

Mai Thi  
Nguyen-Kim

# Mi vida es química

Móviles, café, emociones...  
Cómo puedes explicar  
todo con química



El nuevo  
fenómeno  
de la edición  
europea

*Ariel*

Mai Thi  
Nguyen-Kim

# Mi vida es química

Móviles, café, emociones...  
Cómo puedes explicar  
todo con química

Traducción de María José Díez  
Ilustraciones de Claire Lenkova



*Ariel*

Título original:  
*Komisch, alles chemisch!*

Primera edición: mayo de 2020

© 2019, Mai Thi Nguyen-Kim, Droemer Verlag  
© 2019, María José Díez Pérez, por la traducción

© Claire Lenkova, por las ilustraciones de interior  
© J. Mauricio Restrepo, por el diseño de interior

Derechos exclusivos de edición en español:  
© Editorial Planeta, S. A.  
Avda. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona  
Editorial Ariel es un sello editorial de Planeta, S. A.  
[www.ariel.es](http://www.ariel.es)

ISBN: 978-84-344-3209-3  
Depósito legal: B. 7.601-2020

Impreso en España

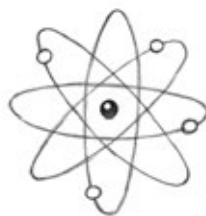
El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como **papel ecológico** y procede de bosques gestionados de manera **sostenible**.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

# Tabla de contenido

---



<i>Prefacio</i>	11
<b>1</b> TOQ: Trastorno Obsesivo Químico	15
<b>2</b> Pasta de dientes mortal	31
<b>3</b> ¡No al quimismo!	47
<b>4</b> Estar sentado es el nuevo fumar	65
<b>5</b> Caótico por naturaleza	77
<b>6</b> <i>What's in it for me?</i>	97
<b>7</b> Crías de dinosaurio y una hamburguesa monstruosa	119
<b>8</b> Covalentemente compatibles	141
<b>9</b> Así apesta la química	155
<b>10</b> <i>There's something in the water</i>	169
<b>11</b> Terapia culinaria	183
<b>12</b> Hay química	205
<b>13</b> Pasión por la objetividad	215
<i>Bibliografía</i>	231
<i>Índice temático</i>	243

1

## **T0Q: Trastorno Obsesivo Químico**



¡¡¡P RRR!!! ¡¡¡PRRR!!! ¡¡¡PRRR!!!  
Casi me caigo de la cama del susto. El corazón se me sale por la boca.

«Matthiiiiiiiiiaaaaaaaaaaas», me gustaría gritar hecha una furia, pero por lo visto todavía no soy capaz de articular palabra. Mi cuerpo se encuentra en una extraña mezcla de duermevela y lucha cuerpo a cuerpo, me abalanzo sobre Matthias, o más bien sobre su teléfono móvil, y, tras ponerme a tocarlo como una loca, consigo apagar la puñetera alarma. Son las seis de la mañana.

Matthias tiene la fea costumbre de levantarse en plena noche al menos dos veces por semana para salir a correr. Por desgracia, para mí eso significa que me tengo que levantar siempre un poco antes que él, para no empezar el día peleándome con las hormonas del estrés.

Por la mañana prefiero despertarme con un tintineo apenas audible, ya que de lo contrario empiezo el día con taquicardia. Matthias, en cambio, necesita por lo menos cien decibelios y ese horrible PRRR-PRRR-PRRR para despertarse. Por eso suelo ponerme el despertador un minuto antes que el suyo para pre-

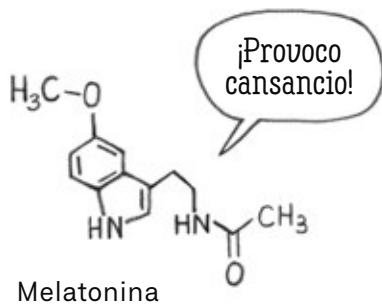
pararme mentalmente al estrés que me espera. Pero hoy no sabía que tenía pensado salir a hacer deporte.

Descorro con fuerza las cortinas para bajar el nivel de melatonina de Matthias.

—Matthias —consigo decir por fin.

—Mmm —farfulla él, todavía medio dormido. Increíble.

La molécula melatonina también se conoce con el bonito nombre de hormona del sueño. Se produce en una pequeña glándula llamada glándula pineal, que se encuentra en el centro de nuestro cerebro. No es casualidad que también se denomine hormona del sueño, ya que la melatonina desempeña un importante papel en nuestro ritmo circadiano (del latín *circa dies*, alrededor de un día), es decir, nuestro ritmo interior de sueño y vigilia: cuanto más alto es nuestro nivel de melatonina, tanto más cansados nos sentimos. Sin embargo, la luz ayuda convenientemente a reducir su concentración. Por lo visto también va surtiendo efecto poco a poco en Matthias.



Ver el mundo en moléculas es como una obligación para mí, pero una obligación que acepto con gusto. Se podría decir que sufro de TOQ: Trastorno Obsesivo Químico. Cuando me imagino cómo será la vida cotidiana de quienes no son químicos, sin pensar en modo alguno en moléculas, me parece triste. No saben lo que se

pierden. Y es que, al final, todo lo que resulta interesante se puede explicar recurriendo a la química. Y en último término vosotros, los que estáis leyendo ahora mismo estas líneas, no sois más que un montón de moléculas que leen cosas de moléculas. Y los químicos son un montón de moléculas que piensan en moléculas. Casi resulta espiritual.

Veamos, ¿cómo pinta mi mañana en moléculas?

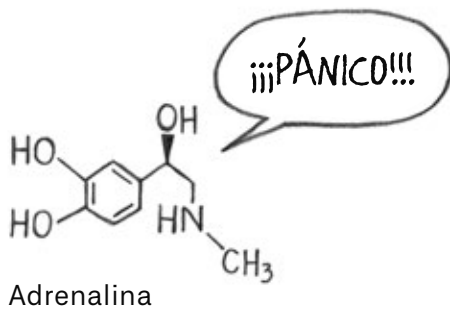
Cómo nos levantamos de la cama por la mañana lo deciden, sobre todo, dos moléculas. De una de ellas —la melatonina— necesitamos menos; de la otra, en cambio, más: la hormona del estrés cortisol, que se libera automáticamente por la mañana. Lo de «hormona del estrés» parece estresante, pero lo cierto es que, en cantidades moderadas, el cortisol nos ayuda a ponernos en marcha. Este grato servicio adicional que proporciona nuestro cuerpo por lo general ni siquiera precisa de un despertador. Ese PRRR-PRRR-PRRR fue un poco excesivo, y desencadenó en mí una auténtica reacción *fight-or-flight*: de lucha o huida. Un sistema de emergencia sofisticado, acreditado desde tiempos inmemoriales por si nos encontramos en peligro mortal inminente.

Por lo general, el estrés, como el dolor, en realidad es una reacción oportuna de nuestro cuerpo. Si el dolor nos da a entender que algo no va bien, el estrés nos ayuda a salvar la vida. Imaginad que vais dando un paseo en la Edad de Piedra y en el camino se os cruza un tigre dientes de sable (lo correcto sería «gato dientes de sable», pero nos quedamos con el tigre por el toque dramático). Os quedaríais plantados como unos memos si el cuerpo no liberase en el acto una buena dosis de hormona del estrés que os permitiese reaccionar a la velocidad del rayo. Y entonces, o bien utilizáis la lanza (lucha), o bien corréis a subiros al árbol más cercano (huida).

Debemos partir de la base de que también el tigre dientes de sable experimenta una reacción *fight-or-flight*. Hoy en día no se sabe a ciencia cierta si por aquel entonces las personas formaban parte del menú del tigre dientes de sable. A fin de cuentas, las

personas también eran depredadores, y quizá ese fuera un encontronazo entre dos cazadores que se infundían respeto mutuamente. En cualquier caso, la reacción *fight-or-flight* es más vieja que el hombre, y es el sistema de alarma que llevan instalados otros muchos animales. Y ¿cómo funciona este sistema de alarma? Mediante moléculas, naturalmente.

En primer lugar es preciso despertar las moléculas que dormitan en nuestro cuerpo mediante algún detonante. En la Edad de Piedra tal vez fuese un tigre dientes de sable, en la actualidad es el monstruoso despertador de Matthias. Esa señal acústica provoca, en un primer momento, que un impulso nervioso salga disparado desde el cerebro y llegue por la médula espinal hasta las glándulas suprarrenales. Junto con la glándula pineal, las glándulas suprarrenales son una de las fábricas de hormonas más importantes de nuestro cuerpo. Ese impulso nervioso provoca que las glándulas suprarrenales liberen la que probablemente sea la hormona del estrés más conocida: la adrenalina. Esta pasa de inmediato al torrente sanguíneo, por el que se dirige hacia los distintos órganos. Una hormona no es otra cosa que un mensajero químico, es decir, una molécula que transmite mensajes importantes. En este caso, el mensaje reza: ¡¡PÁNICO!!



Mientras la adrenalina recorre deprisa el torrente sanguíneo, pero también desaparece deprisa, otra hormona se prepara para



la guerra del estrés: la ACTH (hormona adrenocorticotropa) se produce en la hipófisis y asimismo se dirige por el torrente sanguíneo hacia las glándulas suprarrenales, el campamento base del combate *fight-or-flight*.

Nada más llegar, esta hormona desencadena toda una serie de reacciones químicas. A mí me gusta imaginar esto como una de esas típicas escenas de lucha épicas de las películas. Después de que el primer mensajero —la adrenalina— dé la señal de alarma, la ACTH es el comandante del ejército, que con el puño en alto lanza el primer grito de guerra que moviliza al ejército y marca el inicio de la batalla. Por último, la segunda hormona del estrés, el cortisol, pasa al torrente sanguíneo y asimismo se pone en camino hacia los distintos órganos.

Las hormonas pueden desencadenar un gran número de reacciones físicas. De una reacción *fight-or-flight* forman parte, entre otras, un pulso acelerado, una mayor irrigación de los músculos (siguiendo la consigna: ¡¡¡CORRE!!!), una menor irrigación de nuestro sistema digestivo (siguiendo la consigna: ¡déjalo todo como está, ahora mismo tenemos cosas más importantes que hacer!), una respiración más profunda, pupilas dilatadas, sudoración, piel de gallina y una mayor atención.

Debido a todas estas reacciones físicas a la segregación de mis hormonas del estrés ahora estoy completamente despierta, como es natural, pero la sensación de hallarme en peligro de muerte no es lo que se dice agradable. No por ello les puedo echar nada en cara a las moléculas: nuestro cuerpo responde a una química que tiene por objeto la supervivencia. Las pobres moléculas del estrés no saben que el despertador de Matthias no supone una amenaza vital. Lo cierto es que solo quieren ayudar.

Lo absurdo es únicamente que nuestra vida moderna está llena de estrés: en el colegio, en el trabajo, en las relaciones interpersonales. Pero casi ninguna de esas situaciones supone un verdadero peligro para la vida, por lo menos no grave. El estrés crónico

supone un duro golpe a la salud. Para que nosotros y nuestras moléculas no nos volvamos completamente locos, nuestro sistema de estrés, por suerte, cuenta con un mecanismo de retroalimentación negativo, que se ocupa de que ese estado no vaya a más y se incremente la sensación de pánico en el cuerpo. Esto es algo que hay que agradecer, entre otras cosas, al cortisol, la hormona del estrés con autodisciplina. Si la adrenalina solo recorre una vez el torrente sanguíneo y después desaparece rápidamente, el cortisol permanece más tiempo en el sistema y en último término se ocupa de inhibir la liberación de ACTH y, con ello, también su propia producción.

Una química matutina perfecta, por el contrario, sería: mientras aún estoy medio dormida, los primeros rayos de sol llegan a través de mis párpados a mi retina, que está unida por medio del nervio óptico al cerebro. En este, en la glándula pineal, se inhibe la producción de melatonina, la hormona del sueño. Como la glándula pineal está unida de manera indirecta al nervio óptico, en ocasiones recibe el nombre de «tercer ojo». Suena un tanto esotérico, pero hay algo de verdad en ello. En el caso de los anfibios, la glándula pineal es, de hecho, como un tercer ojo, puesto que es directamente sensible a la luz.

Mientras mi nivel de melatonina disminuye poco a poco, se libera una agradable cantidad de cortisol. En el mejor de los casos, uno se despierta por su cuenta, sin ayuda de nada.

Matthias es increíblemente sensible a la luz en lo tocante al sueño, razón por la cual nunca duerme sin antifaz. Puesto que de ese modo bloquea la luz natural, su nivel de melatonina no se reduce tan deprisa por la mañana. La oscuridad artificial es tan desconcertante para nuestro ritmo circadiano como la luz artificial. En nuestra vida moderna tenemos bastante de ambas cosas, lo cual confunde a nuestro reloj interno. Mi hipótesis es que Matthias no necesitaría un monstruoso despertador si sencillamente dejara de

utilizar el antifaz. Matthias, en cambio, opina que su sistema de melatonina es demasiado delicado y que sin esa tela enguatada en los ojos no dormiría lo suficiente.

Lo que nos complica la argumentación a ambos es que al final la melatonina no es una hormona del sueño. Por ejemplo, el nivel de melatonina también aumenta por la noche en el caso de animales que son nocturnos, en cuyo caso más bien sería una hormona del despertar. Por su parte, los ratones de laboratorio a menudo apenas producen melatonina debido a una mutación genética y, pese a ello, duermen con absoluta normalidad. ¡Giro argumental inesperado! Entonces, ¿no provoca cansancio la melatonina? Veamos, por otro lado existen algunos estudios que demuestran que la melatonina es útil como terapia en caso de insomnio o de quienes concilian el sueño tarde de manera crónica. Mmm. ¿Entonces? Lo cierto es que quienes investigan los trastornos del sueño todavía no se han puesto de acuerdo en cuál es la relación exacta existente entre la melatonina y el sueño. Mientras siga sin estar claro si la melatonina de verdad provoca cansancio, Matthias y yo podremos seguir debatiendo sobre sus antifaces por mucho tiempo.

Bien, ya en este primer capítulo quiero que tengáis clara una cosa: el que quiera entender la ciencia, que se vaya quitando la costumbre de buscar respuestas fáciles. En un principio esto parece trabajoso, pero os prometo una cosa: el pensamiento científico hace que este mundo sea no más árido, sino más animado y maravilloso. Así que, por de pronto, diremos que la melatonina no es una hormona del sueño, sino más bien una hormona de la noche, que traduce al cuerpo lo que ven los ojos: oscurece.

En cuanto al debate personal en torno a la melatonina que mantenemos Matthias y yo, un experimento de larga duración podría arrojar luz sobre la oscuridad (y sobre la retina de Matthias). El problema es que los experimentos con dos participantes no tienen validez desde el punto de vista estadístico. De manera que solo nos queda el debate.

Voy a la cocina a prepararme un café. Lo ideal sería que uno no se tomara el primer café nada más levantarse, sino una hora después, porque el chute de cortisol matutino ya es un estimulante propio del cuerpo. La cafeína también incita al cuerpo a producir cortisol. Perfecto, podría pensar uno, así añadido a mi nivel de cortisol matutino un montón de cortisol generado por el café. Por desgracia (o por suerte), nuestro cuerpo no funciona así, ya que le gusta mantener el equilibrio. Hay que contar con que, con el tiempo, se acostumbra al estímulo del café reduciendo el servicio de estrés matutino propio. Por ese motivo es mejor esperar hasta que el chute de cortisol propio del cuerpo disminuya —tarda alrededor de una hora— y solo entonces añadir el café.

Sin embargo, como ahora mismo tengo la sensación de que en el plazo de un minuto todo mi cortisol matutino se pulverizó de golpe y porrazo, echo mano del café para hacer frente al cansancio que me ha vuelto a invadir.

Si ahora mismo no tenéis mucho calor, id también por una taza de café, té o la bebida caliente que prefiráis para tomarla mientras leéis los siguientes párrafos. Y es que no hay nada mejor que una bebida caliente para ver el mundo en moléculas. Si dejo en la mesa mi taza de café humeante, dentro de poco la parte de la mesa que está en contacto con la taza también se calentará. Y si espero más tiempo, el café acabará enfriándose. ¿Alguna vez os habéis preguntado adónde va a parar el calor?

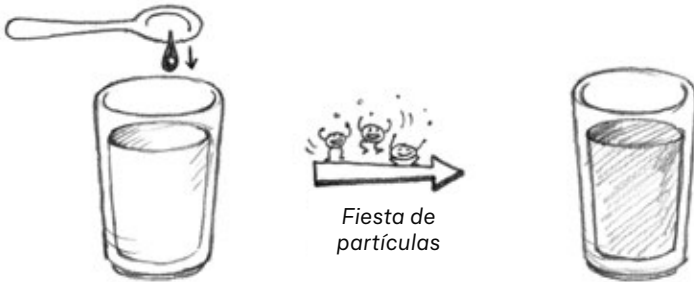
De este modo llegamos a uno de mis temas preferidos: el modelo de partículas. En un principio quizá no suene especialmente emocionante, pero esperad un poco: la fascinación está garantizada. El modelo de partículas dice: toda la materia del universo está compuesta de partículas. Pueden ser átomos, pueden ser moléculas: a efectos prácticos, con el modelo de partículas ni siquiera es preciso saber cómo son exactamente esas partículas. Y a pesar de este punto de vista tan simplificado, con él podemos descri-

bir sorprendentemente bien en parte (en partículas, jajaja) nuestro mundo; por ejemplo, mi café.

Cuando bebo café, bebo partículas de café. O partículas de té, dependiendo de la bebida caliente que hayamos elegido. Imaginemos que estas partículas son como bolitas minúsculas que no se pueden ver a simple vista. En realidad son, principalmente, moléculas de agua, un poco de cafeína (o teína, que es la misma molécula, dicho sea de paso) y algunas moléculas más, como sustancias aromáticas. Esas partículas se hallan en constante movimiento, algo que incluso se puede ver aunque las moléculas no se puedan ver a simple vista.

¿Cómo es posible? Muy sencillo: coged un vaso de agua del grifo y añadid una gota de café (funciona aún mejor con tinta, pero ya que estáis tomando café ahora mismo...). Aunque dejéis el vaso quieto en la mesa, solo es cuestión de tiempo que la gota se reparta por todo el vaso, aunque no se remueva. Quizá no sea una observación que os deje boquiabiertos, pero tened presente lo que está pasando ahora mismo en ese vaso de agua quieto: un hervidero y una agitación caóticos, ¡una fiesta de partículas en toda regla! Dicho esto, me gustaría invitaros a esta fiesta invisible, pues precisamente aquí empieza la química.

### **Experimento casero n.º 1**



Añadir una gota de café o tinta a un vaso de agua.

El café o la tinta se extienden por toda el agua.

A propósito: el vaso del agua, la taza del café, la mesa, el suelo que la sostiene, el aire y, naturalmente, también tú y yo estamos compuestos de partículas. ¡Y también se mueven! De manera que la quietud prácticamente no existe. En este preciso instante, en todas partes —en tu taza, bajo tus pies y en tu cuerpo— se está celebrando una fiesta de partículas, solo que no las puedes ver.

Alguien podría objetar ahora: ¿qué sentido tiene imaginar un mundo compuesto de un sinfín de partículas minúsculas si no se puede ver nada? (Dejando a un lado que es, sencillamente, una imagen genial. O al menos a mí me lo parece.) La razón es la siguiente: así se puede explicar, por ejemplo, cómo surgen los distintos estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso. Que una materia sea sólida, líquida o gaseosa depende del grado de movilidad de las partículas.

Mi taza de café es sólida porque las partículas de la taza se mueven poco, ya que están unidas entre sí mediante enlaces moleculares. Sobre los enlaces químicos hablaremos con detenimiento más adelante, pero, por lo pronto, imaginémonos la situación molecular de este modo: en un concierto, estáis en medio de una masa de gente apelonada y casi no os podéis mover. A pesar de todo, como es natural, pegáis saltos en la medida de lo posible. Así os podéis imaginar las partículas en una materia sólida como una taza de café.

En el contenido líquido de la taza, el café, las partículas se pueden mover un poco más, aunque interactúen entre sí con fuerza. En el concierto nos encontrábamos en el *mosh pit*, delante del escenario, donde se dan saltos alocadamente. Sin embargo, las moléculas de aire gaseosas que estamos respirando son las más alocadas. Se mueven sin consideración alguna para con el resto de las moléculas. En nuestro ejemplo, habría que ampliar considerablemente el recinto del concierto para que todos los asistentes pudieran correr y dar volteretas sin sufrir contratiempos por ello.

Para pasar de un estado de agregación a otro es preciso variar la temperatura, cosa que ya sabemos por el agua. Si calentamos agua sólida, es decir, hielo, este se derrite y pasa a ser líquido; si calentamos a su vez este líquido, el agua se evapora y pasa a ser gaseosa. A su vez, si el vapor de agua choca contra una superficie fría, como por ejemplo el espejo del cuarto de baño, se condensa, de manera que vuelve a ser líquido. Si seguimos enfriando el agua, se solidificará y se convertirá en hielo.

Pero si todo esto está claro, ¿por qué os lo cuento? Porque tengo un pequeño golpe de efecto para vosotros: la temperatura no es nada más que el movimiento de partículas. Cuanto más calor, tanta mayor rapidez; cuanto más lentitud, tanto más frío. ¿No es *cool* contar con una definición molecular para la temperatura? ¿No os parece que esto es mucho más satisfactorio que ver una temperatura en un termómetro?

Al mirar ahora la taza de café humeante, todo tiene mucho más sentido: el café está caliente, lo que significa que las moléculas del agua se mueven deprisa y chocan entre sí al hacerlo. Las que se evaporan son tan rápidas y necesitan tanto sitio que, de puro afán por moverse, salen de la taza de café y pasan a la fase gaseosa.

Ahora bien, ¿cómo se transmite el calor del café a la taza y de la taza a la mesa de la cocina? La conducción del calor funciona por colisiones entre partículas y por transmisión de energía cinética. Las partículas del café dan vueltas por la taza y, al hacerlo, colisionan constantemente contra el borde de esta. Al igual que sucede con un coche de choque, de ese modo también las partículas de la taza se mueven con más fuerza y empiezan a agitarse con más rapidez. Las partículas de la taza, por su parte, golpean las partículas de la mesa de la cocina, imprimiéndoles de esta forma un movimiento mayor. Y como la conducción del calor siempre va en dirección al lugar más frío, la parte de la mesa que está en contacto con la taza se calienta.

Ahora entendemos también por qué el café acaba quedándose frío: por el mismo motivo por el que un péndulo al que se imprime movimiento termina parándose. Como en el caso del coche de choque, las partículas frenan con cada colisión, hasta que todo vuelve a estar a temperatura ambiente, o lo que es lo mismo, a velocidad ambiente.

Todas las partículas, así como el universo entero junto con todo lo que contiene, siguen el primer principio de la termodinámica. Podemos equipararlo a la ley de la conservación de la energía, según la cual la energía no se crea ni se destruye, tan solo se transforma. En lugar de esto se podría decir: la cantidad total de energía siempre es constante. Cuando una partícula gana energía, en otra parte se pierde esa misma cantidad de energía. Cuando, al chocar, una partícula transmite una parte de su energía cinética a otra partícula, que gracias a ello se mueve con mayor rapidez, la primera se vuelve más lenta. En caso contrario sería como si se obtuviera energía de la nada, y esto no es posible. Destruir energía también va en contra de las leyes de la termodinámica, razón por la cual se puede cabrear a base de bien a más de un físico o químico cuando en la vida diaria se habla de «malgastar energía». (Si conocéis a algún físico o químico, probad a hacerlo.)

Antes de que os siga enseñando cómo es mi día, aquí tenéis un último e interesante experimento mental con el modelo de partículas, posiblemente el más interesante de todos: con independencia de dónde estéis sentados ahora mismo, notaréis que los objetos que tenéis a vuestro alrededor están más calientes o más fríos. En un espacio cerrado, sin embargo, todos los objetos tienen la misma temperatura, es decir, la temperatura ambiente. Entonces, ¿por qué una cuchara de metal claramente está más fría que una mesa de madera?

Bien, en este espacio hay una cosa que no tiene temperatura ambiente: vuestro cuerpo. Este dispone de una temperatura cor-



poral, que es más elevada que la temperatura ambiente, o al menos eso espero por vuestro bien. Lo que notáis cuando tocáis una cuchara o una mesa de madera no es otra cosa que vuestro propio calor corporal. Cuando este calor se desprende de prisa de vosotros, el objeto parece frío; cuando se desprende despacio, parece caliente.

Cuando cojo la cuchara en la mano, las partículas de mi mano chocan contra las de la cuchara, poniéndolas en movimiento. Cuanto más rápidos sean los átomos del metal de la cuchara, tanto más caliente estará la cuchara. La cosa es que el metal es un buen conductor del calor: cuando las partículas del metal chocan con las de mis dedos, este movimiento se propaga bien por la cuchara. Por qué el metal es un buen conductor del calor tiene que ver con los enlaces químicos que conforman el metal. Esto es algo que veremos más a fondo en el capítulo 8. De momento imaginad los enlaces del metal como un trepador de cuerdas. Cuando al subir por uno de estos trepadores, un niño pega un salto o se tambalea, este movimiento no tarda en propagarse por toda la estructura. Un segundo niño al otro lado del trepador se balanceará directamente. Al mismo tiempo, el movimiento del niño que salta se verá reducido en virtud de la ley de la conservación de la energía: al transmitir el niño la energía de su movimiento a la red y al otro niño, el suyo se ralentiza. Su movimiento se ve reducido. Termodinámicamente, esto es así: se ralentiza y pierde energía; es decir, está más frío.

Pero también hay trepadores de varas duras. Si el niño salta en una de estas varas, el salto no influirá igual en el segundo niño que se encuentra en este trepador. Su movimiento apenas se verá frenado o se transmitirá a otra parte, porque es más rápido y, por tanto, está más caliente. Un trepador de varas de este tipo se corresponde con un mal conductor del calor, como la madera. Cuando pones la mano en una mesa de madera, solo pones en movimiento las partículas de la madera que se encuentran justo

al lado de tu mano. La vibración y el movimiento no se propagan igual de bien por la madera, y esta parece más caliente que la cuchara de metal.

Si la temperatura no es otra cosa que el movimiento de partículas, resulta más fácil imaginar el segundo principio de la termodinámica, según el cual el calor fluye siempre de lo caliente a lo frío, nunca al contrario.

Si metes una botella de refresco de cola en un cubo con hielos, el frío del hielo no pasa a la botella, sino exactamente al revés: el calor de la botella pasa a los cubitos de hielo, que se calientan, y de ese modo la botella se enfría.

Sabiendo esto, la próxima vez que oigáis decir a alguien: «Cierra la ventana, que entra frío», no dejéis pasar este disparate termodinámico, contestad: «Querrás decir que el calor se va». Y si además os acaloráis siempre que alguien habla de «desperdiciar energía», ya os podéis mezclar con los *nerds* sin que llaméis mucho la atención. Y es que acabáis de dominar la introducción a la química física, ¡mis más sinceras felicitaciones! Y, en el mejor de los casos, antes incluso de haberos bebido el café.

Matthias entra en la cocina y me acaricia la cabeza a modo de disculpa.

—Perdona, se me olvidó decirte que hoy salía a correr.

—No pasa nada —respondo—, de todas formas tengo que reajustar mi ritmo del sueño.

Aunque desde el punto de vista teórico sé que las cosas no son así, me encanta dormir a gusto el fin de semana. De ese modo cada fin de semana me provoca un *jet lag* social. Como es lógico, mi ritmo circadiano no distingue entre día de la semana y fin de semana. Los fines de semana son algo estupendo, pero un constructo moderno, social, con el que en un principio nuestro cuerpo no puede hacer gran cosa. En realidad, nuestro nivel de mela-

tonina natural se rige más o menos por el sol, pero cuando sale el sol estoy muerta de cansancio y en cambio me voy a la cama demasiado tarde. Mi vida a base de café, luz artificial y despertadores monstruosos confunde constantemente a mi cuerpo con falsos estímulos. Los investigadores han observado que una semana de acampada en la naturaleza, lejos del café, la luz artificial y los teléfonos móviles reajusta el ciclo de melatonina a la hora solar. Qué pena que no me guste ir de acampada.

Sin embargo, hay algo sumamente curioso: en principio, nuestro reloj interno también funciona sin luz. Hemos evolucionado en este planeta, cuyos días tienen 24 horas, de forma que nuestro reloj interno está ajustado a días de 24 horas, con ligeras desviaciones. Y la luz nos ayuda a ajustar este reloj interno, o sea, a sincronizar los días, y, por ejemplo, que nos adaptemos a un *jet lag*.

En el 2017, el Premio Nobel de Medicina fue concedido a tres investigadores norteamericanos que analizaron el funcionamiento de nuestro reloj interno. Para ello mantuvieron a moscas de la fruta en dos habitaciones distintas, que denominaron «Nueva York» y «San Francisco», y emularon en cada una de ellas la exposición a la luz según el correspondiente ritmo solar de las dos ciudades costeras. Las moscas se introducían continuamente en un avión (un tarro) y viajaban a la otra ciudad. Los estadounidenses observaron cómo lidiaban las moscas con las tres horas de *jet lag*.

Averiguaron que para el reloj interno son esenciales dos genes distintos. ¡La química se vuelve directamente fascinante cuando se tocan los genes! Nuestro ADN no solo es una molécula, sino que además se ocupa de la producción de otras moléculas de importancia vital. En nuestros genes se encuentra codificada toda la información que necesitamos para vivir, incluida la de nuestro reloj interno. Este código se puede leer y traducir con la producción de proteínas por parte de estos genes. Dicho en otras palabras: los genes tienen el plan, las proteínas lo llevan a cabo. (Las proteínas

son unas moléculas sumamente importantes, de las que sabremos más a lo largo de este libro.)

De manera que los dos genes responsables del reloj producen dos proteínas responsables del reloj. En el curso del día, la concentración de ambas proteínas primero aumenta, pero después las dos forman una unidad, y en este equipo de dos miembros son capaces de poner en práctica el plan que en realidad tenían sus genes: inhibir su propia producción. Sí, habéis leído bien. Esas proteínas se producen para detener su propia producción; esto es, provocan que sus propios genes ya no se puedan leer. De forma semejante a lo que sucede con el cortisol y el estrés, aquí tenemos un retroacoplamiento negativo. Si no se producen más proteínas responsables del reloj, su concentración disminuye. Al final la concentración de proteínas es tan baja que la lectura de los genes ya no se ve inhibida, y la producción de proteínas comienza de nuevo. Y todo este ciclo dura casi exactamente 24 horas. Por tanto, el día y la noche también se hallan codificados en nuestros genes.

No obstante, tengo la sensación de que algo va mal con mis genes. Estoy convencida de que mi cuerpo está hecho para un día de 30 horas: necesitaría días mucho más largos y dormir mucho más. Me gustaría que alguien me estudiara.

—Me tengo que ir —anuncia Matthias.

El móvil me vibra. Sorprendida, veo que es Christine. ¿Ya está despierta a esta hora?

«Creo que he roto con Jonas», escribe.

«Ahora mismo te llamo», contesto.

Matthias, ya con la ropa de deporte, asoma la cabeza por la puerta abierta y pregunta si hace falta que coja las llaves.

—No —digo—. Cierra la puerta, que se sale el calor.

