una actitud contradictoria y en última instancia fútil.

Pero ¿puede nuestra moral mantenerse al ritmo de todo ese cambio? Einstein hizo el famoso comentario: «Se ha hecho pavorosamente obvio que nuestra tecnología ha rebasado nuestra humanidad».

Juan hace una observación interesante:

—Toda civilización tiene en mayor o menor medida un fondo moral religioso. Debe de haber alguna ventaja evolutiva en tener ese tipo de pilar moral y de sistema de creencias, y creo que es porque explica cómo se pasa de una sociedad de cazadores recolectores, donde todos se conocen y se observan todo el día, a un pueblo, una ciudad, un imperio... Y, al igual que la mayoría de los animales, casi todas las religiones y dioses se han extinguido. La cuestión interesante es cuál sobrevive, cómo sobrevive y cómo esos pilares morales evolucionan. Tenemos que preguntarnos: ¿Cómo será el marco ético y moral si empezamos a alterar características fundamentales de lo que consideramos humano?

Tal como yo lo veo la respuesta es que, si existe una ventaja evolutiva en tener un marco moral o una religión, más vale que evolucione con su poseedor. Esto, me parece, no implica diluir la necesidad esencial de compasión, la «regla de oro» de tratar a los demás como nos gustaría ser

tratados, sino que significa que tenemos que resolver cómo mantener siempre esa ambición como algo básico en nuestras sociedades, en un mundo que cambia tan rápido. Los teólogos todavía tienen mucho trabajo por hacer. De hecho, se podría afirmar que nunca los hemos necesitado tanto, aunque ellos, como los demás, tendrán que ajustarse a un nuevo marco temporal. Como dijo Ray, esas preguntas filosóficas con las que siempre nos hemos peleado van a exigir algunas respuestas pronto.

Una cosa está clara: el futuro no será una excursión tranquila.

—Las cosas evolucionan en diferentes momentos y a diferentes ritmos, la gente toma diferentes opciones y esa es una de las razones por las que los países desaparecen —dice Juan—. Las elecciones tienen consecuencias. Si uno opta por cerrar las puertas y no seguir la tecnología, pierde su soberanía. Así, hay políticas de una estupidez galáctica en lo que atañe a algunos países concretos. El futuro de la especie me preocupa mucho menos.

Mi tercera escala en busca de un re-inicio me devuelve a California para reunirme con un hombre que se llama John Seely Brown (o JSB como le suelen llamar). En otra época fue director del Palo Alto Research Center (PARC), un semillero de innovación al que se suele atribuir la invención de la impresora láser y los interfaces gráficos de ordenadores. Ahora, con sesenta años largos (aunque aparente diez años menos), trabaja por su cuenta, ayudando a diversas organizaciones a adaptarse y adoptar las nuevas tecnologías. He venido a hablar con él sobre cómo nuestras organizaciones y nuestra sociedad tendrán que cambiar. Se apoda a sí mismo el «Jefe de la Confusión» y considera que su trabajo es «ayudar a la gente a plantearse las preguntas correctas». Le interesa en especial lo que denomina «innovación radical». Su sitio web dice que él es «en parte científico, en parte artista, en parte estratega» así como un espléndido motociclista. Vint Cerf me dijo: «John es uno de los mejores pensadores de Estados Unidos y probablemente del mundo. Es un tipo muy brillante, humilde y muy, muy profundo». Después de todo lo cual si alguien me dijera que también trabaja a tiempo parcial como Batman no creo que me sorprendiera demasiado.

Me reúno con John en su casa del distrito denominado con acierto Professorville, en Palo Alto, en un espléndido día californiano. Como he hecho con Ray y Juan, le cuento brevemente mi viaje y le explico que estoy buscando nuevas formas de pensar para darle sentido a todo eso. Él me escucha con atención y me da la impresión de que cada una de mis palabras está siendo catalogada y contrastada a medida que la pronuncio. Tiene la

actitud de un búho puesto en la cara de un oso afable y me hace pensar en mis mejores maestros de la escuela, los que siempre conseguían interesarte en su asignatura pero no pretendían hacerse tus amigos. Imparte conocimientos del mismo modo que Keith Richard imparte *riffs* de guitarra, con una especie de eficiencia frenética y poca preocupación sobre las consecuencias que pueda tener en tu cabeza.

John cree que estamos «entrando en un mundo de flujo constante, más que un mundo de evolución básicamente lenta, a intervalos. Si se lleva al extremo, nos dice que casi todas las infraestructuras sociales, técnicas y de negocios que tenemos no pueden sobrevivir».

Bueno, estamos llegando al final del libro. ¿Qué esperaban?

Capítulo 15

El *shock* del futuro

Cuando estás cambiando, estás acabado.

BRUCE BARTON

La Revolución Industrial cambió todo. Cambió nuestra forma de organizar la sociedad, de educarnos, la concepción del trabajo y la forma de hacer negocios. Construimos una infraestructura como no se había visto jamás. Ferrocarriles, carreteras, alcantarillados, canales, puertos. Eran nuevas tecnologías. Hoy no consideramos la carretera o la alcantarilla como una tecnología. Pero lo son; como me dijo Vint Cerf: «si uno crece con una tecnología, no la considera tal. Sencillamente está ahí».

En 2009, John Seely Brown le contó a una multitud de líderes de las empresas de Silicon Valley hasta qué punto estaba integrada la Revolución Industrial en sus negocios de alta tecnología. Lo que dijo no resultaba obvio de manera inmediata, pero es profundo: «La estructura y la arquitectura de la empresa refleja la estructura y la arquitectura de la *infraestructura* sobre la que se levanta», dijo.

Dicho de otro modo, la sociedad se erige *sobre* nuestra infraestructura y no al revés: nuestras carreteras y escuelas nos conforman más de lo que nosotros damos forma a nuestras carreteras y escuelas. O, como el educador y admirador de Abraham Lincoln Ken Robinson señala: «Hasta el siglo XIX no hubo sistemas de educación pública en el mundo. Todos surgieron para satisfacer las necesidades de la industrialización».

Instituimos nuestros sistemas educativos sobre la Revolución Industrial; esta no se produjo porque hubiéramos enviado a gente a la escuela. Y la Revolución Industrial sigue con nosotros. Los coches no son muy distintos de sus equivalentes de una generación anterior, ni los trenes, aviones, carreteras, vías férreas, aeropuertos, sistemas judiciales, escuelas, universidades o formas de gobierno.

—Nuestra infraestructura se ha mantenido estable durante un periodo de tiempo asombrosamente largo —me dice John Seely Brown— y hemos construido instituciones sobre ella que esperan también ese tipo de estabilidad.

—Tengo la sensación de que está a punto de cambiar —digo.

—Ahora mismo estamos viviendo algo que nunca habíamos experimentado en la historia de la civilización —afirma—. Todas las infraestructuras del pasado empezaron desplegándose despacio, hasta que alcanzaron una masa crítica que entonces desataron en una expansión explosiva y fue adoptada por todo el mundo. Por último, las cosas se asentaron y estabilizaron durante décadas cada vez, a menudo de setenta a cien años. Lo interesante para mí es que la infraestructura hacia la que nos encaminamos tiene un crecimiento exponencial, como también lo tiene la tecnología.

—¿Está de acuerdo con Ray Kurzweil?

—Creo que Ray habla de esta situación llevándola al extremo y no tiene en cuenta que la tecnología está limitada por la sociedad. Si uno no tiene en cuenta la sociedad, es fácil llevar demasiado lejos la predicción exponencial. Pero sí, estoy de acuerdo en que nuestra tecnología digital tiene un crecimiento exponencial. La cuestión es: ¿cómo va a interactuar la sociedad con eso?

A modo de ejemplo, John habla sobre la introducción de la electricidad:

—[Ahí] había una nueva tecnología, pero integrarla en la sociedad supuso también innovaciones organizativas y sociales. No se podía dar electricidad a la gente si no se llegaba a un acuerdo sobre los estándares y los modos de distribuir la energía; en Estados Unidos empezamos de una manera muy fragmentada en la que cada ciudad o condado construía su propio sistema aislado, hasta que con el tiempo surgió un estándar a escala nacional que acabó creando nuestra red eléctrica nacional. Eso fue una inmensa innovación social y empresarial. Toda infraestructura es técnico-social.

Recuerdo mis conversaciones con Rick Hess sobre el potencial de la energía solar para desconectar a los usuarios de la red general, o cómo los tiempos de un sistema eléctrico dominado por energía generada de forma centralizada podían estar llegando a su fin, y me pregunto, si eso llega a suceder, cómo lo recibirá la sociedad.

El modelo actual de distribución y generación de electricidad es solo un diminuto ejemplo de lo que John denomina «eficiencia a mayor escala», en la que las organizaciones aumentan su tamaño para reducir costes. Estas organizaciones tienen que ser capaces de predecir la demanda, con la intención de producir la cantidad correcta para satisfacerla. Si producen demasiado, sus costes se descompensarán con los ingresos; si no producen lo bastante, pierden una oportunidad y provocan el descontento del consumidor

final. Este libro es otro ejemplo de una actividad de «eficiencia a mayor escala». Si imprime demasiados ejemplares, el editor acabará sentado sobre los excedentes; pero si publica menos de los necesarios, pierde ventas.

Sin embargo, todo está cambiando, cree John. Las infraestructuras digitales nos permiten superar esas viejas formas de trabajar. Si está leyendo este libro en formato *e-book*, por ejemplo, significa que no ha habido casi costes físicos de producción y el editor no ha tenido ninguna necesidad de sopesar cuántos ejemplares del libro publicar y distribuir. Se ha limitado a enviarle un archivo. Los costes de reproducción son aproximadamente los de enviar un *e-mail*. Todo el mundo gana. Como cliente, usted nunca se ve decepcionado por no encontrar un libro descatalogado, y la versión electrónica es más barata. Como editor, nunca corre el riesgo de equivocarse al juzgar la demanda y producir demasiados —o muy pocos— ejemplares. El autor también sale beneficiado porque esta reducción del riesgo y los costes de producción se traduce en unos derechos de autor más elevados. El precio del libro refleja así mejor su valor para usted como lectura interesante en lugar de ser una función de los costes físicos de producción.

Otra opción son los libros impresos bajo demanda, donde la impresión digital *in situ* y las máquinas de encuadernación crean un libro físico en respuesta a una petición individual. Recordando mi conversación con Eric Drexler, su nanofábrica podría algún día ser la expresión definitiva de la nueva infraestructura digital hacia la que se encamina la sociedad. A lo mejor usted está leyendo esto en el futuro, tras haber recuperado el manuscrito de un archivo *online* que su nanofábrica (o el sistema de fabricación doméstico del que disponga) ha convertido en un objeto físico. Si es así, dígame a su máquina que yo conocí a su padre.

—No sé si se ha dado cuenta —dice John—, pero la innovación está dando otra vez un gran salto intermitente. De repente, encontramos formas completamente nuevas de crear cosas. Estas creaciones son posibles gracias a una serie de nuevas infraestructuras digitales que permite a la gente hacer cosas que antes habrían sido imposibles.

Me habla de un proyecto en el que participa para crear un nuevo tipo de nanopartícula que imite las propiedades del platino, un recurso cada vez más escaso:

—Es el tipo de proyecto que hace solo unos años habrías tenido que encargar a un laboratorio nacional y que habría requerido muchos millones de dólares y grandes cantidades de mano de obra. Este lanzamiento lo hace con diez jóvenes ingenieros y físicos en un garaje donde obtienen los recursos

informáticos que necesitan a través de Internet, sin comprar más que una inmensa potencia de cálculo por horas a un precio muy barato. Ni siquiera han empezado el diseño combinatorio (en el que se prueban miles de compuestos para ver si se encuentra alguno que funcione), sino que diseñan a partir de primeros principios, es decir, *de abajo arriba*. Quiero decir ¿a quién coño se le habría ocurrido intentar construir una nanopartícula en un garaje? Antes no habría tenido el menor sentido. Ahora, sí.

—Y tal vez lo más importante —prosigue— es que ahora solo se necesita una ínfima cantidad de dinero. Lo que están apareciendo son empresas muy pequeñas y muy flexibles que son capaces de levantar el vuelo de un modo que antes era impensable. No tienen un gran inversor agobiante respirándoles en la nuca. Pueden financiarse con la ayuda de amigos y familia.

Esto me recuerda que es probable que las cosas se abaraten a medida que la tecnología de la información se infiltre en la fabricación: el mundo poscapitalista del que había conversado con Eric Drexler.

John habla ahora con una sentida urgencia:

—Las viejas empresas no saben por qué tienen que ir más deprisa para perder más despacio —dice riéndose—. Las prácticas de esas empresas son precisamente las que te impiden implicarte en el mundo de la innovación a ritmo rápido. Tienen rutinas y creencias construidas sobre los supuestos de la estabilidad. Casi todas las empresas con más de veinte años no están organizadas como se debe para lo que viene. Más aún, diría que las empresas con más de cinco años de antigüedad tampoco están preparadas.

Brown y los coautores de *The Power of Pull* hacen una contundente advertencia: «El mundo se está transformando a su alrededor. La verdad es que lo que usted haya hecho para llegar hasta donde está no le servirá para mantenerse ahí». Es algo que denominan «El Gran Cambio», y que ya está afectando a todos los elementos de la sociedad. En particular, las instituciones educativas están lidiando para entender «las necesidades de aprendizaje de los estudiantes que cambian con tanta rapidez». Como dijo Ken Robinson en 2006, «A poco que uno lo piense, se da cuenta de que los niños que empiecen el colegio este año se jubilarán en 2065. Nadie sabe cómo será el mundo ni dentro de cinco años. Y aun así se supone que debemos educarlos para él».

Cuento algo que me dijo Vicki Buck mientras navegábamos por el Queen Charlotte Sound en Nueva Zelanda: «Lo que temo es que el sistema educativo toma a niños creativos e imaginativos y busca proveer conformidad, obediencia y disciplina. Eso me asusta en una época en que esos niños seguramente tendrán que crear sus propios empleos».

John está de acuerdo.

—La educación misma se imparte utilizando un modelo de fábrica. Se redacta un inventario de habilidades. Te dijeron que esas serían útiles en algún momento dado. Pero ¿qué pasa cuando entras en un mundo donde la vida de una habilidad concreta es de cinco años en lugar de sesenta? Nuestras instituciones educativas actuales ya casi no tienen sentido.

Y no solo la educación.

—Los gobiernos se apresuran para dar sentido a un mundo donde los cambios sociales y económicos superan con creces la capacidad de los legislativos e incluso de los dictadores para mantener el control —dice—. Ahora el juego ha cambiado, y muchos de nosotros todavía tenemos que aprender cómo se juega.

El mundo en el que he crecido empieza a parecer una reliquia, y me doy cuenta de que casi nada en *mi* propia educación me ha preparado para un futuro que se erige sobre una infraestructura de información que crece exponencialmente en lugar de sobre uno industrial y estático. Me han instruido para trabajar en organizaciones que centralizan la producción y he sido modelado por un sistema educativo industrial para ajustarme a sus necesidades. ¿Qué pasa cuando el mundo cambia hacia una infraestructura de redes y a una abundancia manufacturada localmente?

En lugar de sentirme eufórico por lo que dice John, me siento un poco aterrorizado. No tanto porque piense que ninguna de estas innovaciones sea una mala idea, sino, sencillamente, porque no me creo preparado. Todo parece llegar demasiado rápido. Casi me da la sensación de que, al salir del despacho de John, voy a encontrar el mundo ya transformado en una sociedad futurista en la que no tengo ni idea de cómo manejarme. Tal vez acabo de sufrir los primeros síntomas suaves de un fenómeno identificado por el sociólogo Alvin Toffler —«el *shock* del futuro»—, que puede resumirse como demasiados cambios demasiado rápido para que uno se haga siquiera a la idea.

Parte del re-inicio consiste, por tanto, en encontrar un modo de tratar con el cambio como norma y no como excepción, asumiendo que la sociedad, tras haber disfrutado de un periodo de relativa estabilidad desde la Revolución Industrial va a experimentar un cambio radical, y eso durante mi vida. Si la infraestructura hacia la que estamos cambiando es de verdad de naturaleza exponencial, entonces tengo que aprender a soltar el lastre de algunas ideas con regularidad.

¿Se ha agobiado alguna vez al decidir si va a romper con su pareja? Ya sabe: ese terrible periodo de darle muchas vueltas cuando ya sabe que algo no funciona pero se pregunta si de verdad le ha dado una oportunidad al otro, o ha puesto bastante de su parte, o teme que, en cuanto la otra persona se haya ido, usted vaya a darse cuenta de que es una locura vivir sin ella. Aunque, si está seguro de que es lo correcto, le entristece el trauma pero se siente más ligero, como si se abriera una nueva posibilidad en su interior. Tomará lo que haya aprendido de la última relación y hará que la siguiente sea mejor, lo sabe.

Así me siento yo sobre la sociedad capitalista industrial en la que he crecido. Me da miedo romper con ella. Llevamos mucho tiempo juntos.

—Puede que aparezca un sistema enteramente nuevo en el que uno se defina cada vez más por lo que es y no por lo que posee, por lo que ha creado y compartido y que otra gente ha utilizado para hacer otras cosas —dice John—. Si se fija en lo que está pasando en la nanotecnología, en la informática, en medicina, verá la creciente aceleración de las capacidades de hacer cosas a un coste cada vez más bajo, y también verá esa tendencia según la cual uno es valorado no por cuánto posee sino por cuánto innova. Las destrezas que le ayudarán a prosperar se basarán en una disposición inquisitiva. Eso no es habitual. Eso no se considera una habilidad del siglo xx, pero podría considerarse, cada vez más, del siglo xxi.

Ya no estoy asustado, sino emocionado. Esta separación empieza a parecerme bien.

—Nos encaminamos hacia un lugar donde todos podemos vivir con tal vez mucho menos dinero que antes, lo que significa que veremos a cada vez más gente liberándose de las nociones del capitalismo de los siglos xix y xx como la única base de la existencia. Pero si el mundo se está acelerando así, el nivel de confort de cada uno depende de su capacidad de asumir el cambio, no de rehuirlo.

—A mucha gente y a muchas organizaciones les va a resultar difícil, ¿no? —pregunto.

—Va a producirse un choque a gran escala y la cuestión es cómo se empieza a cambiar la forma de las instituciones para asumir la nueva situación. El reto real de la innovación hoy en día no es la innovación tecnológica sino la institucional. Tenemos que empezar a inventar nuevos tipos de instituciones que se mantengan al ritmo de la era de la información.

Me parece una idea potente. He pasado mi viaje observando o examinando innovaciones tecnológicas (de la genómica personal a nuevas

formas de separar con cercas el ganado), pero John dice que la verdadera innovación será cómo organicemos nuestra sociedad como reacción a estas ideas. Tenemos que romper con la Revolución Industrial y construir una relación apropiada con la Era de la Información: una relación basada en el crecimiento continuo de las ideas más que en los saldos bancarios.

Concluye nuestra charla con una historia:

—Me pidieron que indicara una innovación de los últimos trescientos años que hubiera generado más riqueza para la humanidad que las demás. Sabía por qué me lo habían pedido: presuponían que iba a hablar del microprocesador y les decepcioné por completo. Dije: «La innovación que ha generado más riqueza es la sociedad anónima porque ha permitido acumular, invertir y multiplicar la riqueza pero con una responsabilidad limitada». Eso fue lo que de hecho desencadenó toda la potencia de los siglos XIX y XX, esa única innovación. ¿No es curioso que cuando se habla hoy en día de innovación no se escuche *casi nada* sobre la innovación institucional?

La tercera etapa del re-inicio ha acabado. Puesto que el poder solía transmitirse desde arriba, ahora cada vez más va a estar al alcance de todos. Las jerarquías van saliendo, las redes están llegando. No busques que te asciendan, busca que te distribuyan: como individuo, como organización, como nación. Es un extremo que ha dejado claro el gurú del *marketing* Seth Godin:

Empezamos con la idea de la fábrica. Esa idea venía a decir que se podía cambiar el mundo entero si se tenía una fábrica eficiente que produjera el cambio en serie. Luego pasamos a la idea de la televisión. Decía que si se tenía un micrófono lo bastante grande, si se aparecía en la televisión las suficientes veces, si se compraban los bastantes anuncios, se ganaría. Y ahora estamos en este nuevo modelo de liderazgo, donde el modo en que generamos el cambio no es utilizando dinero o poder para influir en un sistema, sino liderándolo.

Me gusta la idea de que la valía personal en la sociedad futura radicará en cuánta gente verá en ti una fuente de inspiración, no en el dinero que tengas. Los ricos ya no serán ricos por lo que posean. El mejor legado que se puede recibir, o la cosa más útil que se puede adquirir, es lo que John denomina «la disposición inquisitiva». Irónicamente, el valor del dinero está disminuyendo. El valor de una buena pregunta aumenta.

Así que, ¿qué quiere preguntar?

El último destino de mi búsqueda de un re-inicio es un conjunto de despachos muy por encima de las bulliciosas calles de Nueva York. Voy a ver a un hombre que, según ha reconocido él mismo, antes solía ser algo iluso.

En febrero de 2002, delante de una audiencia formada por algunos de los pensadores más importantes del mundo, dijo: «Me parece que entonces pude creer inconscientemente que era una especie de héroe de los negocios. Me había pasado quince años levantando esta empresa... Había salido a Bolsa hacía poco, y el mercado dijo que aparentemente valía dos mil millones de dólares, una cifra que me costaba comprender».

Pero entonces todo se torció espantosamente cuando estalló la burbuja de las punto com. «Pasé dieciocho meses de infierno empresarial. Vi cómo todo lo que había levantado se venía abajo... Costó ocho años de sangre, sudor y lágrimas llegar a tener trescientos cincuenta empleados... En un solo día despedimos a trescientas cincuenta personas y antes de que acabara la sangría, mil habían perdido su empleo en mis empresas. Me sentí asqueado. Veía cómo mi propio patrimonio se reducía casi un millón de dólares al día, cada día, durante dieciocho meses. Y, peor aún, mucho peor, mi autoestima se evaporaba. Iba por ahí con un gran letrero en la frente: “Perdedor”. Y creo que lo que más me asquea, visto desde hoy, es cómo demonios permití que mi felicidad personal se vinculara de tal modo a esa historia de negocios».

Hoy Chris Anderson es mucho más feliz. Se las arregló para salvar su editorial de revistas, pero luego la vendió y por primera vez desde hacía años dispuso de tiempo para sí mismo. Volvió a leer, «descubriendo ¡mierda! Hay tantas ideas nuevas y asombrosas ahí afuera. Eso fue un golpe». Esa revelación le llevó a comprar y convertirse en el director de las conferencias TED (Technology, Entertainment, Design). Había perdido el interés por el dinero como divisa y se había interesado en la difusión de las ideas. Había redescubierto lo que John Seely Brown denomina «la disposición inquisitiva».

TED, me explica Chris mientras me siento, es una plataforma de conferencias para «personas que pueden ofrecer una lente a través de la cual ver el mundo de un modo distinto». Habla con un entusiasmo casi juvenil, que hace juego con sus rasgos. Ha pasado de los cincuenta pero parece eternamente joven. A cierta distancia podría pasar por un veinteañero. Destila una amplitud de miras que se refleja en su actitud, el tono suave de su voz, el modo en que se alegra cuando le presentan ideas y se alegra también cuando las busca. Es reflexivo sin ser serio, agudo sin ser agresivo, afable sin buscar

el compadreo. La primera impresión es que se trata de un lienzo en blanco, pero a medida que conversamos cambio de opinión. No es un lienzo en blanco sino uno continuamente cambiante, que se repinta a voluntad cada vez que le llega nuevo conocimiento.

Cada año, Chris y su equipo reúnen a algunos de los mejores liberadores de prejuicios del mundo y les conceden dieciocho minutos a cada uno para que cuenten al resto del mundo cómo ven las cosas. En 2006, las charlas empezaron a colgarse *online* y cientos de millones de descargas dan testimonio de una sed de nuevas formas de mirar al mundo. TED no hace publicidad, se difunde de boca en boca y es fácil entender por qué. Las ideas de las conferencias TED son, sucesivamente, tan alucinantes, esperanzadas, pavorosas y divertidas que por sí solas piden ser compartidas.

Mezclar las ideas más radicales con un formato breve implica que los oradores tienen que ajustar sus presentaciones y dado que la audiencia de Internet es de millones de personas no hay espacio para la prolijidad académica. En 2007, el estadístico Hans Rosling (cuyas ideas sobre la población había revisado mientras paseaba las atestadas calles de Malé) lanzó un feroz ataque contra el concepto de naciones «desarrolladas» frente a naciones «en desarrollo»... y luego se tragó un sable porque tragarse sables es «una expresión cultural que durante miles de años ha inspirado a los seres humanos a pensar más allá de lo obvio». Puro TED.

En TED.com puede ver también a Juan Enríquez hablar sobre la próxima era de la genómica, a Ray Kurzweil resumir su ley de rendimientos acelerados, a Hod Lipson mostrar sus robots con conciencia de sí mismos. Puede ver a Ken Robinson pedirnos que nos replanteemos lo que necesitamos de nuestros sistemas educativos, a Steven Pinker contarle que el mundo es menos violento, y luego ver a Robert Wright explicar a qué puede deberse, junto con un sinfín de otras exposiciones que cambian nuestra mentalidad y hacen que se vean las cosas desde una perspectiva distinta.

He venido a visitar a Chris porque, como organizador de las conferencias TED, probablemente sea una de las personas del planeta que recibe más ideas nuevas, y tiene que darles sentido de algún modo. Le pregunto cómo puede sintetizarlo todo.

—Bueno, como todos los demás, yo estoy en un viaje —dice—, pero hay una visión muy aburrida del mundo que es que «las cosas pasan» y la historia consiste básicamente en que vayan pasando una detrás de otra; es la idea de que uno no puede decir gran cosa respecto al futuro, salvo que probablemente va a ser peor de lo que se esperaba. Pero hay corrientes más importantes en

marcha, como «la ley de rendimientos acelerados» de Ray Kurzweil: la idea de que está en la naturaleza misma de las ideas irse construyendo unas sobre otras.

Al igual que John Seely Brown, Chris se ha dado cuenta de que el ritmo de la innovación se aceleraba en los últimos años.

—La aceleración del conocimiento y las ideas posibilitada por el hecho de que la humanidad está conectada por primera vez es inmensa —dice—. Y está sucediendo en cientos de campos de la iniciativa humana.

A modo de ejemplo, comenta cómo la calidad de las contribuciones al TED ha mejorado desde que el congreso se colgó *online*.

—Los oradores ven lo que hacen otros oradores y dedican mucho más tiempo a preparar sus presentaciones que antes. —(¿Cuántos, me pregunto, están asistiendo a clases de tragasables?)—. Para mí es un gran estímulo ver competir a esta gente. He empezado a llamarlo «innovación acelerada por la multitud» y no se trata de algo exclusivo del TED.

Chris piensa que la tecnología, más que separarnos de nuestras cualidades humanas, puede ayudarnos a redescubrirlas. Después de todo ¿qué podría ser más humano que la Legion of Extraordinary Dancers, que había surgido en mi conversación con Vint Cerf —una compañía de baile creada a partir de las innovaciones que introducían chavales en los movimientos de otros (colgadas continuamente en YouTube) y que apareció en el congreso TED de 2010 en Long Beach, en California?

—Estamos seguros de que el mayor incremento en la audiencia del TED se debe a chicos adolescentes y veinteañeros —dice Chris—. Mucha gente teme que la generación que viene esté formada por holgazanes poco curiosos y nada trabajadores, pero hay muchas pruebas en sentido opuesto. La creciente interconectividad está cambiando la psicología de la próxima generación: están convencidos de que pueden cambiar el mundo.

—Así que no es solo que sean curiosos, ¿tienen también la sensación de que pueden hacer algo?

—Exacto. Creo que la percepción de la capacidad individual para desempeñar un papel en el mundo interconectado está cambiando. Y la razón por la que lo creen es porque es así.

—¿Eso le hace sentirse optimista? —pregunto.

—No sé si el futuro va a ser mejor —dice Chris—. Pero creo que hay una oportunidad muy buena de que lo sea, y creo también que hay algo que cada uno puede hacer para aumentar esa oportunidad. Por supuesto, el futuro podría ser verdaderamente horrible. Creo que todo está por decidir y que todo

el mundo con un mínimo de sensatez y conciencia debería participar, intentando darle forma de la manera correcta.

Al irme, Chris me pregunta por mi bolsa solar. Le explico la tecnología y cómo Konarka se fundó con el principio de llevar energía barata a zonas sin redes eléctricas.

—¡Eso es genial! —dice—. Fantástico, fabuloso. Hay muchas cosas como esa que pueden emocionarle a uno.

Ya en la puerta, me dice:

—¿Sabe cuál es el título del próximo congreso TED?

—No —respondo.

—Hemos decidido llamarlo: «Y ahora, las buenas noticias».

Doy un paseo por Manhattan y me encuentro sentado en los peldaños de la Biblioteca Pública de Nueva York, mirando pasar la gente. Hace un día sofocante. ¿He conseguido lo que he venido a buscar, la parte final de mi reinicio? Hay algo de mi conversación con Chris que me está dando vueltas en la cabeza sin acabar de asentarse.

A menudo, cuando veo muchas personas, me asombro del hecho de que dentro de cada cabeza haya una personalidad distinta, una conciencia distinta, una historia única. A veces intento imaginar qué historia podría ser. Pero hoy pienso en nuestra historia colectiva y en quién la cuenta. Todos tenemos nuestros relatos individuales pero ¿quién cuida de la historia de la humanidad? Tenemos muchos biógrafos (se llaman historiadores), pero ¿quién está escribiendo el guión del próximo episodio?

Pienso en el mundo en el que he crecido, recordando el relato del futuro que me he acostumbrado a oír en el discurso de los políticos y su reflejo en los medios. A pesar de todo lo que he visto en mi viaje, se me cae el alma a los pies. Mi percepción de la historia que parece que nos contamos es: «La vida es algo que te pasa, el futuro no va a ser muy bueno (sobre todo si votas a ese tipo), era mejor en los viejos tiempos, tienes que cuidar de ti mismo, el mundo es violento e inseguro, tu empleo corre peligro, la generación que viene detrás es feroz y peligrosa, las cosas están cambiando demasiado rápido y no puedes fiarte de nadie».

Lo peor es que se trata de un relato que parece bastante repetitivo. No recuerdo un tiempo en que no lo hayan contado y, mientras pienso en ello, siento sus dedos escarbando dentro de mi alma. Me encuentro cuestionando el optimismo de aquellos que he visitado y mi propia ingenuidad por haberme dejado llevar.

Y entonces la última parte de mi re-inicio se apaga en mi cabeza como unos fuegos artificiales.

Capítulo 16

Y así, ¿qué viene ahora?

Siguiendo la luz del sol, dejamos el Viejo Mundo.

CRISTÓBAL COLÓN

He viajado unos cien mil kilómetros por cuatro continentes, he hablado con más de treinta genios, he conocido a cuatro robots y he mantenido dos terribles conversaciones con ordenadores. He contemplado la inmortalidad, el final del capitalismo y una nueva era de la evolución humana. En el curso de todo eso, he asistido a un consejo de ministros submarino, he ayudado a inventar un cóctel, he visto naves espaciales, me han insultado en la Australia profunda, he hecho un par de nuevos amigos y he tenido una experiencia cercana a la muerte (gracias, Tracy). No soy la misma persona que era cuando empecé.

Ahora estoy sentado en el parque de mi barrio, desde donde se ve Londres. Justo a mis espaldas está el lugar donde en 1795 el Almirantazgo Británico erigió su estación de telégrafo óptico para enviar señales por la línea entre la costa y la capital. Las comunicaciones han recorrido un largo camino desde 1795. Sobre mi regazo tengo un ordenador, maltratado y sucio por las muchas horas de viaje. Utilizando mi teléfono móvil como modem inalámbrico, navego por Internet. En concreto, estoy viendo mi «perfil genético» tras haber entrado en la página web de 23andMe, la empresa de genómica personal financiada por Google que Sergey Brin ha utilizado para su investigación del Parkinson.

Hace unas semanas, la empresa me mandó un tubo de plástico, que llené de saliva y luego devolví a sus laboratorios. De la saliva, la empresa sacó células de la mejilla, a partir de las cuales extrajo mi ADN para duplicarlo muchas veces. Estas copias sintéticas de mi ADN fueron más tarde desmenuzadas y aplicadas a un «chip de ADN», una platina de cristal con millones de «sondas» de ADN en su superficie.

Las sondas de ADN son imágenes especulares de posiciones en el genoma humano que son sitios conocidos de marcadores genéticos que pueden indicar su susceptibilidad a enfermedades concretas, las posibilidades de que posea un rasgo particular o que dan claves sobre sus antepasados. Dado que a las

partes que componen el ADN les gusta juntarse de formas predeterminadas, copias de mi propio código genético se habrían pegado a esas sondas con diferentes grados de conexión, permitiendo que la empresa supiera qué marcadores poseo y permitiéndole sugerir qué podía significar eso para mi salud. Teniendo en cuenta que nuestra comprensión de la interacción de nuestros genes y el entorno todavía está evolucionando, 23andMe adjunta índices de confianza a cada hallazgo (cuanto más elevado el índice, más seguros se sienten de su análisis).

Como poseo un marcador genético que un estudio alemán de 2007 señala que está vinculado al síndrome de Tourette, 23andMe me ha comunicado que *podría* tener una posibilidad elevada de desarrollar la enfermedad, aunque le dan un índice de confianza de uno (sobre cuatro). En la categoría de dos estrellas tengo riesgos potenciales elevados de «temblor esencial», «tiroiditis de Hashimoto» y «síndrome de Sjögren». La empresa da un índice de confianza de tres a su análisis de que corro un riesgo superior a la media de sufrir asma, dermatitis atópica y leucemia linfocítica crónica.

Todo esto empieza a sonar muy deprimente hasta que investigo un poco más y descubro que el riesgo medio de la población de padecer estas enfermedades es, para empezar, pequeño, y que mi susceptibilidad «superior a la media» sigue siendo un riesgo muy bajo en conjunto. Además, una gran parte de la investigación que vincula genes concretos a enfermedades es todavía preliminar y, por tanto, no concluyente.

Y del mismo modo que tengo riesgo elevado de sufrir algunas enfermedades, tengo también riesgo menor de otras, incluido el cáncer de pulmón y el melanoma. Según parece es menos probable que me haga adicto a la nicotina que el individuo medio, pero más probable que me enganche a la heroína si la pruebo. Así que supongo que no la probaré.

Presto más atención a los riesgos que aparecen con cuatro estrellas (aunque estos vienen también con advertencias). Aparentemente, mi trasero es el punto débil. Según parece, tengo 1,47 veces más posibilidades de sufrir cáncer de próstata que un tipo medio, y 1,43 veces más de tener cáncer colorrectal. No me preocupa demasiado. El conocimiento es poder y ahora puedo intentar reducir activamente mi riesgo de ambas enfermedades mediante sencillas opciones en mi estilo de vida. Por ejemplo, comer pescado se ha vinculado a la reducción del riesgo de sufrir cáncer de próstata y me gusta el pescado, así que traigan el salmón (criado responsablemente). Me preocuparé de someterme a revisiones periódicas para detectar cualquier cosa adversa cuanto antes.

De hecho, estoy menos sorprendido por la información que estoy leyendo que por cómo me ha llegado. Estoy mirando datos genómicos (lo que me recuerda mi viaje para ver a George Church en la Harvard Medical School) que han sido proporcionados por un aparato de nanotecnología biológica (lo que me trae a la cabeza una charla en una cafetería de Palo Alto con Eric Drexler). A mi lado, sobre la hierba, está la bolsa que me regalaron en Konarka. Su panel solar flexible y orgánico (que salió desenrollado de aquella «gran impresora» de New Bedford) ha estado cargando el teléfono móvil que uso para acceder a Internet (uno de cuyos progenitores fue Vint Cerf, a quien conocí en Washington D. C.). Vuelvo a pensar en mi conversación con Ray Kurzweil sobre los exponenciales y me doy cuenta de que toda esta nanotecnología habría costado millones de dólares hace diez años. En algún punto de mi ordenador está el cerebro de *software* que «encuentra verdades» de Hod Lipson que me maravilló en Ithaca. Si le introduzco los datos correctos, mi humilde portátil es ahora capaz de descubrir nuevos conocimientos.

El sol se asoma entre las nubes y mis pensamientos vagan hacia lo que he aprendido sobre nuestra batalla contra el cambio climático. Mirando el cielo, recuerdo las máquinas de Klaus Lackner que capturan el CO₂ del aire. Recuerdo que el CO₂ puede utilizarse como materia prima para crear combustibles líquidos que podrían reemplazar la gasolina, una vez controlado el poder de la biología sintética. ¿Es posible que algún día esos combustibles propulsen naves espaciales como las que vi en Mojave? Pienso en Vicki Buck y su fijación por las algas y el Black Phantom que recoge biomasa residual y la transforma en productos útiles, entre ellos el carbón vegetal que captura carbono. La hierba entre mis dedos me trae a la cabeza mi viaje por el interior australiano con Bruce y Tony y aquellas filas de cercas que separaban las zonas verdes de los suelos desnudos, indicando un sistema agrícola que está rejuveneciendo la biodiversidad a la vez que aumentan los beneficios de las granjas australianas, mientras captura carbono y lo fija en el suelo.

Mientras estoy sentado en esta colina escribiendo estas palabras, sé que lo que he visto es tan solo un diminuto fragmento de la innovación que está teniendo lugar y una fracción aún más diminuta de la innovación que todavía está por llegar. Sé que los avances corren más rápido todavía que el atleta paralímpico Oscar Pistorius, cuyas hojas de fibra de carbono ponen a los directivos del atletismo en una situación incómoda por su «ventaja injusta». Tengo que asumir el hecho de que este libro ya es un documento histórico. Aunque se trate menos de un retrato con posado y más de una instantánea

borrosa de un mundo que innova rápidamente. Un plano de acción, si lo prefieren.

En su libro *La nanotecnología: el surgimiento de las máquinas de creación*, el nanotecnólogo Eric Drexler aborda el futuro planteando tres preguntas: ¿Qué es posible? ¿Qué es alcanzable? ¿Qué es deseable? La primera pregunta parece fácil de responder. Mientras aprendemos a controlar los átomos mismos de la materia, los mecanismos de la biología y el poder de computación, hay de hecho muy poco que no podamos hacer en un sentido físico (y de hecho virtual). ¿Soluciones al cambio climático? Ya se han desarrollado. ¿Poner fin a la crisis de la energía? Ni se moleste, firme aquí abajo. ¿Mayor producción de alimentos? ¿Por qué no lo pidió antes? ¿Vacaciones en el espacio? Únase a nuestro programa de pasajeros habituales. ¿Fabricación mejor y más barata mediante la nanotecnología?

Estamos en ello.

Pero cuando preguntamos qué es *alcanzable*, bueno, eso es harina de otro costal. Porque lo que podemos conseguir vendrá determinado en gran medida por lo que decidamos colectivamente que es deseable. Como me dijo George Church hace ya meses en la Harvard Medical School mientras hablábamos de genómica personal, «Lo único que impide todavía este tipo de medicina es en realidad la voluntad, ¿no? La cuestión es, ¿hasta qué punto estamos motivados?».

Pero una carencia de voluntad no es nuestro único defecto. A veces estamos demasiado ansiosos por aceptar la promesa fácil de la tecnología. La historia está llena de tecno-optimistas que afirmaban que la siguiente revolución científica daría lugar a una edad dorada. Los más ampulosos de ellos creen que no hay problema que la tecnología no pueda resolver. Dos años después de que se construyera la estación de telégrafo óptico que en el pasado se alzaba a mis espaldas, la *Encyclopaedia Britannica* tuvo la osadía de sugerir que las redes de las que formaba parte la estación pronto resolverían las disputas entre las naciones en cuestión de horas en lugar de años. Más de doscientos millones de personas han muerto en conflictos desde entonces.

Dicho lo cual, he visto muchas cosas en mi viaje que hacen que me sienta optimista. Resulta difícil no esbozar una sonrisa cuando ves lo que George Church está haciendo al mundo de la medicina. Está proporcionando herramientas que tienen el potencial para salvar millones de vidas (aunque como asesor científico de 23andMe, también va a ser en parte responsable de

la muerte de algunos peces de más porque a partir de ahora voy a comer más pescado). Es difícil no sentir un atisbo de esperanza cuando hablas con Klaus Lackner o ves el Black Phantom de Carbonscape o te das cuenta del potencial de la nanotecnología para cimentar revoluciones en la producción de energía, la asistencia sanitaria y la higiene. El otro día mi editor me pidió que hiciera una lista de algunas de las cosas que había descubierto en mi viaje para que su equipo de ventas se entusiasmara con el libro. Sin pensármelo mucho, escribí:

La sustitución de partes del cuerpo a partir de las células madre del propio paciente ya está aquí.

La biónica pronto podría ayudar a los «discapacitados» a moverse mejor que los demás.

La escena de *El retorno del Jedi* en la que Luke Skywalker recibe una mano nueva ya ha sucedido en la realidad.

Estamos aprendiendo a recodificar células, a curar la enfermedad desde dentro.

Todos vivimos más tiempo, y a escala mundial, la brecha entre ricos y pobres, en lo que se refiere a la salud, se está estrechando.

La revolución genómica significa que los fármacos que hoy no podemos utilizar podrían salir al mercado (y que deberían ser más baratos).

Podemos detener las pandemias (incluso las provocadas por bioterroristas).

No hay escasez de «combustibles fósiles», sencillamente no los haremos de fósiles (y serán neutros en carbono).

La energía solar por fin está aquí. Se está desencadenando una revolución que nos sacará «fuera de la red eléctrica general».

Estamos controlando la capacidad de la vida misma para hacer cualquier cosa, desde fármacos a plásticos, algo que también puede expresarse con la frase: «Cómo se están

utilizando las bacterias para hacer las cosas de forma más barata».

La nanotecnología podría cambiarlo todo, entre otras cosas, el final del capitalismo, además de dar paso a una era de abundancia.

Las máquinas serán amistosas (la vanguardia de la robótica no se parece nada a *Terminator*).

Podemos extraer el CO₂ del aire, reducir las emisiones de carbono y aumentar la producción de alimentos (mientras reducimos su coste).

Estamos volviendo al espacio.

Internet es un laboratorio para el bien humano...

Pero hay una cosa que la tecnología no puede resolver. La falta de imaginación. ¿Cómo es posible que no hayamos sabido distribuir equitativamente la riqueza que creamos? Hay millones de personas que no disfrutan del aumento de la esperanza de vida ni de la mejor asistencia sanitaria que el capitalismo industrial nos ha traído a algunos. Una de cada cinco muertes infantiles es consecuencia de la diarrea. La misma proporción muere de malaria. (En África, un niño muere cada cuarenta y cinco segundos de esa enfermedad). Se calcula que en el genocidio de Ruanda ochocientos mil personas fueron asesinadas en solo cien días. Las tecnologías dominantes allí sirvieron de armas para la matanza. Aquella gente murió en el mismo mundo donde alguien cree que es una buena idea fabricar un bolso de mujer que cuesta un cuarto de millón de dólares.

¿Debería hacer la lista completa? ¿El catálogo de injusticias, violencias, prejuicios y desigualdades que todavía nos rodean? Si lo hiciera me daría para otro libro como este. Pero en lo que se refiere a los libros, ese mercado está más que cubierto. En *El optimista racional*, Matt Ridley recuerda que echando una ojeada a la sección de temas actuales de la librería de un aeropuerto y, pese a los volúmenes en venta de autores tan dispares como Noam Chomsky, Barbara Ehrenreich, Al Franken, Al Gore, John Gray, Naomi Klein, George Monbiot y Michael Moore, no vio un solo volumen optimista. «Todos argumentaban, en mayor o menor grado, que: a) el mundo

es un lugar terrible; b) va a peor; c) es básicamente culpa del comercio, y d) se ha llegado a un punto de inflexión», se lamentaba.

Creo que Ridley está siendo un poco duro con esos libros. Yo los interpreto como sinceras llamadas a la acción: serías advertencias seguidas de sugerencias acerca de qué hacer para mejorar la situación. Uno no tiene que estar de acuerdo con todo, o, es más, con nada de lo que sostienen; pero si esos libros le dan vueltas al catastrofismo, al menos lo hacen de una manera pro-activa, motivados por la creencia de que las cosas pueden mejorar o que lo peor puede evitarse. Los amigos que se preocupan de verdad no siempre te dicen lo que quieres oír.

Mi buena amiga Eliza dice: «la inmensa mayoría de los recursos naturales del mundo están controlados y son repartidos por ancianos que envían a los jóvenes a la guerra para proteger sus imperios de poder tradicional, y eso todavía no ha cambiado mucho». Eliza es genial en esta clase de cosas. Es el tipo de persona que me recuerda que algunas de las historias de Cristóbal Colón, cuya cita he utilizado para abrir este capítulo final, mencionan su costumbre de asesinar nativos (y la aprecio por eso). Ella ciertamente habría podido reescribir este libro con todas las cosas que van, y han ido, mal en este mundo. Es una enciclopedia andante de la catástrofe que no ve contradicción entre ser pesimista y progresista. «¿Por qué no vas a poder ser pesimista pero seguir comprometido con todas las opciones progresistas?», pregunta. «Me hace sentir incómoda la idea de que todos debamos ser optimistas, me parece poco respetuoso con la gente que está sufriendo y muriendo ahora a causa del desastre que es nuestro mundo».

Sentado en el Telegraph Hill Park, de Londres, he vuelto a los pensamientos que se me ocurrieron cuando estaba sentado en los peldaños de la Biblioteca Pública de Nueva York: que cualquier sueño sobre el futuro debe ser conformado e influido por la sociedad en la que se sueña. No aspiro al mismo futuro al que aspiraban mis ancestros que vivían en cavernas. Ray Kurzweil comentaba: «Si le preguntara a la gente de hace diez mil años qué resolvería los problemas del mundo, le dirían: “Si encontramos un modo de mover piedras más grandes y ponerlas delante de nuestras cuevas para mantener fuera a los animales y un modo para conservar encendidos los fuegos, sería una utopía y resolveríamos todos nuestros problemas”». Es volver a lo que John Seely Brown y yo habíamos hablado: hasta qué punto el marco da forma al cuadro más de lo que sabemos ver.

Pese a todas las maravillas que he visto en mis viajes, me doy cuenta de que lo que más me ha impresionado no son las innovaciones que se exhiben

sino la gente que he conocido. Porque casi todos ellos parecen impulsados por una pregunta: ¿cómo puedo mejorar el mundo? Esta cuestión ha definido sus vidas más que cualquier otra cosa. Y, ¿quieren que les diga qué impresión me dan?: casi toda la gente que se está planteando esa pregunta parece muy feliz.

Mi manifiesto personal para abordar el futuro se concretó en las escaleras de la Biblioteca Pública de Nueva York y ahora me siento cómodo con él. No espero que nadie más lo siga, pero voy a probarlo. Procuraré asumir lo exponencial, digerir que la evolución no ha terminado, comprender que las instituciones que no innovan el modo de organizarse (incluidas aquellas para las que trabajo) van a dejar espacio de oficinas libre muy pronto, adoptar una disposición inquisitiva y medir lo que valgo según lo que soy capaz de crear y no según lo que poseo.

El futuro va a suponer un viaje complicado. Muchas de las nuevas tecnologías tendrán su Three Mile Islands y serán puestas al servicio de más actos como el del 11-S. La gente seguirá peleándose. Las injusticias no desaparecerán. Los musicales de Andrew Lloyd Weber seguirán en escena. Pero ahora que he acabado mi viaje, me niego categóricamente a creer que la sociedad humana no puede crecer, mejorar y aprender; que no puede asumir el cambio y rehacer mejor el mundo, que no podemos conseguir que la tendencia subyacente emerja. El músico Nick Cave lo resumió, creo: «La gente cree que soy un mezquino de mierda, pero es solo porque no dejan de hacerme esas preguntas mezquinas de mierda», dijo.

Aquí va una pregunta que no es mezquina, pero tampoco alegre. Es la pregunta con la que empecé.

—Y así, ¿qué viene ahora?

La planteé porque me preguntaba cómo sería mi vida. Lo que he descubierto es que mi pregunta es su propia respuesta. Hay una nueva historia de la humanidad esperando a que la cuenten si respondemos como es debido a su desafío. Creo que podemos intentarlo, ¿no les parece?

Bueno, me voy a comer algo de pescado.

Otras lecturas y notas

La selección de lecturas y la lista de páginas web que se dan a continuación es una elección personal de las fuentes que me han resultado más útiles e interesantes para documentarme y escribir este libro. Están distribuidas por secciones pero, por desgracia, muchas se refieren a múltiples áreas.

Las notas y referencias de cada cita que aparece en el libro se han colgado *online*, pues la mayoría de ellas son enlaces a sitios web. Se encuentran organizadas por capítulo y página [del original inglés] en:

www.anoptimiststourofthefuture.com

EL HOMBRE

ENRIQUEZ, Juan, *As The Future Catches You: How Genomics & Other Forces Are Changing Your Life, Work, Health & Wealth*, Nueva York, Crown Business, 2001.

Un excelente resumen de hacia dónde nos conducen las «ciencias de la vida». Juan me contó que este libro llegó a tener 3000 páginas, unos conocimientos que tardó seis años en condensar en una obra que puede leerse de un tirón, lectura tras la cual se contemplará el mundo de un modo distinto.

LA MÁQUINA

BROOKS, Rodney, *Robot: The Future of Flesh and Machines*, Nueva York, Allen Lane, 2002. [Trad. esp.: *Cuerpos y máquinas: de los robots humanos a los hombres robot*, Barcelona, Ediciones B, 2003.]

La historia y el futuro de los robots escrita por una de las voces más inventivas y estimulantes de la especialidad. Brooks tiene un estilo ligero y legible, e intercala muchas anécdotas jugosas.

DREXLER, K. Eric, *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, Nueva York, Anchor Books, 1986. [Trad. esp.: *La nanotecnología. El surgimiento de las máquinas de creación*, Barcelona, Gedisa, 1993.]

La nanotecnología empieza aquí. El hecho de que este libro siga vendiéndose muy bien cuando se aproxima ya su vigésimo quinto aniversario da fe de la fuerza de las ideas que contiene, y señala que la nanotecnología todavía tiene un largo camino por delante. Puede considerarse la idea más importante del siglo XX.

STANDAGE, Tom, *The Victorian Internet: The Remarkable Story of the Telegraph and The Nineteenth Century's Online Pioneers*, Londres, Weidenfeld and Nicolson, 1998.

Vint Cerf lo considera «un libro magnífico», y tiene razón. Una historia del telégrafo eléctrico que sitúa en perspectiva nuestra creciente conectividad.

LA TIERRA

GOODALL, Chris, *Ten Technologies to Save the Planet*, Londres, Profile Books, 2008.

Una explicación muy amena de las tecnologías renovables que se deja de exageraciones para ofrecer una imagen mesurada de cómo podemos volver verde nuestra economía.

BROECKER, Wally, y KUNZIG, Robert, *Fixing Climate*, Londres, Profile Books, 2008.

Tal vez la historia definitiva de la ciencia del clima para el lego en la materia, y una aproximación poderosa al futuro de la geoingeniería.

SAVORY, Allan, y BUTTERFIELD, Jody, *Holistic Management: A New Framework for Decision Making*, Washington D. C., Island Press, 1999.

Un manual de agricultura, pero especial, porque cambiará su forma de tomar decisiones.

BRAND, Stewart, *Whole Earth Discipline*, Nueva York, Viking Press, 2009.

Este es el libro que consiguió animar a James Lovelock. Brand me contó que «expreso mis opiniones con contundencia pero las mantengo con cierta laxitud»; él quiere un debate y en este libro hay de sobra para empezar uno.

Lúcido, poderoso y, pese a su amplitud y profundidad, una lectura sorprendentemente fácil.

RE-INICIO

KURZWEIL, Ray, *The Singularity Is Near*, Nueva York, Penguin, 2005.

Douglas Hofstadter calificó las ideas de este libro como una mezcla de «muy buena comida y algunos excrementos de perro». Es injusto, pero da una idea de lo radical que es Kurzweil. Uno puede no estar de acuerdo con todo lo que dice, pero la discusión sobre qué haremos con la tecnología es uno de los campos de batalla que definirán este siglo y aquí está presentada con precisión.

HAGEL III, John, SEELY BROWN, John, y DAVISON Lang, *The Power of Pull*, Filadelfia, Basic Books, 2010.

Un libro de negocios, pero un toque de atención para todos aquellos que todavía piensan que el mundo es una jerarquía.

PÁGINAS WEB

www.ted.com es uno de los dos sitios emergentes *de facto* para conocer las posibilidades futuras. El otro es **www.edge.org**, la presencia *online* de la Edge Foundation de John Brockman. Ambos son altamente recomendables, pero sepa que podría perder unos cuantos días si los visita.

Asómese también a **www.gapminder.com** y permita que Hans Rosling le enseñe cómo hacer que las estadísticas sean interesantes y, como consecuencia, a cambiar el modo en que usted ve el mundo.

Agradecimientos

Cuando empecé a escribir este libro no tenía la menor idea de dónde me estaba metiendo. Abarcando un ámbito tan amplio, habría sido imposible escribirlo sin la ayuda de mucha, muchísima gente que generosamente compartió su tiempo y su espacio. «Agradecimientos» no parece un título adecuado para este apartado. Me gustaría hacer algo más que «expresar mi agradecimiento» a estas personas. Me gustaría llevarlas a todas al *pub*, invitarles a una copa y contarle a todo el mundo lo brillantes que son.

Primero y sobre todo, debo darle las gracias a Caroline. A ella le disgustaría que incluyera aquí un listado de todas las razones que me llevan a ello, así que no lo haré.

Hay otras mujeres en mi vida, en especial mis colegas de Flow Associates. Bridget Mckenzie me dejó escapar a la selva mientras ella mantenía el fuerte, haciendo un trabajo increíble sobre la interacción del aprendizaje, la cultura, la ecología y la tecnología, y aun así encontrando tiempo para hablar de los temas de este libro, plantear desafíos importantes, ser una de mis mejores amigas y, junto con el diablo del póquer que es su marido Brian, acogerme en su casa con invitaciones a vino y comida. Las otras dos Flowers —Katherine Rose y Eliza Hilton— han sido grandes amigas y también han comentado con sensata sabiduría el manuscrito, mientras ayudaban a abrir nuestra oficina en la India. Por la lectura del manuscrito también estoy en deuda con mi maravillosa sobrina Amy Stevenson, su novio Mitchell Burns y la incomparable Sandra Higgison, por dedicar su tiempo a leer y comentar muchos capítulos. También debo presentar mis disculpas profesionales a Quentin Cooper y Elaine Snell, mis codirectores en la agencia de ciencia viva ReAgency por no estar para hacer todas las cosas que dije que haría.

Una mención especial merece mi agente Charlie Viney por su crítica perspicaz, su fe en el proyecto desde el principio, por saber sobrellevar mis extrañas expresiones y, con su increíble pareja Sally y familia, llevarme a su

casa para mantener conversaciones chispeantes y darme ánimos. Un príncipe entre los hombres.

Charlie, por pura coincidencia, vive en la misma calle que Philip Groom, un hombre al que hay que ensalzar por su inteligencia, su gracia y su perspicacia picassiana en cuestiones de plantas y mantenimiento de motores. Sin sus buenos consejos no creo que este libro hubiera pasado de sus primeras líneas.

Mi editor en Profile Books, Mark Ellingham, me dio sensatos y comedidos consejos sobre el manuscrito, ayudando a que fluyera y exorcizando algunos de mis dudosos chistes, convirtiendo el proceso de edición en un placer más que en un penoso trabajo. Me siento afortunado por haberlo tenido a mi lado. También debo mencionar a mi editora en EE. UU. en Penguin Avery, Rachel Holtzman, que me dio muchos y sentidos ánimos. En Profile también debo expresar mi agradecimiento a Rebecca Gray (publicidad), Ruth Killick (publicidad y conversaciones sobre novelas de ciencia ficción), Peter Dyer (diseño), Diana Broccardo, Niamh Murray, Sarah Ward y Emily Orford (ventas) y Penny Daniel (producción y derechos). Gracias también a Andy Smith por la cubierta y a Henry Iles por el diseño del texto.

Este libro se basa en gran medida en la sabiduría y el duro trabajo de todos los científicos, ingenieros, pensadores, granjeros, escritores y otros supercerebros que me dedicaron su tiempo. He tenido algunas de las experiencias y conversaciones más divertidas y extraordinarias de mi vida en este viaje. Gracias a esas personas pude atisbar una parte de nuestro futuro. Todas ellas (con un par de innumerables excepciones) también encontraron tiempo para repasar mi texto y hacerme comentarios, correcciones y útiles sugerencias. Cualquier error que haya quedado sobre su trabajo es de mi exclusiva responsabilidad. En un orden de aparición aproximado, me alegro de poder expresar mi agradecimiento a la siguiente lista de gente extraordinaria:

Nick Bostrom, del Future of Humanity Institute de la Universidad de Oxford, me dejó verdaderamente alucinado y me ayudó a sumergirme en lo más hondo.

George Church, de la Harvard Medical School, compartió una desmedida cantidad de su tiempo dado lo ocupado que está redefiniendo los mundos de la medicina y la biología. Que alguien le conceda el premio Nobel a este hombre.

Mark Bedau, profesor de Filosofía y Humanidades en el Reed College. Desgraciadamente una buena parte de mi reunión no ha llegado al libro (aunque los fragmentos que sí lo hicieron me parecen de los más importantes). Al ser uno de mis primeros entrevistados, aceptó con calma algunas de mis más ingenuas preguntas, y lo hizo delante de un equipo de grabación con cámaras que me estaba siguiendo por entonces.

Cynthia Breazeal. Cynthia no suele conceder entrevistas cara a cara así que le estoy especialmente agradecido por aceptar reunirse conmigo y presentarme sus robots sociales y las ideas que suscitan. Pero sigo pensando que su laboratorio necesita que lo ordenen. Busque «Leo Robot» en YouTube y déjese asombrar. (Gracias también a Dan Stiehl por mostrarme las cariñosas máquinas). Mientras estaba en el Media Lab también pasé una hora y media fascinante con Bill Mitchell del grupo Smart Cities, un auténtico chico de campo que ahora dirige uno de los laboratorios más interesantes de Estados Unidos. Gracias Bill.

Hod Lipson no podía haber sido más amable, y se ha tomado la molestia de mantenerme informado sobre su trabajo mucho después de que le visitara en la Universidad de Cornell. Su curiosidad sobre la curiosidad es estimulante.

Eric Drexler, como Cynthia Breazeal, me concedió una de las raras entrevistas cara a cara que concede. Además, ha tenido la suma atención de explicarme muchos detalles sobre la nanotecnología en intercambios de largos *e-mails* tras nuestro encuentro. Visite e-drexler.com y encontrará una interesante lectura, incluida la versión *online* de *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology* (que Eric tuvo la amabilidad de dejarme citar profusamente).

El doctor Richard Jones. No tuve ocasión de encontrarme en persona con el profesor de Física de la Universidad de Sheffield, pero, por teléfono y a través de *e-mails*, me proporcionó ideas sobre la profesión de la nanotecnología y sus cismas internos. Su blog www.softmachines.org bien merece una visita.

Stuart Witt, Dick Rutan y Jeff Greason a quienes conocí en el Mojave Space Port fueron todo lo que un escritor podría desear, hombres aventureros, de opiniones contundentes y dispuestos siempre a zamparse un Elk Burger. Gracias también a Xavier Claramunt y a Marc Zaballa-Camprubí, de Galactic Suite, en Barcelona, por los *gin-tonics* y las tres preguntas que importaban (disculpas porque más fragmentos de nuestra charla no superaran la revisión final).

A Vint Cerf debo agradecerle, antes que nada, el ser el cocreador de Internet (no podría haber escrito este libro sin él), pero también el que sea una buena persona en todos los sentidos, además de un entrevistado generoso, y por el buen merlot que compartimos después de nuestra conversación (Vint colecciona vino, «pero solo para beber», me aseguró). Otros empleados de Google a los que debo expresar mi agradecimiento son Dan Reicher por haberme hablado de la eficiencia energética y Peter Norvig, jefe de investigación, por dedicar una hora a tratar de varios temas (nuestra conversación no ha llegado al libro, pero fue un auténtico placer para mí).

Klaus Lackner y Wally Broecker. Conseguir una entrevista con cualquiera de esos dos hombres es complicado, y conseguir que te atiendan ambos al mismo tiempo es como que te toque el premio gordo de los cerebritos. Klaus puede estar ayudando a salvar el planeta. Gracias, Klaus. Wally es una de las personas que nos ha hecho conscientes de esa necesidad. Gracias, Wally.

La buena gente de Konarka. Tracy Wemett me ayudó a valorar la vida (y no solo por las experiencias cercanas a la muerte), nos hicimos amigos en Boston y es un faro de una bondad que deslumbra. Gracias por todo, en especial por los Lucky Luckys. Además, quiero agradecer al consejero delegado de Konarka Rick Hess que me condujera «fuera de la red»; a Larry Weldon, vicepresidente de Fabricación, que me enseñara su empalmadora; al cofundador Howard Berke, que polemizara afablemente (tampoco ha llegado al libro), y a Terri Jordan y Gilles Dennler por comprobar los datos.

Vicki Buck es sin duda una de las personas más generosas de la tierra. Dedicó una semana a presentarme a un montón de personas fascinantes en Nueva Zelanda, y hasta me llevó en avión a Auckland para conocer a Rob Fenwick, Vincent Heeringa y Sam Tobin, ninguno de los cuales pasó al manuscrito aunque todos ellos influyeron en él (estoy sobre todo en deuda con Sam por una gratificante correspondencia por *e-mail*). A través de Vicki conocí también a Nick Gerritsen, el revoltoso bróker del conocimiento (que se convirtió en un generoso corresponsal, mandándome fragmentos de información o ideas sobre el futuro a intervalos regulares), y a Tim Langley, presidente de Carbonscape (que me regaló uno de los momentos más preciados de mi viaje en su barco *Faith*, y de algún modo calmó mi alma).

El dúo de cómicos australiano que forman Tony Lovell y Bruce Ward se tomaron libre una semana entera para enseñarme una revolución agrícola e introducirme en la métrica de las ovejas. Nos lo pasamos en grande y ahora intercambiamos insultos como viejos amigos. Tony dice que se le han ocurrido unas cuantas ideas nuevas para aporrear a un *Pom* que le gustaría

probar en su próximo viaje a Londres, y yo estoy preparado. Gracias a Bruce y a Tony conocí a los granjeros Tim y Karen Wright, a Andrew y Megan Mosely, a Grahame Strong, Ken Haylan y Michael Coughlan, un círculo de genios de la agricultura que compartieron amablemente sus historias conmigo.

El presidente Mohamed Nasheed. Los presidentes son gente ocupada, sobre todo cuando se es el primer líder democráticamente elegido de una nación. Conocer a Nasheed fue un punto culminante, demostrando que casi cualquier cosa es posible, incluso en el más terrible de los momentos. Nos vendrían bien algunos cuantos líderes como él. (También debo mencionar a Mohamed Ziyad, Secretario Ejecutivo de Servicios que, tras decirme en un primer momento que no había «ninguna posibilidad» de conseguir una entrevista con el presidente, ayudó a que no fuera así).

Ray Kurzweil me concedió más tiempo del que un hombre tan ocupado como él posiblemente hubiera querido y me puso al día en exponenciales. Uno no puede decir eso de mucha gente. Si quiere ahondar en la visión del mundo de Ray entonces *The Singularity Is Near* le ayudará durante un par o tres de semanas.

Juan Enríquez fue un modelo de generosidad, tanto intelectual como por presentarme a la buena gente del TED. Puestos a elegir entre los seres humanos evolucionados, Juan es uno de mis preferidos. Su libro *As The Future Catches You* es muy recomendable.

John Seely Brown (gracias a la recomendación de Vint Cerf) me recibió casi inmediatamente. Habló de cultivar la serendipia y ese encuentro, para mí, fue un ejemplo de la misma. Sus ideas me ayudaron a atar muchos cabos de pensamiento. Lea la última obra de la que es coautor, *The Power of Pull*.

A Chris Anderson debería agradecerle que dedicara un tiempo para recibirme entre sus muchas actividades pero más en general que se ocupe del TED. Si no ha visitado TED.com le recomiendo que lo haga y se prepare para recalibrar sus marcos conceptuales. No podía haber esperado a nadie mejor como último entrevistado.

Además de mis entrevistados, también tengo que agradecer a Rodney Brooks y a Stewart Brand por permitirme citar su obra. Lean *Cuerpos y máquinas: de los robots humanos a los hombres robot* y *Whole Earth Discipline*. Disfruté mucho con ambos.

Una de las cosas que descubrí al poco de emprender mi viaje es que la mayoría de las organizaciones solo sobreviven debido a sus administradores. He contraído una gran deuda con todos los que me ayudaron a ponerme en

contacto con mis entrevistados y conseguir las citas. Les aseguro que el MIT se vendría abajo si no fuera por personas como la formidable Polly Guggenheim (del Personal Robotics Lab) y Cynthia Wilkes (del Smart Cities Group). También mi cálido reconocimiento a Yveta Marsarova (de la Harvard Medical School) y Gabriel Terrizzi (de Cornell). Carrie Howell (y un volcán) organizó mi encuentro con John Seely Brown, y Sarah Reed, de Kurzweil Technologies, perseveró con su jefe y finalmente me consiguió una entrevista con Ray Kurzweil en persona. Lisa Goldberg me ayudó a organizar mi cita con Juan Enríquez y me ayudó a localizar algunas direcciones de *e-mail* importantes.

Los relaciones públicas profesionales son calumniados con frecuencia, pero uno bueno es como un trago de agua dulce para un escritor empeñado en compaginar horarios de viajes, plazos personales y las necesidades de su investigación. Gracias por tanto a Felicia Spagnoli de Joule Biotechnologies por ponerme en contacto con John Ward (el vicepresidente de producción senior de Joule) y, al hacerlo, confirmar que la idea de una gasolinera neutra en carbono que extrae su materia prima el cielo no es un disparate. Paul Roberts me llevó a un consejo de ministros submarino en la Maldivas y siempre le estaré agradecido. Laura Galloway, de Galloway PR, organizó mi reunión con Chris Anderson en el TED, me ayudó con las autorizaciones para citar numerosas charlas del TED, me llevó a cenar y sigue siendo generosa, servicial y estimulante. A ella también le debo un cóctel la próxima vez que vaya a Nueva York. Rachel Nagler, de Rubenstein PR, organizó que 23andMe procesara mi perfil genético. Rachel Whetstone, Anthony House y Carla LaFever (todos de Google) formaron una procesión que me llevó a Vint Cerf, y Nikki Fenwick y Aya Okuma me ayudaron a cerrar los detalles con Dan Reicher.

He hecho un par de nuevos amigos en mis viajes (y he vuelto a conectar con algunos viejos). Personas amables me ayudaron a encontrar alojamiento, comida y agua y/o me acogieron en sus hogares. En Christchurch, Jane Ellis me invitó a cenar con su familia. En Auckland, Anna y Robert Booy me recibieron a gran altitud. En Nueva York, Adrian Musaka me proporcionó una hilarante compañía y me encontró un apartamento (¡ponte ya detrás de un micro!). En California, Karen Carney y su novio Bruce me dieron alojamiento y buena compañía. Como también lo hicieron Arthur Gleckner y Kristine Kelly. Me tropecé con Arthur y Kristine en Boston, más tarde en Sídney y finalmente, cuando se dieron cuenta de que no los estaba persiguiendo por todo el mundo me ofrecieron generosamente su habitación libre mientras yo

me enrollaba (intelectualmente, entiéndanme) con Eric Drexler. Arthur, que trabaja para Google, también me ayudó a que las cosas me resultaran más fáciles en el Googleplex. Sonu y Eva Shivdasani me acogieron generosamente en el *resort* Senova Fushi en las Maldivas, y mientras estuve allí Anke Hofmeister, Sophy Williams, Hannan y Alan Thomas y su esposa hicieron que me sintiera increíblemente bienvenido. (El contemplar las estrellas con Alan fue uno de los mejores momentos de mi viaje). Durante el tiempo que pasé en Soneva Fushi, Harald Willenbrock y Peter Rigaud hicieron la cantidad justa de travesuras. Gracias también a Per Jensnaes, jefe de las sociedades de la Federación Internacional de la Cruz Roja y la Media Luna Roja en las Maldivas, que me invitó a comer en la capital Malé, y a Shahid, del Antique and Style Souvenir Market, que se tomó una tarde libre para compartir conmigo sus opiniones sobre la lucha por la democracia. En Sídney, Renate Ruge me ayudó a encontrar la calma y Christine Axton sacó de paseo algunos fantasmas mientras seguía centelleando como la estrella más brillante. Una mención especial merece mi amigo el neurocientífico Colin O'Carroll por Las Vegas, Nueva York y todas las charlas. Eres un héroe.

Un verdadero ejército de otras personas me ayudó con partes de la investigación, entre ellas Malcolm Bacchus, que me lo contó todo sobre la estación de telégrafo óptico en el parque de mi barrio (y me invitó a una cerveza mientras lo hacía); Phillip B. Stark, del Departamento de Estadística de la Universidad de California, que me puso al día sobre las estadísticas del porno en Internet; y el doctor Anthony McCann de la Universidad del Ulster que me hizo algunas interesantes sugerencias sobre la guerra, la paz y la interconectividad. Jim Aach fue tremendamente generoso al tratar de la energía nuclear (¡y siento mucho que eso no llegara al libro, Jim!). La novela de Jim *Rad Decision* es un *thriller* absorbente que se desarrolla en la industria nuclear. Por razones similares, tampoco aparecen en el libro Stephen Aguilar-Milan (que fue la primera persona que aceptó reunirse conmigo y me preparó y estimuló para el futuro) ni Tim Tully, de Dart Neuroscience (gracias por la historia de los perros de Pavlov, Tim).

Mi sincera gratitud al doctor Emmanuel Skordalakes, profesor asistente de Gene Expression an Regulation en el Wistar Institute (y casualmente mi casero), por revisar los capítulos relativos a la biología sintética y la genética, así como por pagar una cocina nueva. También debo mencionar a los brillantes ensayistas Robert Kunzig, Bob Henson y Chris Goodall por revisar los capítulos sobre el cambio climático y la energía solar. El libro de Robert, escrito con Wally Broecker, *Fixing-Climate* es una historia de lectura

obligada sobre la ciencia del clima; la *Rough Guide to Climate Change*, de Bob Henson, es ciertamente magnífica y *Ten Technologies to Save the Planet*, de Chris Goodall, lo deberían de leer, bueno, casi todos. Martin Birchall, profesor de Laringología también revisó el fragmento sobre Claudia Castillo y merece mi agradecimiento no solo por eso sino por ser el primero en estudiar nuevas terapias con células madre.

Pude intercalar algunas actuaciones con mis monólogos durante mis viajes y querría agradecerle especialmente a Jon de Motley's Comedy, en Boston, a Rick Jenkins de The Comedy Studio, en Harvard, y a Darren Sanders de The Laugh Garage, en Sídney, por incluir al extranjero en el cartel, y por ser oasis de compañía y tequila en un largo viaje.

Durante gran parte del tiempo que pasé escribiendo este libro tuve una muñeca rota (que, como pueden imaginar, no es lo más cómodo para un escritor). Sin embargo, gracias al doctor Mark Philips y a sus colegas del King College Hospital de Londres, me recuperé sin necesidad de cirugía. Mark, es hora de tomarnos esa pinta que te debo.

Gracias también a Peter Schöni por la mezcla digna de un genio del cóctel «Optimist»; a la brillantemente bautizada Susannah y Ya'Acov Darling Khan por guardar la grabación; a Greg Atkins, Tom Keeling y Natalie Spanier por su fe y apoyo (¡pasaré!); a Meredith McDonough por ser un George; a Tony Kensington por las encantadoras figura(s); a Lucy, Andrew y Abigail Billen por acabar el primer capítulo; a mis padres por el genoma y a mi familia por no permitir nunca que me lo crea; a Imran Yasin por vivir una vida estimulante; a Hannah Williams por creer y perseverar (significó mucho y no hace tanto); y a René Hen, director de la División de Neurociencia Integradora de la Columbia, por la historia sobre las setas.

Por último, debo mencionar a Taragh Bissett, Nikki Roswell, Paul Milnes, Holger Emrich, Duncan Brown, Rebecca Suffling y Anouchka Grose por su amistad cuando importaba. A Kat Arney por ayudarme a encontrar el Golem, a Jon Collins por el consejo progresista, al estimulante Andy Ross por su perspicacia y ánimos, y finalmente un agradecimiento teatral matizado de comedia a Jack Milner por sacar las sillas y ponerme en marcha. Jack, tú sí que vales.

Si me he olvidado de alguien (y seguro que me he olvidado), mis disculpas, pero fue un largo viaje y conocí a un montón de gente.

Yo invito.



Mark Stevenson (Gran Bretaña, 1971) es un escritor, cómico, hombre de negocios y ex-músico profesional británico establecido en Londres. Se gradúa en la Universidad de Salford en 1992 en Tecnología de la información.

Stevenson es fundador de Flow Associates, agencia de aprendizaje cultural y jefe en ReAgency, agencia de comunicación científica. Es miembro de la Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures & Commerce.

Su salto a la fama ha ocurrido al lanzar una nueva organización para promover los ideales del pragmatismo y soluciones basadas en el optimismo que aparecen en su libro. La Liga de Optimistas Pragmáticos (LOPO) comenzó a rodar en Londres a finales de 2011 y poco a poco a abierto sedes en otras ciudades como Geneva, Glasgow, Madrid, Oxford, Singapur, Sydney, Boston y New York. En España, aparte del Club de Madrid, se han abierto los Clubs de Barcelona, Valencia y Zaragoza.

Notas

[*] Dado el origen abrumadoramente anglosajón de los organismos, instituciones y empresas, así como de los artículos mencionados en el libro se ha optado por añadir detrás de la referencia en inglés la traducción al castellano [entre corchetes] de los nombres y títulos de aquellos que no sean fácilmente reconocibles o presenten alguna peculiaridad. Un criterio similar se ha aplicado en los términos de vocabulario técnico y neologismos cuya traducción castellana no está fijada o resulta ambigua. [*N. del T.*] <<

[1] Una interesante coda a la historia de Claudia es que estuvo a punto de que no pudieran operarla. Con un plazo límite de dieciséis horas para que las células cultivadas en el laboratorio llegaran a su destino, el equipo de Bristol reservó plaza en el único vuelo directo Bristol-Barcelona, de la compañía EasyJet. Pese a haber llegado a un acuerdo con la compañía con varios meses de antelación para que el estudiante Philip Jungerbluth pudiera llevar las células de Claudia como equipaje de mano, el personal del mostrador de facturación se negó categóricamente a que el material subiera al avión, remitiéndose a la normativa de seguridad «antiterrorista». Poco faltó para que la policía armada detuviera al profesor Martin Birchall al protestar en vano contra el rostro uniformado de naranja de la compañía aérea de bajo coste. ¿La solución? Un amigo de Philip (piloto) y 11 000 euros del bolsillo del propio Birchall para alquilar un vuelo privado. <<

[2] La *E. coli*, según parece, es una familia de bacterias que sirve como una especie de caballo de tiro en la genética. Eso se debe a que tienen una dotación genética «sencilla» y por tanto resulta fácil jugar con ella. Pese a la mala reputación que tienen las bacterias a causa de algunas ovejas negras en la familia, se trata por lo general de unos bichitos benignos. En este momento tiene un montón de ellas en su intestino generando vitamina K2 (una vitamina que también se encuentra en grandes cantidades en verduras supersaludables como las espinacas). <<

[3] El acercamiento de ProtoLife a la vida sintética es diferente al modelo de Harvard. Aunque George está fabricando componentes celulares artificiales, utiliza la plantilla de la naturaleza. ProtoLife aborda el problema desde un punto de vista de «primeros principios», que viene a decir algo así como: «Muy bien, vamos a crear vida: esta tiene un contenedor, tiene un código, tiene un metabolismo, pero no tiene por qué basarse necesariamente en el ADN o las proteínas o lo demás». <<

[†] Aficionado, más o menos obsesivo, a la informática y la tecnología. Ha perdido el matiz peyorativo que pudiera haber tenido. *[N. del T.] <<*

[‡] Neologismo compuesto de *misunderstand* [malinterpretar, entender mal] y *underestimate* [subestimar, menospreciar], aunque acuñado a finales del siglo XIX, saltó a la fama gracias a su uso involuntario por parte del expresidente George W. Bush. Durante su presidencia, Bush exhibió tales carencias en el dominio del idioma que puso nombre a todo un género de pifias lingüísticas, los «*bushismos*». [N. del T.] <<

[4] Cien billones es una cifra como esta: 100 000 000 000 000. Moravec cree que nuestros cerebros realizan este número de cálculos discretos por segundo. Como Joey dijo en *Friends* señalándose la cabeza: «Esto no es solo un perchero». <<

[5] Cynthia dice que Minsky «no entiende lo importante» al «centrarse exclusivamente en los aspectos internos de la emoción y no en los interpersonales, y al usar la emoción humana a modo de patrón oro. Los dueños de perros no dicen que las emociones de sus animales sean un “truco” o “falsas”, aunque no sean emociones humanas». En un viaje de vuelta a Boston para ver a Ray Kurzweil, me paso por el laboratorio de Personal Robots y veo su último robot social, Nexi, en acción. En sintonía con la atención del laboratorio a las relaciones entre humanos y robots, Nexi está interactuando con un niño que todavía no ha cumplido los ocho años que observa cautivado cómo ella sigue como un humano sus movimientos mientras él baila delante. A pesar de estar modelada con plástico blanco, la cara de Nexi expresa una gama entera de emociones: sus grandes ojos parpadean, sus «cejas» de plástico blanco se mueven, su boca cambia de una expresión de aburrimiento, con la mandíbula caída (cuando no pasa gran cosa delante de ella), a otra de interés, con los labios apretados (si el niño está activo), o a la de irritación (si se le acerca demasiado). Es asombroso lo rápido que tanto el niño como los que estamos mirando aceptamos a Nexi como algo vivo y de alguna manera *sentiente*. <<

[6] En 2009, Eigler comentó: «Era algo más que un truco publicitario. Para mí, emocionalmente, era mucho más importante. Puede que suene sensiblero, pero es la verdad. IBM me sacó del montón de mediocridad que hay en la ciencia y me dio todas las oportunidades que podría desear un científico para tener éxito. Por lo que a mí respectaba, era el momento de devolver el favor».

<<

[7] Cuando Berners-Lee escribió un informe en el que sugería un «sistema de hipertexto distribuido» a su jefe, se le devolvió con las palabras «impreciso pero emocionante» escrito en la portada. «Dieciocho meses más tarde mi jefe dijo que podía hacerlo como un aparte de mi trabajo, a modo de proyecto de prueba», recuerda. Aquel «sistema de hipertexto» se convirtió en la Web. <<

[8] Nada es sencillo en la ciencia del clima. Algunas nubes calientan de hecho el planeta, en especial las más altas y finas. Son las bajas y gruesas las que reflejan la radiación solar. Inevitablemente, los climatólogos discuten sobre cómo la ratio entre nubes «que calientan» y nubes «que enfrían» variará con el calentamiento global. <<

[9] En realidad es bastante fácil demostrar el efecto de calentamiento del CO₂ con unos tubos de ensayo, algunos tapones, un par de termómetros e ingredientes que se encuentran en cualquier cocina. Usted puede producir su propio CO₂ añadiendo algún ácido (pongamos, zumo de limón o vinagre) a bicarbonato de soda. Una vez ha preparado el CO₂ añádalo a un poco de aire en un tubo de ensayo y ciérrelo rápidamente. Seguidamente selle otro tubo sin añadir CO₂ y saque ambos tubos al sol durante veinte minutos. Mida la temperatura de cada uno. *Voilà!* Uno está más caliente que el otro. <<

[8] «Cosas sabidas que sabemos»: primera frase de una famosa declaración del Secretario de Defensa de EE. UU Donald Rumsfeld en febrero de 2002 para justificar la guerra de Irak. A modo de involuntario trabalenguas, venía a decir que no hacía falta saber algo para saberlo (se refería a las supuestas relaciones de Saddam Hussein con Al-Qaeda): «Hay cosas sabidas que sabemos. Hay cosas que sabemos que sabemos. También sabemos que hay cosas sabidas que no sabemos; es decir, sabemos que hay cosas que no sabemos...». (*sic*) [*N. del T.*] <<

[10] Wally comenta: «Eso apareció en un artículo que escribí para *Science* en 1975. Era el título así que supongo que con una simple búsqueda por ordenador puede encontrarse; no sé si es verdad que yo fui el primero, pero ciertamente no utilicé las palabras con la intención de acuñar nada, sencillamente sucedió que era lo que había que decir». <<

[11] Las superficies parabólicas tienen la forma adecuada para recoger la energía de una fuente distante y concentrarla en un punto. Esos grandes radiotelescopios las utilizan para recoger y concentrar ondas de radio del cosmos. Dado que los principios de reflexión funcionan en ambos sentidos, también pueden utilizarse superficies parabólicas para proyectar la energía desde su punto focal hacia delante, que es como funcionan los faros de los coches. <<

[12] Comparar el coste de la energía producida por diferentes tecnologías solares es difícil. A los fabricantes les gusta citar «tasas de eficiencia», pero eso no sirve de mucho. Que una célula solar se considere como «eficiente al 10 %» no significa que siempre transforme el 10 % de la luz del sol que incide sobre ella en electricidad. Una célula podría ser «eficiente al 10 %» bajo una luz solar intensa pero no generar nada con una luz menor. Algunas células no pueden utilizar la luz que les llega en ángulos muy inclinados (por la mañana temprano o cuando el sol se pone). Además, una vez las células de silicio se calientan por encima de cierta temperatura, su eficiencia cae en picado. Por el contrario, ciertas tecnologías de película delgada muestran una eficiencia *mejorada* a mayores temperaturas. En conjunto esto significa que una célula de menor eficiencia puede generar más electricidad con el tiempo.

<<

[13] También se está aplicando la nanotecnología a la mejora de la red. Investigadores de la Universidad de Rice, en Houston, estudian formas de utilizar nanotubos de carbono superconductores para acabar con las pérdidas de energía durante la transmisión. El proyecto, iniciado en 2001 por Richard Smalley, antiguo contrincante de Eric Drexler, ha creado nanotubos de carbono de cientos de metros de largo pero de solo cincuenta milésimas partes de milímetro de grosor. Sin embargo, hasta el momento no hay forma de producir en masa el tipo apropiado de nanotubos, aunque lo están investigando. <<

[**] Principio de la conocida canción de los Beatles de 1969: «Aquí viene el sol... y yo digo “pues qué bien”». [*N. del T.*] <<

[††] Apelativo despectivo con el que australianos y neozelandeses se refieren a los británicos. *[N. del T.] <<*

[14] El producto tenía al principio ambiciones un poco más elevadas. La idea nació durante un viaje para esquiar a las montañas de Nueva Gales del Sur. Glen Krummel y su hermano Leon vieron cómo su amigo Jim, que había perdido un brazo en un accidente años antes, se esforzaba por mantener la mano caliente y la cerveza fría a la vez. Así nació el StubbyGlove, y en cuanto los amigos empezaron a utilizarlo, los dueños de los bares les pidieron guantes con publicidad de marcas de cerveza. Han vendido más de cien mil.
<<