

Giulia Enders

autora de *La digestión es la cuestión*



**Tu cuerpo
tiene las
respuestas**

Un organismo en equilibrio
para una vida más sana

GIULIA ENDERS

TU CUERPO TIENE
LAS RESPUESTAS

*Un organismo en equilibrio
para una vida más sana*

Índice

Tu cuerpo tiene las respuestas: El principio	13
1 Una necesidad básica: Los pulmones	19
<i>Ilustración de Jill Enders</i>	
El consejo de Cansadita	21
Los pulmones y el aire	24
La materia que necesitamos	29
Radicales de oxígeno	34
Una pequeña digresión acerca del equilibrio de la vida . .	40
La regulación de la respiración	41
<i>Técnicas de respiración</i>	46
<i>Respiración disfuncional</i>	52
La contaminación atmosférica: los elementos indeseados	56
<i>Dióxido de nitrógeno y PFAS: un peligro que puede llegar hasta nuestra sangre</i>	62
¿Qué harían los pulmones ahora?	69
Política, valores máximos y ventilación: proteger nuestras necesidades	71

2	Seguridad: El sistema inmunitario	85
	<i>Ilustración de Jill Enders</i>	
	La casa de Bill	87
	El sistema de la seguridad	91
	¿Qué son los virus y las bacterias?.	97
	Patógenos: ¿qué es «lo malo»?	103
	Enfermar: el lado desagradable de la seguridad.	113
	<i>Los medicamentos contra el resfriado</i>	
	<i>y el equilibrio del herpes</i>	120
	Cuando el miedo del sistema inmunitario es desmedido:	
	las alergias.	124
	<i>Desensibilización</i>	129
	Las destructivas dudas del sistema inmunitario:	
	las enfermedades autoinmunes	131
	¿Fortalecer el sistema inmunitario?.	138
	Las vacunas	144
3	Relaciones: La piel	153
	<i>Ilustración de Jill Enders</i>	
	La muerte de Hedi.	155
	Las generaciones de la epidermis	159
	La sanación de las heridas	164
	Las conexiones de la dermis.	168
	El antienvjecimiento y el sol.	173
	<i>La protección solar para aquellas zonas de la piel</i>	
	<i>que no puedan protegerse de otra manera</i>	180
	El tacto	185
4	Fuerza y acción: Los músculos	197
	<i>Ilustración de Jill Enders</i>	
	Los brazos de Anette	199
	Tres formas de correr.	203

La carrera de la vida	207
La clasificación de los músculos	210
¿De dónde viene la fuerza?	217
Distensión y tensión	223
Rendimiento	231
El deporte	239
<i>¿Ayuda el deporte a adelgazar?</i>	241
<i>¿Cómo actúa el deporte?</i>	245
<i>Los efectos irremplazables del deporte</i>	249
5 Pensar y ser: El cerebro	255
<i>Ilustración de Jill Enders</i>	
Jill y Giulia	257
La eminencia gris	261
El sueño	269
<i>Conciliar el sueño</i>	270
<i>Sueño ligero, mediano y profundo</i>	273
<i>El sueño REM</i>	280
<i>Despertar</i>	285
<i>Dormir mal</i>	286
<i>Consejos para dormir mejor</i>	290
<i>Somníferos</i>	296
Conocimiento y emoción	299
Motivación y recompensa	314
<i>Cómo ayudar a las células del sistema</i> <i>de recompensa</i>	322
Adicciones	326
<i>Caminos para salir de la adicción</i>	336
Querido cerebro:	343
Principales fuentes	351
Agradecimientos	381

Tu cuerpo tiene las respuestas

El principio

Siempre he concentrado todo mi entusiasmo en un único órgano: el intestino. Ya de adolescente anhelaba saberlo todo sobre él y, a menudo, mientras estaba estudiando, solo me sacudía el sueño en el momento en que su nombre aparecía en mis libros. A la edad de veintitrés años escribí incluso una obra acerca del intestino que, contra todo pronóstico, se convirtió en un gran éxito de ventas.

Así pues —pensé entonces—, mi futuro estaba claro: buscaría un hospital que trabajase fundamentalmente en el área «tubo digestivo» y empezaría en él mi especialización. Sin embargo, pronto me di de bruces con la realidad: hasta ese momento había creído que para convertirme en una buena médica bastaría con que conociera a fondo la ciencia del intestino. Pronto descubrí que aquella convicción mía era absurda.

Traté a una paciente que después de haber perdido a su bebé padecía de dolores de vientre y se sentía acomplejada por no haber recuperado la línea lo bastante rápido. Atendí a un trabajador por turnos al que sus continuos cambios de horario le habían alterado por completo la digestión. Una jubilada que tomaba una lista interminable de medicamentos se quejaba de

«náuseas difusas» y una persona que se dedicaba al mundo de la política sufría unas molestas diarreas que, como acabamos averiguando después, estaban provocadas por las sustancias estimulantes que ingería para conseguir el vigor con el que atender todos sus compromisos.

Cuando, cierta tarde, un empresario de la construcción con aspecto de oso me confesó que con frecuencia se sentía nervioso y angustiado, en un instante de pérdida del control sobre mí misma se me escapó: «¡Sí, eso le pasa a muchísima gente!». No lo dije con la intención de restar importancia a su sufrimiento; sencillamente, me sentí sorprendida —igual que él en ese momento— ante aquella constatación.

Evidentemente, podía proporcionar remedios a esas personas (recetarles algún medicamento, ir probando con diferentes opciones, aliviar sus molestias), pero tampoco me parecía que aquello fuera una solución real para sus problemas. En mi interior se fue abriendo paso una punzante insatisfacción. Me daba cuenta de lo mucho que sufren los seres humanos por no poder funcionar como una máquina, por no tener el aspecto de una muñeca... y lo doloroso que les resulta estar solos o tristes.

No tenía palabras para explicar algo que con el tiempo se me fue haciendo más y más palpable. Lidiaba con órganos enfermos al menos con la misma frecuencia con la que lidiaba con una época extraña.

Cuando llevaba ya un par de años trabajando, mi abuela murió súbitamente. Era una de las personas más importantes de mi vida. Sin embargo, en los primeros tiempos tras su fallecimiento no sentí nada. Absolutamente nada. Cada día me levantaba, acudía a mi puesto de trabajo y, al llegar la noche,

me acostaba. Incluso mi miedo a la oscuridad había desaparecido. «Si no permitimos que afloren emociones como la tristeza, acabamos postergándolas y alimentándolas». Más o menos estas eran las palabras que anoté en cierta conferencia de psicología a la que asistí. Ahora me tocaba reflexionar sobre aquella frase. Pero no me sirvió de nada. ¿Qué me estaba pasando?

Un tiempo después, me encontraba sentada ante mi escritorio, a la luz del sol, leyendo un texto sobre medicina en el que se hablaba de las heridas. De repente, se me saltaron las lágrimas. Tuve la impresión de que la piel entendía qué significa perder a alguien. Estar herido, quedarse repentinamente sin tejidos, experimentar la reacción inicial del *shock*. Y entonces ocurrió al fin lo que hasta ese momento no me había permitido que ocurriera: pude estar triste. Para saber cómo superar aquel trance me guie por el procedimiento que sigue la piel para restañar sus heridas. Una mirada sobre el cuerpo me ayudó a ser humana.

Aquella experiencia me dio que pensar. Vivimos en un mundo ruidoso y exigente. Desde fuera nos bombardean constantemente con información: qué se supone que tendríamos que lograr, cómo podríamos vivir, qué aspecto deberíamos tener o cómo deberíamos sentirnos..., pese a que, por lo general, ni siquiera sabemos qué somos aquí y ahora.

¿Podría el conocimiento acerca de nuestro cuerpo convertirse en un contrapeso frente a lo que observaba en el hospital y dentro de mí? ¿Adoptar una perspectiva corporal nos ayudaría algo, aunque solo fuese un poco, a proteger lo humano frente a la vorágine de la modernidad?

Si nos fijamos bien, nos daremos cuenta de que muchos

de los términos que se emplean en el ámbito de la tecnología, la economía o incluso la guerra guardan relación con nuestro cuerpo y viceversa. Comparamos el cerebro con un ordenador, afirmamos que nuestro sistema inmunitario «envía sus defensas» para «atacar a los invasores», en el deporte mejoramos la «eficiencia» del entrenamiento mediante un «régimen de *fitness*» y, en general, consideramos que no invertir lo suficiente en la propia salud «nos pasará factura» más adelante. Es evidente que los temas de los que se habla en el mundo moldean nuestra manera de vernos, pero ¿qué pasa con nosotros, en el fondo? ¿Acaso no sucede con más frecuencia lo contrario, es decir, que el cuerpo determina lo que pensamos acerca de la vida laboral o de nuestra convivencia social?

Dedicarme a esta hipótesis se convirtió en un *hobby*. Volví a plantear preguntas al mundo, leí diferentes libros especializados acerca de nuestra vida interior... Los recientes estudios sobre los pulmones me ayudaron a replantearme mis necesidades básicas. La manera en la que se sostiene el cuerpo, aquello que precisa y el modo en que aborda lo indeseado se han convertido en un modelo para mí. Sumergirme en la investigación inmunológica actual me ha ayudado a cambiar mi opinión acerca de lo que de verdad es importante para mi seguridad. La piel me ha proporcionado una nueva perspectiva de las relaciones: de las heridas, de la sanación, del contacto y de las fronteras. ¿Y quién habría dicho que los músculos pueden sugerirnos una visión tan particular de la potencia y la fuerza? Siempre hay un órgano adecuado para las necesidades más importantes del ser humano.

La manera en la que el cuerpo resuelve sus problemas es fascinante. Me ha inspirado una y otra vez para mi propia vida

y me ha hecho sentir como si de repente estuviera en una heladería, aunque no llena de helados, sino de respuestas.

Entender el cuerpo no solo sirve para prevenir enfermedades. Nuestros órganos también desempeñan un papel crucial en eso que denominamos «ser nosotros mismos». Influyen en cuestiones fundamentales, como, por ejemplo: ¿qué necesitamos realmente? ¿Cómo nos enfrentamos a las amenazas? ¿De qué modo queremos tratarnos los unos a los otros? O, incluso, ¿qué podemos conseguir y de qué modo? Si entendemos mejor las respuestas que nos da nuestro organismo, seremos capaces de llevar una vida más armoniosa.

El cuerpo rara vez marca la agenda pública, salvo cuando aparecen enfermedades y pandemias. Además, algunas de las cosas que creemos saber sobre él ya han quedado bastante desfasadas. Por ejemplo, en los últimos veinte años la investigación acerca del sistema inmunitario ha demostrado que nuestra seguridad no solo consiste en «defenderse de lo malo». Y quien entiende por qué es así se dará cuenta, de hecho, de que este obsoleto principio resulta un tanto torpe, incluso cuando lo aplicamos en nuestra vida cotidiana... Y este es solo un ejemplo de entre muchos.

Lo que expongo en este libro se basa en la ciencia, pero también tiene algo de personal. Por ejemplo, siempre había pensado que los pulmones son unos órganos más bien pasivos y blandengues, hasta el día en que me di cuenta de que me recordaban a mi bisabuela, una mujer blanda y a veces incluso pasiva, sí, pero que ejerció una enorme influencia en todas las personas que llegamos después de ella. Mi bisabuela sentó las bases, como lo hacen también los pulmones y la respiración.

En lugar de anotar estas reflexiones personales exclusiva-

mente para mí (como pensé hacer en un principio), me he permitido añadirlas al inicio de cada capítulo, porque revelan algo: mis palabras están marcadas por la forma en la que he crecido y por mi manera de ver el mundo. Y también la investigación y las personas que trabajan en la ciencia llevan esa marca. Eso no significa que las ideas o los hallazgos científicos sean erróneos o subjetivos, sino que la vía por la que llegamos a ellos puede ser un camino personal.

Aprender *de* mi cuerpo y no solo *sobre* mi cuerpo me ha transformado. Ahora observo lo humano con un nuevo respeto. Las «emociones improductivas», los límites corporales o la redefinición del concepto de poder ya no me parecen cuestiones insólitas o débiles, sino aspectos cuya lógica me resulta más cercana. En este tiempo he llegado a la conclusión de que, del mismo modo que reconocer quiénes somos forma parte del proceso por el que nos convertimos en adultos, comprender *qué* somos es un elemento fundamental del proceso por el que nos convertimos en humanos. Y también tenemos que comprender qué necesitamos. Porque, por muy ruidoso que sea el mundo a nuestro alrededor y por mucho que se base en clics y en meras combinaciones de ceros y unos, nada de eso cambia lo que hay en nuestro interior: seguimos siendo seres orgánicos. Unidos a través de fibras, entretrejemos las capacidades de los órganos para formar una singular vitalidad. Nos reinventamos constantemente, nos transformamos y, al mismo tiempo, seguimos siendo seres de millones de años de antigüedad.

Hay una voz que nos recuerda todo esto. Hablar su idioma nos permite ser habitantes primigenios de nuestro yo: lo orgánico.

1

Una necesidad básica

Los pulmones

El consejo de Cansadita

Mi bisabuela tenía un apodo: Cansadita. En realidad se llamaba Hewig, pero este nombre no reflejaba una parte esencial de su personalidad: dos estados de ánimo se extendían, como tentáculos, a través de su vida. Mi bisabuelo se refería a ellos como el modo «activo» y el modo «inactivo». La familia de Cansadita era originaria de la región alemana del Palatinado y regentaba un vivero. Su padre era un hombre dulce y sin el menor sentido de los negocios. A menudo se tumbaba, melancólico, en el prado y se dedicaba a contemplar las plantas. Su madre, en cambio, era una mujer llena de energía, que no dudaba en subirse a un caballo y cabalgar en busca del alcalde o del director del banco cuando había que tratar algún asunto. Antes de emprender una negociación, se hacía un moño y se ponía un sombrero; un ritual que anunciaba a los presentes cuál era su nivel de energía. Mi bisabuela aunaba esas dos facetas en su interior. Era como la respiración que viene y se va: activa e inactiva, despierta y «cansadita».

Para ella, en este mundo solo se podía confiar en una cosa: la naturaleza. Era el ancla a la que podía sujetar su alma y que le permitía recuperarla cada vez que lo necesitaba. Todo

lo demás pasaba junto a ella como una fugaz estela. De joven, en los locos años veinte, se mudó junto con su marido a Berlín, donde solía acudir a encuentros de mujeres, a clubes de yoga (por aquel entonces toda una novedad) o a reuniones sobre astrología, y cenaba con importantes personajes del mundo de la política. Su agradable autenticidad encajaba muy bien en aquellos círculos.

Cuando los nazis accedieron al poder, muchas cosas cambiaron. Mi bisabuela lo dejó todo y regresó en bicicleta a casa de su familia, en el Palatinado. A su llegada descubrió que los árboles de siempre seguían allí y que el sol aún brillaba. Su padre estaba tumbado en el prado, suspirando y contemplando las margaritas. En realidad todo estaba como siempre, pero, al mismo tiempo, era completamente distinto. A partir de aquel momento, y durante el resto de su vida, mi bisabuela no volvió a sentir ningún respeto particular por la política, las ideologías, las personas poderosas o las tendencias. Centró su interés en sus seres queridos, en los bosques y, sobre todo, en las puestas de sol, a las que asistía cada tarde desde el porche de su casa.

Quien no conozca nada más de la vida de mi bisabuela tal vez pensará que no era una persona relevante. Para el mundo exterior nunca fue nada más que «la esposa» de un hombre, en concreto de un popular jurista. Era una mujer menuda, daba rápidamente su brazo a torcer y tenía un rostro delicado y unos ojos bondadosos. Sin embargo, cuanto más pienso en ella, más importante me parece. Nos transmitió algo que aún hoy sobrevive: su dulzura, sus pequeñas enseñanzas, sus ingeniosos dichos y una eterna curiosidad... Años después, todo eso sigue conservándose intacto y vive aún en nuestro interior. Hoy recorro con los dedos el collar que antaño le colgó del cuello. Aunque nunca llegué a conocer a mi bisabuela, me



siento unida a ella. Cuando el cansancio me invade y me enfado con el mundo, recuerdo el consejo que dio en su momento a sus hijas: «Quien tiene sed bebe. Quien tiene dificultades respira».

Si me descubro rumiando y me siento cansada, respiro, y cada respiración me alivia más y más. Pronto lo consigo: el pecho se abre, la cabeza se libera. Es lo que ha ocurrido también esta tarde. Estoy tumbada en el prado del antiguo vivero, al sol. Me duermo, aliviada, y por fin empiezo a entender el verdadero significado del consejo de mi bisabuela.

Los pulmones y el aire

Cada día recibimos veinte mil veces aquello que necesitamos. Respirar es nuestra necesidad más importante. Un minuto sin respiración y nuestra demanda de oxígeno supera incluso a la sed que podemos sentir después de una caminata de varias horas. Hasta una persona completamente deshidratada que recibe al fin agua tendrá que dejar de beber en un momento dado para tomar aire. En la jerarquía del cuerpo, la respiración ocupa el primer puesto.

Y, sin embargo, a primera vista el órgano que nos permite realizar esta operación crucial no parece especialmente impresionante. Los pulmones no son robustos, ni fuertes, ni autónomos. Sin la ayuda de otras partes del cuerpo (como, por ejemplo, las costillas), en lugar de ocupar toda la caja torácica se encogerían inmediatamente hasta quedar reducidos

al tamaño de un puño y adquirirían el aspecto de dos estropajos demasiado usados. Pero ni siquiera cuando están bien hinchados resultan muy intimidantes que digamos. Si alguien los presionase agresivamente con un dedo, apenas crepitarían levemente. Su tejido cedería sin oponer resistencia y tendríamos la impresión de hallarnos ante un montón de espuma que se desmorona. Si esperabas que tras la necesidad más básica del ser humano hubiese un órgano de lo más imponente, te equivocabas.

Los pulmones son tiernos. Se adaptan constantemente a su entorno. Por eso cuando se encuentran en un estado normal conservan en su superficie las marcas de las costillas, del corazón y del esófago. Ni siquiera son capaces de iniciar por sí mismos los movimientos de la respiración: en realidad, siguen a los músculos de la caja torácica y del diafragma. Sin embargo, en esta indiscutible pasividad y ductibilidad, los pulmones poseen una de las características más eficaces que existen en nuestro planeta: el discreto poder de la ternura.

En cada aliento, los pulmones se adaptan a su entorno. Si los miramos con atención, reconoceremos su blando refinamiento: cuando inspiramos, el flujo de aire penetra tan hábilmente en sus fibras que estas se despliegan a su paso como velas, lo que permite que se abran las vías respiratorias. En el cuello, la tráquea se expande unos milímetros. A continuación, los bronquios del pulmón derecho y del izquierdo se dilatan y, al hacerlo, arrastran en su movimiento a las vías aéreas más menudas de las zonas limítrofes. La expansión se produce sin esfuerzo, gracias a una óptima estructura de apoyos. ¿Órganos pasivos? Tal vez, pero no ineficaces. La inspiración nos resulta mucho más sencilla gracias a su vela de aire. Para

espirar, las fibras elásticas deben encogerse hasta regresar a su posición inicial, como si fuesen bandas de goma. A través de esta armoniosa interacción, nuestros músculos pueden repetir sus movimientos respiratorios miles de veces al día sin agotarse. Solo con una ternura inteligente se puede alcanzar semejante potencia.

Además, con su estructura ramificada, los pulmones remedian un inconveniente que sufrimos todos los seres deseantes: casi nunca recibimos *exactamente* aquello que anhelamos. Así, por lo general, el aire que aspiramos está demasiado frío o carece de la humedad necesaria o trae consigo esta o aquella impureza. Por eso a lo largo de su evolución los pulmones han ido perfeccionando su arquitectura. A partir de la tráquea, las vías respiratorias se dividen veintidós veces. La primera bifurcación se produce en el pulmón derecho y en el izquierdo, en un punto situado aproximadamente cinco centímetros por debajo del cuello. Después llegarán como mínimo otras veintuna bifurcaciones más por cada pulmón. La forma a la que da lugar esta ramificación se conoce en el ámbito de la anatomía como el *arbor bronchialis*: el árbol bronquial. El aire que circula a través de él recorre una red de unos dos mil cuatrocientos kilómetros de longitud en total. Por el camino se limpia, se humedece y se calienta. Ese proceso, junto con el trabajo previo del vello nasal y de la garganta, convierten al aire inspirado en lo que tiene que ser: un flujo a la temperatura corporal, con un 98 por ciento de humedad y de una limpieza extrema.

Gracias también a ese trabajo previo, las vías respiratorias pueden presentar una suave forma en su tramo final: allí, las últimas fibras elásticas se entrelazan en torno a minúsculos orificios, que abren en cada inspiración. Estas pequeñas bocas, que se cuentan por millones, respiran al mismo tiempo

que nosotros y refuerzan así la succión en los últimos micrómetros. En esta zona se alza el núcleo del pulmón: una catedral minimalista construida con células sumamente delgadas que se extienden como burbujitas en torno al aire. Las vías respiratorias están equipadas con trescientos millones de cúpulas de este tipo, que culminan la arquitectura general gracias a su capacidad de intercambiar gases: aquí las moléculas se elevan desde la sangre hasta el aire o bien se sumergen desde el aire hasta la sangre. Una resbaladiza película protege esta fina estructura frente al colapso. Pero lo hace *a duras penas*: en ningún otro lugar nuestro cuerpo presenta una construcción tan frágil y delicada como esta.

A lo largo de su evolución, los pulmones se han ido haciendo más y más tiernos y receptivos para aquello que necesitamos y, al mismo tiempo, más y más protectores para impedir el paso de aquello que no queremos. En este tiempo han logrado una arquitectura prácticamente perfecta. Solo podemos reprocharles un defecto: su disposición un tanto precipitada, directamente junto al esófago, lo que nos lleva a atragantarnos con la comida y a expulsar en medio de toses las bebidas que no han pasado por donde debían.

Sin embargo, quien conozca la historia de la evolución de los pulmones no tendrá más remedio que perdonar esos puntos débiles. Esta historia arranca con los peces, cuyo hábitat fue perdiendo oxígeno con el paso del tiempo. Para evitar asfixiarse, a estos seres no les quedó más remedio que salir a la superficie del agua en busca de oxígeno. O esa es al menos la hipótesis actual. Los peces lograron sobrevivir porque fueron generando «sacos de aire» cada vez mejores.

La aparición de los pulmones constituyó un aconteci-

miento asombroso. Que un ser acuático se adentre en un medio completamente ajeno a él representa un paso radical. Y construir un órgano completamente nuevo para conseguirlo es una enorme hazaña. Rara vez ocurre algo así en la historia de la evolución. Y en este caso (a pesar de algunos problemas de atragantamiento), la verdad es que salió bastante bien. La combinación de pulmones y vías respiratorias es una prueba crucial y extraordinaria de aquello de lo que somos capaces nosotros, los seres vivos, cuando queremos conseguir algo que no tenemos.

Las dos características más importantes de los mamíferos actuales se basan en la respiración: gracias a ella nos mudamos a tierra, en lugar de seguir viviendo en el mar, y los cada vez más refinados movimientos respiratorios nos permitieron en último término desarrollar un cerebro más complejo que, en esencia, consumía más oxígeno.

Si el cerebro es el que genera el impulso de respirar y los músculos son los responsables de que atrapemos el aire, los pulmones constituyen el tercer eslabón: son aquello que en nuestra sociedad del rendimiento y la meritocracia solemos pasar por alto cuando explicamos qué hay que hacer para conseguir algo. Porque si queremos cubrir nuestras necesidades no solo tendremos que contar con ambición y empeño, sino también con la capacidad de asumir lo que venga. Quien no pueda fluir con el aire que quiere respirar lo tendrá difícil.

Respirar, al igual que beber, digerir o dormir, forma parte de las «tareas domésticas» de la humanidad: unas actividades que, aunque hayan sido subestimadas a lo largo de la historia e ignoradas a la ligera, no solo son más inteligentes de lo que se pensó durante mucho tiempo, sino que además

moldean la vida de una forma mucho más intensa de lo que hasta ahora se ha querido ver.

Nuestros pulmones nos lo demuestran: lo que necesitamos acaba por cambiarnos. Y esta es una diferencia fundamental entre las máquinas y nosotros. Nuestras necesidades no son depósitos de gasolina que tenemos que llenar para poder funcionar. Lo que queremos y el modo en que lo conseguimos determinan aquello en lo que nos convertimos. Nosotros, los seres vivos, nos formamos a través de nuestras necesidades. En este momento y 19.999 veces más cada día.

La materia que necesitamos

Hace unos dos mil cuatrocientos millones de años se produjo un terrible accidente debido a la acumulación de un gas tóxico. Una serie de bacterias marinas mutaron y cambiaron de tal forma que, de repente, empezaron a producir una reacción química a partir de la luz solar. En ese proceso generaron un gas residual que envenenó a otras bacterias. Buena parte de los seres vivos que existían por aquel entonces murieron. De ese modo quedó mucho espacio libre, así que las bacterias del gas tóxico pudieron expandirse prácticamente sin que nada las frenara. Pronto su gas no solo asoló el mar, sino que también ascendió hacia el aire. Nuestra atmósfera se llenó de él: se trataba del oxígeno.

Poco a poco, el oxígeno fue acorralando a los demás gases que hasta entonces habían compuesto la atmósfera. Entre ellos se encontraban el dióxido de carbono (CO₂) y el

metano, que, tanto entonces como ahora, son gases de efecto invernadero, es decir, mantienen caliente la atmósfera de la Tierra. Su repentina disminución generó un fenómeno contrario al del actual cambio climático: empezó a hacer un frío extremo. El planeta vivió entonces su primera gran glaciación y durante unos doscientos millones de años permaneció congelado en el permafrost.

Todo podría haber terminado en ese momento. No en vano en el universo existen otros planetas helados en los que prácticamente no hay nada aparte de... frío. Por fortuna, sin embargo, doscientos millones de años más tarde varios volcanes entraron en erupción y lanzaron tanto CO₂ a la atmósfera que esta volvió a ser más cálida. Gracias al calentamiento de la Tierra y al deshielo de la corteza, la vida pudo continuar. Y... ¿quién lo habría imaginado? Resulta que el gas tóxico «oxígeno» sorprendió con un par de interesantes características...

El oxígeno es sumamente reactivo. Se une casi a cualquier cosa que se le ponga por delante. ¿Hierro? ¡Óxido! ¿Manzanas frescas? ¡Manzanas pochadas! ¿Hidrógeno? ¡Agua! De ese modo, en muy poco tiempo surgieron nuevos compuestos (advertencia para todos los adictos a la adrenalina: «en muy poco tiempo» significa «en unos pocos cientos de millones de años»). Los materiales, las plantas y los organismos unicelulares que aparecieron por aquel entonces se convirtieron en la base de la nueva vida. Y, digámoslo tranquilamente, aun a riesgo de ser un pelín parciales: aquella era una vida emocionante.

Quien quisiera vivir a partir de entonces tendría que llevarse bien con el oxígeno, ¡ese imprevisible oxígeno! Las únicas opciones para entenderse con este elemento eran las siguientes: escapar de él (aunque no había muchos lugares a los que huir), utilizarlo de alguna manera (una solución mejor) o

adaptarse para lidiar con él (una salida igualmente buena). Las plantas consiguieron producir oxígeno por sí mismas con la ayuda de la luz solar. Así nacieron árboles de metros y metros de altura y convoyes kilométricos de algas. Al fin y al cabo, en los días despejados hay sol en abundancia y para acceder a él no es necesario moverse... Impulsados por la capacidad de reacción del oxígeno, los organismos unicelulares se unieron para formar los organismos pluricelulares, a partir de los que surgió una diversidad prácticamente inabarcable de animales.

Esta parte de la historia se conoce como la «Gran Oxidación» o la «Catástrofe del Oxígeno». No ha trascendido si a la hora de ponerle el nombre a este acontecimiento se sintió más compasión hacia las bacterias vulnerables al oxígeno que hacia nosotros (que respiramos este gas). En cualquier caso, el término está bien elegido porque nos recuerda algo fundamental: nacimos de una crisis y gracias, precisamente, a la capacidad de lidiar con ella.

Para llevarse bien con el oxígeno es necesario entender cuáles son sus objetivos, que son, concretamente, ninguno: en el aire, este gas se mueve de acuerdo con patrones totalmente aleatorios. Eso sí, en cuanto se cruza con una molécula que le viene bien, está encantado de unirse a ella. A veces la cosa funciona y a veces no.

La estrategia del cuerpo para resistir lo mejor posible a la Catástrofe del Oxígeno se basa en el conocimiento de un sencillo dato: el oxígeno es caos... ¡y el caos es energía fuera de control! Por tanto, si conseguimos controlar un poco de esa energía, prácticamente dejará de ser catastrófica. Es lo mismo que ocurre con el fuego: dependiendo de cómo lo utilicemos, prepararemos una relajada barbacoa o incendiaremos el porche.

Si un torrente de moléculas de oxígeno consigue aterrizar

en nuestros pulmones, al principio esas moléculas revolotearán sin rumbo fijo, pero pronto la situación cambiará. En cuanto las primeras desemboquen en la sangre, el cuerpo las meterá en vereda. El primer punto de atracción: el hierro de nuestra sangre. Si se combinara con él, el oxígeno generaría óxido (uno de sus productos clásicos), pero en este caso nuestra sangre va un paso por delante. De hecho, en los glóbulos rojos el hierro se envuelve en proteína, a la que el oxígeno se acerca mucho, pero no tanto como para poder reaccionar bien con ella. Mediante esa estrategia se consigue atraer el gas por todo el cuerpo sin sufrir molestos contratiempos. Y esto no es todo: resulta que el hierro puede reutilizarse en el siguiente latido del corazón.

Si los glóbulos cargados de oxígeno pasan por delante de alguna célula que requiere energía, apartarán aún más a ese gas del hierro. A más tardar en ese momento el oxígeno abandonará su esperanza de unirse a él, así que optará por migrar hacia nuevos territorios. Sin embargo, esa migración no durará demasiado: ¡zas! De repente, lo atraparé un complejo enzimático cuya forma recuerda a una rueda de molino. Lo que tiene lugar entonces es lo que explica por qué necesitamos oxígeno para vivir y por qué nos morimos cuando no lo tenemos.

Las enzimas rueda de molino (o, por decirlo con más propiedad, la ATP sintasa y el citocromo c oxidasa) consiguen energía a través del oxígeno. Para ello, toman los restos más minúsculos de nuestra comida (restos de hidrógeno, concretamente) y se los ofrecen a alguien que no es para nada selectivo: ¡el oxígeno!

Una vez que la rueda de molino lo ha atrapado y lo ha arrojado a los despojos de hidrógeno, el oxígeno puede al fin (!)

girar libremente y hacer lo que mejor se le da: ¡reaccionar salvajemente con todo lo que se le ponga por delante! Si se une a dos restos de hidrógeno, se convertirá en agua y fluirá. La energía que se libere con esa reacción impulsará la rueda de molino y alimentará a nuestras células. Si respiramos, seguirá llegando más y más material. Y mientras la rueda gire, habrá vida. En cambio, cuando se detenga, moriremos.

La reacción que nos mantiene vivos es un tanto irónica: en su camino a través de los vasos sanguíneos, desde los pulmones hacia el interior de las células, donde alcanza hasta el compartimento celular más pequeño, el oxígeno es acompañado y controlado férreamente. Hay que evitar que se venga arriba y se una sin orden ni concierto a otros elementos... Pero, en último término, ¡es precisamente eso lo que necesitamos que haga! La energía del caos hace posible nuestra estabilidad.

Esta relación con el oxígeno se ha ido perfeccionando a lo largo de la evolución, pero todavía no es completamente controlable: en una de cada cien rotaciones, más o menos, dos porciones de oxígeno logran escaparse de las enzimas rueda de molino. Justo en mitad de la reacción. Lo que surge en ese momento se llama «radical de oxígeno». Esa molécula a medio acabar es aún más aficionada a las reacciones que su material de partida y explica por qué no solo es perjudicial la «insuficiencia» de oxígeno, sino también su «exceso». Los radicales pueden unirse prácticamente con cualquier otro elemento y desencadenar en nuestro cuerpo descontroladas reacciones en cadena. Lo habitual es que unas enzimas interceptoras especiales traigan a estos fugitivos de vuelta a la rueda de molino..., pero a veces no consiguen hacerlo.

En todas nuestras necesidades siempre hay un «exceso» y una «insuficiencia». Una alimentación excesiva no nos sienta bien. Por lo general, dormir demasiado tiempo hace que nos sintamos más cansados que despejados e incluso cuando bebemos cantidades muy elevadas de agua a gran velocidad podemos acabar sufriendo graves problemas, incluso un coma. En todo el cuerpo, lo fundamental es el equilibrio y el modo de mantenerlo.

Radicales de oxígeno

Los radicales de oxígeno son más que peligrosos. Si no los atrapamos a tiempo, se acabarán peleando espontáneamente con las proteínas, arrugarán las grasas de las membranas de nuestras células e incluso desteñirán «mechones» enteros de ADN como si se tratase de decolorantes para el cabello (un producto cuyo funcionamiento, dicho sea de paso, se basa en su contenido de radicales libres). En caso de que se vuelvan numerosos, nuestras células serán incapaces de mantenerlos a raya, así que sufrirán «pequeñas catástrofes del oxígeno».

En nuestra vida cotidiana, los radicales de oxígeno crecen «en exceso» después de que tomemos alimentos especialmente energéticos, como pasta con queso o hamburguesas con patatas fritas seguidas de un postre azucarado; en definitiva, cuando las ruedas de molino se ven obligadas a funcionar a pleno rendimiento. El resultado, aparte de esta sobreestimulación de las ruedas, es un estrés físico inusualmente alto, importantes inflamaciones, estrés mental o lesiones en los teji-

dos. Prácticamente siempre que nuestras células agotan sus fuerzas y necesitan mucha *más* energía, producen *más* anticuerpos o notifican *más* lesiones que de costumbre.

En los casos más graves, a estos radicales se les pueden unir otros llegados del exterior. Es lo que provocamos involuntariamente cuando tomamos medicamentos (por ejemplo, una dosis demasiado elevada de paracetamol), aplicamos determinados métodos de cocción (como el sobrecalentamiento de las grasas o el ahumado) o adoptamos los típicos hábitos: alcohol, tabaco o una exposición solar excesiva. Si el ambiente general se inclina hacia el caos, nuestras células no saldrán bien paradas.

Los radicales de oxígeno se encuentran implicados en casi todas las enfermedades que existen: son ellos los que reaccionan con el colesterol «malo» o colesterol LDL, lo que se traduce en arteriosclerosis, que a su vez causa un aumento de la tensión arterial; son ellos también los que aparecen como producto de las células inmunitarias hiperactivas, que, al liberarlos, favorecen las dolencias inflamatorias crónicas, como el reuma, en las articulaciones, o la enfermedad de Crohn, en el intestino; y son ellos igualmente los que, a través del alcohol y del tabaco, dañan el ADN y provocan cáncer. Incluso en el alzhéimer, el párkinson o la esclerosis múltiple se requiere como mínimo una etapa de reacción con los radicales de oxígeno para que aparezcan las lesiones en las neuronas que caracterizan a estas enfermedades.

La buena noticia es que contamos con aliados. Las plantas llevan varios miles de millones de años negociando con los radicales de oxígeno y en este tiempo han logrado desarrollar algunos notables trucos. Y, cuando nos las comemos, se los tomamos prestados. La regla general de la medicina nutricio-

nal dice que los antioxidantes liposolubles, como los que, por ejemplo, se encuentran en los frutos secos y las semillas, protegen las grasas de nuestras células. Los solubles en agua, presentes en la pulpa de frutas y hortalizas, velan por su interior líquido y la sangre. Así pues, las personas que ingieren estos alimentos en cantidades suficientes gozan de una mayor protección frente a numerosas enfermedades.

Dentro de este principio básico hay que tener en cuenta ciertos matices y particularidades. Por ejemplo, entre los antioxidantes, los arándanos se consideran un «superalimento» porque son capaces de neutralizar igual de bien tres tipos diferentes de radicales (oxígeno singlete, radical peroxilo y anión superóxido). Los tomates solo neutralizan un tipo de radical (el oxígeno singlete), pero, eso sí, ¡son los más eficaces en esta tarea! La vitamina C (que se encuentra en casi todas las frutas, hortalizas y verduras) puede invertir los papeles: en las células sanas intercepta los radicales más fácilmente que en las células que han sufrido una alteración maligna, colocándolas al final en una posición de desventaja.

De todas formas, y a pesar de los prometedores resultados que se han obtenido en diversos estudios, la investigación en este ámbito también presenta un rostro amargo: los ensayos sobre el suministro de determinados antioxidantes (vitaminas A, C o E) en forma de cápsulas o comprimidos, en los que se habían depositado tantas esperanzas, al final han quedado en agua de borrajas. No han demostrado proporcionar una ventaja significativa en las decenas de miles de voluntarios que han participado durante años en ellos. Los antioxidantes ni los han protegido de una forma significativa frente a las enfermedades ni les han alargado la vida. De hecho, en algunos fumadores ¡la vitamina E incluso aumenta el riesgo de padecer cán-

cer! Desde que se observó este efecto, los científicos se están preguntando por qué se produce.

Los radicales de oxígeno tienen otra faceta más que durante mucho tiempo ha pasado desapercibida: no solo son más caóticos que el propio oxígeno, sino que, por si fuera poco, aportan una ración adicional de energía... o, expresado con un símil automovilístico, dan más gasolina. Las células de los tejidos aprovechan este efecto para comunicarse entre sí. De hecho, ¡esa energía adicional funciona casi como los signos de exclamación de la comunicación celular! Las células inmunitarias la emplean para plantar cara a bacterias y virus (de hecho, la desinfección de las lentes de contacto mediante un radical de oxígeno, en concreto el peróxido de hidrógeno, se basa en este principio) y, además, con su ayuda podemos descomponer las células que se alteran y se vuelven cancerosas. Por eso atrapar sistemáticamente los radicales podría frenar estas beneficiosas funciones, lo cual no sería en absoluto favorable.

A todo ello hay que añadirle una sorprendente diversidad: por ejemplo, solo de la vitamina E ¡hay ocho formas diferentes! Algunas personas, por razones de carácter genético, no toleran bien la variante que, en altas concentraciones, suele usarse en los grandes estudios (el gamma-tocoferol o γ -tocoferol). Además, en los vegetales existen otras sustancias que, según se piensa, neutralizan los radicales incluso mejor y que no forman parte de las vitaminas. Es el caso, por ejemplo, de los polifenoles.

Ante esta nueva y desconcertante situación, siempre resulta tranquilizador ver algún rostro relajado. Por ejemplo, el del profesor estadounidense Ronald Prior, un pionero de la

investigación acerca de los radicales, que sostiene una visión sumamente pragmática: según este autor, tenemos que centrarnos en lo seguro, esto es, en el aumento de los radicales después de las comidas. Esa subida no se produce para marcar las células cancerosas ni para organizar la defensa frente a las bacterias. Por lo general, es simplemente la consecuencia de un esfuerzo por parte de las ruedas de molino, para las que cualquier ayuda sería bienvenida.

Frutas, hortalizas, verduras y frutos secos: si todo va bien, una alimentación sana nos aporta, prácticamente sin gastos de envío, los beneficiosos antioxidantes. Fuera de este tipo de dieta, sin embargo, las cosas se ponen más complicadas: patatas fritas caseras o de bolsa, filetes empanados, pasteles... Todas estas comidas proporcionan energía, pero prácticamente no contienen antioxidantes. Cuanto más nos alimentemos a base de este tipo de bombas calóricas, mayor será el riesgo de que desarrollemos enfermedades crónicas, infartos de miocardio y otras dolencias por el estilo.

En teoría, si queremos montar una especie de «tráfico de indulgencias» en el terreno de los radicales de oxígeno, por cada pequeña ración de patatas fritas caseras de 320 kilocalorías se necesitaría tomar un buen puñado de arándanos (en torno a 25 gramos). Como alternativa, también se podría recurrir a un puñado generoso de avellanas (unos 15 gramos), a un tercio de manzana o a un plátano y medio. Con el ketchup lo tendríamos más difícil para compensar los radicales: los 250 gramos que serían necesarios suponen prácticamente el contenido de medio bote, que, además, ¡nos aportaría una cantidad de azúcar que nos rompería la estadística! (De hecho, ese azúcar empujaría aún más las ruedas de molino).

En la actualidad aún se debaten algunas cuestiones en este ámbito, como, por ejemplo, si los antioxidantes procedentes de las hortalizas y otros alimentos llegan de verdad a todas las células o si tal vez algunos de ellos solo actúan en el intestino. Sin embargo, aunque así fuera, Ronald Prior podría perfectamente encogerse de hombros, porque lo que, de acuerdo con sus cálculos, sería aconsejable se aplicaría igualmente en este contexto: está demostrado que las personas que toman cinco raciones de frutas y verduras al día viven más tiempo y con más salud. Precisamente esta cantidad permite neutralizar los radicales que se generan a través de una dieta media de 2.200 kilocalorías al día. Así pues, si Prior está en lo cierto, podríamos perfeccionar un poco más nuestra relación con el oxígeno.

Hace unos dos mil cuatrocientos millones de años se produjo un maravilloso accidente, en el que se originó un residuo llamado oxígeno. La incapacidad de lidiar con él estuvo a punto de provocar nuestra extinción... y aún no podemos decir que todo vaya sobre ruedas. Cada aliento, cada pez que hace burbujas, cada árbol de metros y metros de altura constituye la prueba de que nosotros, los seres vivos, somos capaces de superar las crisis y lidiar con lo indeseado. Y, aunque nos lleve tiempo, aunque el proceso esté plagado de contratiempos y aunque sigan existiendo errores, nuestras ruedas de molino funcionan, encontramos caminos por los que avanzar e impulsamos, estoica e impasiblemente, la vida.