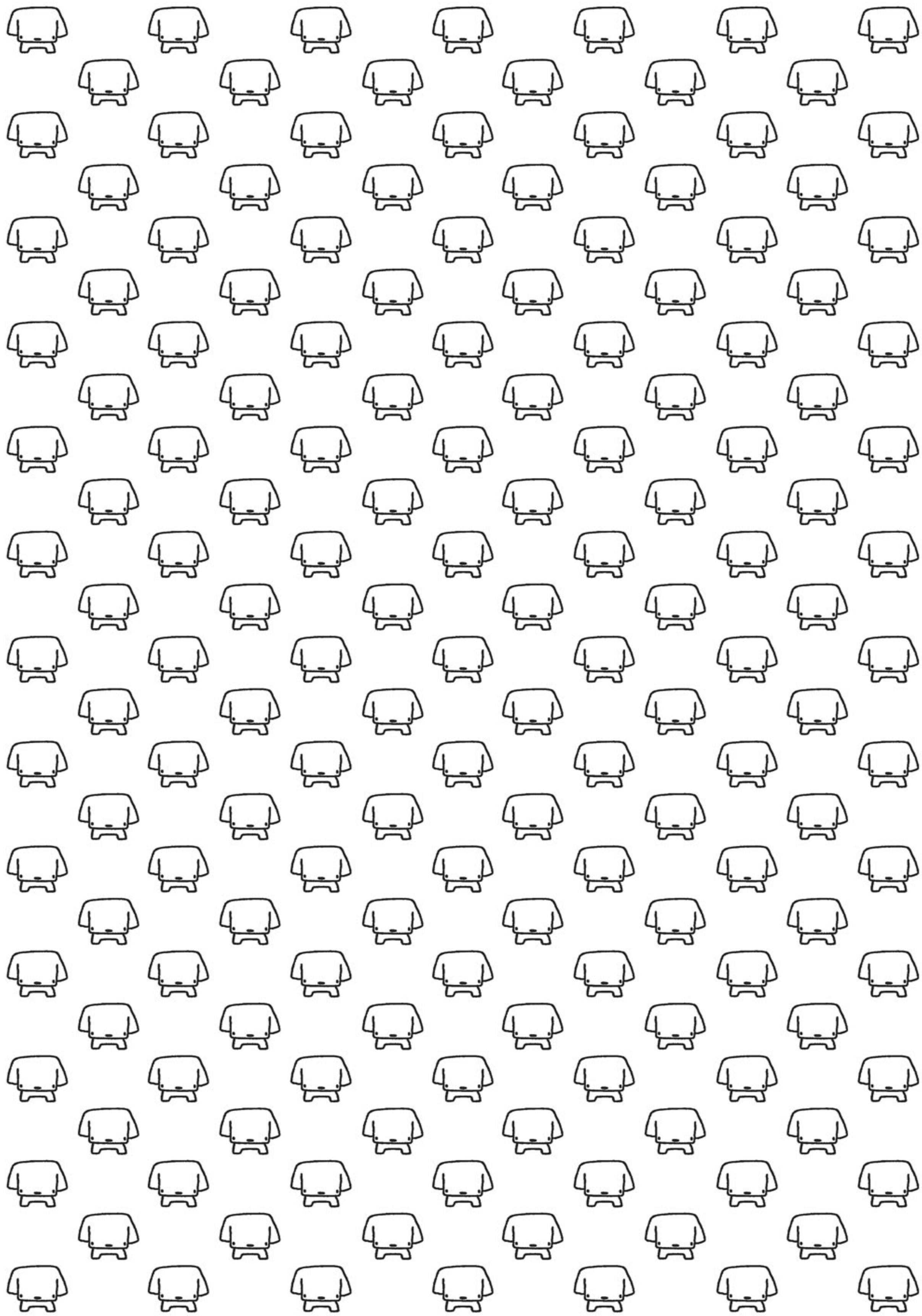
Kit Yates

Los números de la vida

7 PRINCIPIOS MATEMÁTICOS QUE DAN FORMA A NUESTRA EXISTENCIA



Si la perrita Blackie fuese una ecuación,
sería una muy compleja, casi irresoluble.
Y el resultado sería: infinito.

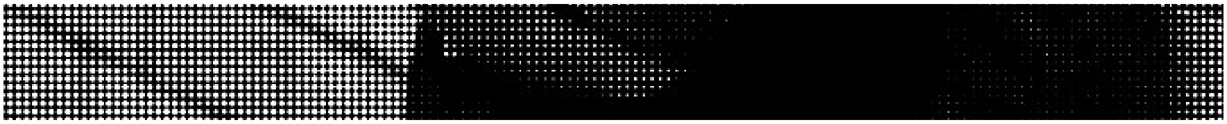
KIT YATES

Los números de la vida

Siete principios matemáticos que dan forma a nuestra existencia

BLACKIE BOOKS
141

Traducción de Francisco J. Ramos Mena



KIT YATES es profesor titular de biología matemática en la Universidad de Bath. Su trabajo consiste en seleccionar fenómenos del mundo real y descubrir las verdades matemáticas que se encuentran detrás de ellos. Extrae los patrones comunes que subyacen a estos procesos y los comunica. Trabaja en aplicaciones tan diversas como la enfermedad embrionaria, los patrones en las cáscaras de huevo y el enjambre devastador de las plagas de langostas, y va descubriendo las conexiones matemáticas en el proceso.

Título original: *The Maths of Life and Death*

Diseño de colección y cubierta: Setanta
www.setanta.es

Calle Església, 4-10
08024 Barcelona
www.blackiebooks.org
info@blackiebooks.org

Maquetación: Newcomlab

Primera edición digital: febrero de 2020
ISBN: 978-84-18187-51-3

Índice

Portada
Los números de la vida
Créditos
Introducción: Casi todo
1. Pensar exponencialmente: El formidable poder y los límites aleccionadores del comportamiento expo
2. Sensibilidad, especificidad y segunda opinión: Por qué las matemáticas realzan la medicina
3. Las leyes de las matemáticas: El papel de las matemáticas en la ley
4. No te creas la verdad: Cómo desacreditar las estadísticas que nos presentan los medios
5. Lugar equivocado, momento equivocado: La evolución de nuestros sistemas numéricos y cómo nos defr
6. Optimización implacable: El ilimitado potencial de los algoritmos, desde la evolución hasta el co
7. Susceptible, infeccioso, eliminado: Contener la enfermedad está en nuestras manos
Epílogo: Emancipación matemática
Agradecimientos
Notas

A mis padres, Tim, Nancy y Mary, que me enseñaron a leer,
y a mi hermana, Lucy, que me enseñó a escribir.

Introducción

Casi todo

A mi hijo de cuatro años le encanta jugar en el jardín. Su actividad favorita es desenterrar e inspeccionar bichos, especialmente caracoles. Si tiene suficiente paciencia para esperar, tras la conmoción inicial de verse desarraigados, estos emergen con cautela de la seguridad de sus conchas y empiezan a deslizarse sobre sus manitas dejando un viscoso rastro de mucosidad tras de sí. A la larga, cuando se cansa, se deshace de ellos echándolos, no sin cierta crueldad, en el montón de compost o en la pila de leña que hay detrás del cobertizo.

A finales del mes de septiembre pasado, después de una sesión particularmente intensa en la que desenterró y desechó cinco o seis especímenes de gran tamaño, se acercó a mí mientras yo cortaba leña para el fuego y me preguntó: «Papi, ¿cuántos caracoles hay en el jardín?»; una pregunta engañosamente simple para la que yo no tenía una buena respuesta. Podía haber cien, o podía haber mil; y para ser sincero, él tampoco habría comprendido la diferencia. Sin embargo, su pregunta despertó mi curiosidad. ¿Cómo podíamos resolver juntos ese problema?

Decidimos realizar un experimento. El fin de semana siguiente, el sábado por la mañana salimos a buscar caracoles. Al cabo de diez minutos habíamos reunido un total de 23 de aquellos gasterópodos. Saqué el rotulador permanente que llevaba en el bolsillo de atrás y procedí a dibujar una crucecita en la concha de cada uno de ellos. Una vez que estuvieron todos marcados, volcamos el cubo y los soltamos de nuevo en el jardín.

Una semana después repetimos la operación. Esta vez, nuestros diez minutos de búsqueda nos reportaron solo un total de 18 caracoles. Al inspeccionarlos de cerca, descubrimos que tres de ellos tenían la cruz en la concha, mientras que los otros 15 no llevaban marca alguna. Era la única información que necesitábamos para hacer el cálculo.

La idea es la siguiente: la cantidad de caracoles que capturamos el primer día, 23, representa una determinada proporción de la población total del jardín, que es lo que queremos averiguar. Si podemos calcular esa proporción, podremos aplicarla al número de caracoles que capturamos para encontrar la población total del jardín. De modo que utilizamos una segunda muestra (la que recogimos el sábado siguiente). La proporción de individuos marcados en esta muestra, 3/18, debería ser representativa de la proporción de todo el conjunto de individuos marcados con respecto al total del jardín. Simplificando esta proporción, resulta que los caracoles marcados representan uno de cada seis individuos de la población total (puedes verlo ilustrado en la Figura 1). Por lo tanto, multiplicando por seis el número de individuos marcados capturados el primer día, 23, obtenemos una estimación del número total de caracoles que hay en el jardín: 138.

Después de terminar este cálculo mental, me volví hacia mi hijo, que había estado «cuidando» de los caracoles que habíamos recogido. ¿Y cuál fue su reacción cuando le dije que teníamos aproximadamente 138 caracoles viviendo en nuestro jardín? «Papi —me respondió, observando los fragmentos de concha que todavía tenía enganchados en los dedos—, lo he muerto.» Vale, que sean 137.

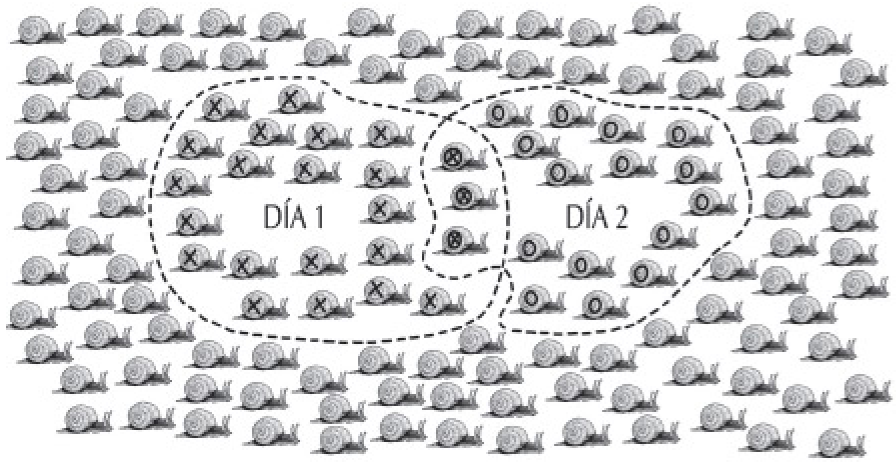


Figura 1. La proporción (3:18) entre el número de caracoles recapturados (marcados con ⊗) y el número total de los capturados el segundo día (marcados con ○) debería ser igual a la proporción (23:138) entre el número de caracoles capturados el primer día (marcados con ×) y el número total de los que hay en el jardín (marcados y sin marcar).

Este sencillo método matemático, conocido como capturarecaptura, o marcaje y recaptura, proviene de la ecología, que lo emplea para estimar el tamaño de las poblaciones de animales. Puedes probar a usar esta técnica tomando dos muestras independientes y comparando la coincidencia entre ellas. Quizá quieras calcular la cantidad de números que se vendieron para la rifa celebrada en la feria local, o hacer una estimación de la asistencia a un partido de fútbol utilizando las matrices de las entradas en lugar de tener que realizar un arduo recuento de los espectadores.

El método de captura-recaptura también se emplea en proyectos científicos serios. Por ejemplo, puede proporcionar información vital sobre las fluctuaciones del número de ejemplares de una especie en peligro de extinción. Si se utiliza para realizar una estimación del número de peces que hay en un lago,[1] podría ayudar a las autoridades a determinar cuántos permisos de pesca pueden emitir. La eficacia de esta técnica es tan grande que su uso se ha extendido más allá del marco de la ecología para proporcionar estimaciones precisas sobre toda clase de cosas, desde el número de drogadictos[2] en una población hasta el número de muertos en la guerra de Kosovo.[3] Tal es el poder pragmático que pueden llegar a ejercer las ideas matemáticas más sencillas. Este tipo de conceptos son los que exploraremos a lo largo del presente volumen, y los que yo utilizo habitualmente en mi trabajo diario como biólogo matemático.

Cuando le digo a la gente que soy biólogo matemático, la reacción que obtengo suele ser un gesto cortés de asentimiento con la cabeza acompañado de un incómodo silencio, como si estuviera a punto de ponerles a prueba para ver si recuerdan la fórmula cuadrática o el teorema de Pitágoras. Pero, más que amedrentarse simplemente, a la gente sobre todo le cuesta entender cómo una disciplina como las matemáticas, que perciben como abstracta, pura y etérea, puede tener algo que ver con otra como la biología, que generalmente se considera práctica, sucia y pragmática. Esta dicotomía artificial a menudo ya se puede encontrar en la escuela: si te gustaba la ciencia, pero no el álgebra, hacían que te decantaras por las ciencias de la vida; si, como yo, disfrutabas de la ciencia, pero no te gustaba cortar cosas muertas (una vez me desmayé al comienzo de una clase de disección al entrar en el laboratorio y ver una cabeza de pescado sentada en mi sitio), te encaminaban hacia las ciencias físicas. Pero ambas nunca se encontraban.

Eso fue lo que me ocurrió a mí. En los últimos cursos de secundaria renuncié a la biología e hice las pruebas de acceso para cursar matemáticas, matemáticas avanzadas, física y química. Al llegar a la universidad tuve que ser aún más selectivo con mis asignaturas, y me entristeció tener que dejar atrás para siempre la biología, una disciplina que en mi opinión tenía un poder increíble para mejorar la vida. Me entusiasmaba enormemente la oportunidad de sumergirme en el mundo de las matemáticas, pero no podía por menos que sentir cierta inquietud al pensar que estaba optando por una disciplina que parecía tener muy pocas aplicaciones prácticas. No podría haber estado más equivocado.

Mientras me abría paso con esfuerzo a través de las matemáticas puras que nos enseñaban en la universidad, memorizando la prueba del teorema del valor intermedio o la definición de espacio vectorial, disfrutaba sobremanera de los cursos de matemáticas aplicadas. Escuché a los profesores explicar las fórmulas que utilizan los ingenieros para construir puentes que no resuenen ni se derrumben con el viento, o para diseñar alas que garanticen que los aviones no se caigan del cielo. Aprendí la mecánica cuántica que emplean los físicos para comprender los extraños sucesos que acontecen a escala subatómica y la teoría de la relatividad especial que explora las extrañas consecuencias de la invariancia de la velocidad de la luz. Asistí a cursos en los que se explicaba cómo utilizamos las matemáticas en disciplinas como la química, las finanzas y la economía. Leí acerca de cómo las empleamos en el ámbito deportivo para mejorar el rendimiento de nuestros mejores atletas, y en el cine para crear imágenes generadas por ordenador de escenas que no podrían existir en la vida real. En resumidas cuentas, aprendí que las matemáticas se pueden emplear para describirlo casi todo.

En el tercer año de carrera tuve la suerte de asistir a un curso de biología matemática. El profesor era Philip Maini, un catedrático norirlandés de unos cuarenta y tantos años y una atractiva personalidad. No solo era la figura preeminente de su campo (más tarde sería elegido miembro de pleno derecho de la Royal Society de Londres), sino que además resultaba evidente que era un enamorado de su disciplina, y su entusiasmo se contagiaba a todos los estudiantes que asistían a su clase.

Aparte de la biología matemática en sí, Philip me enseñó sobre todo que los matemáticos son seres humanos con sentimientos, y no autómatas unidimensionales, como a menudo se los retrata. En palabras del matemático húngaro y especialista en teoría de la probabilidad Alfréd Rényi, un matemático es algo más que «una máquina de convertir café en teoremas». Cierto día en que estaba sentado en el despacho de Philip aguardando el comienzo de una entrevista para un doctorado, vi, enmarcadas en las paredes, las numerosas cartas de rechazo que había recibido de varios clubes de la Premier League a los que había solicitado en broma puestos directivos vacantes. Al final terminamos hablando más de fútbol que de matemáticas.

De manera crucial, en ese punto de mis estudios académicos Philip me ayudó a reconciliarme por completo con la biología. Durante el doctorado, que realicé bajo su supervisión, trabajé en toda clase de cosas, desde descubrir cómo se forman las plagas de langostas y cómo detenerlas, hasta predecir la compleja coreografía que constituye el desarrollo del embrión de los mamíferos y las devastadoras consecuencias que se producen cuando sus pasos dejan de sincronizarse. Construí modelos teóricos para explicar cómo los huevos de las aves forman sus hermosos patrones de pigmentación y escribí algoritmos para rastrear el movimiento de las bacterias que nadan libremente en un medio acuoso. Elaboré simulaciones de cómo los parásitos eluden nuestro sistema inmunitario y cómo se propaga una enfermedad mortal en una población. El trabajo que inicié durante mi doctorado sería la base sobre la que se fundamentaría toda mi carrera. Todavía sigo trabajando en estas fascinantes áreas de la biología y en otras, con mis propios estudiantes de doctorado, en mi puesto actual como profesor adjunto a la cátedra de Matemáticas Aplicadas de la Universidad de Bath.

Como especialista en matemáticas aplicadas, para mí las matemáticas son, ante todo, una herramienta práctica para dar sentido a nuestro complejo mundo. La elaboración de modelos matemáticos puede darnos ventaja en situaciones cotidianas y no requiere escribir cientos de tediosas ecuaciones o líneas de código de ordenador. En su forma más básica, las matemáticas se reducen a patrones. Cada vez que contemplamos el mundo construimos nuestro propio modelo de los patrones que observamos. Si detectamos un motivo en las ramas fractales de un árbol o en la múltiple simetría de un copo de nieve, lo que vemos son matemáticas. Cuando dejamos que nuestros pies se muevan al compás de una pieza musical, o cuando nuestra voz reverbera y resuena al cantar en la ducha, lo que oímos son matemáticas. Si lanzamos una vaselina al fondo de la red o atrapamos una pelota de críquet en su trayectoria parabólica, lo que hacemos son matemáticas. Con cada nueva experiencia, cada información sensorial, los modelos que hemos creado de nuestro entorno se refinan, se reconfiguran y se hacen cada vez más detallados y complejos. Construir modelos matemáticos, diseñados para captar nuestra intrincada realidad, es la mejor manera que tenemos de dar sentido a las reglas que gobiernan el mundo que nos rodea.

Creo que los modelos más simples e importantes son las historias y analogías. La clave para ilustrar la influencia de la corriente invisible que discurre en lo más profundo de las matemáticas es demostrar sus efectos en la vida de la gente: de lo extraordinario a lo cotidiano. Si miramos a través de la lente correcta, podemos empezar a descifrar las reglas matemáticas ocultas que subyacen a nuestras experiencias más corrientes.

En los siete capítulos del presente volumen exploraremos las historias reales de una serie de eventos de trascendental importancia en los que la aplicación (o el mal uso) de las matemáticas ha desempeñado un papel clave: pacientes lisiados por culpa de genes defectuosos y empresarios en bancarrota por culpa de algoritmos no menos defectuosos; víctimas inocentes de errores judiciales y víctimas involuntarias de fallos técnicos de software. Leeremos las historias de inversores que han perdido su fortuna y de padres que han perdido a sus hijos, en ambos casos debido a malentendidos matemáticos. Lidiaremos con dilemas éticos que van desde el cribado en medicina hasta los subterfugios estadísticos, y examinaremos cuestiones sociales pertinentes como los referendos políticos, la prevención de las enfermedades, la justicia penal y la inteligencia artificial. En este libro veremos que las matemáticas tienen algo profundo o significativo que decir sobre todos estos temas, y muchos otros.

En lugar de limitarme a señalar aquellos lugares en los que las matemáticas podrían hacer acto de presencia, a lo largo de estas páginas te proporcionaré un conjunto de sencillas reglas y herramientas matemáticas que pueden servirte de ayuda en los diversos aspectos de tu vida cotidiana, desde obtener el mejor asiento en el tren hasta mantener la calma cuando el médico te informa de un resultado inesperado en una prueba. Sugeriré formas sencillas de evitar cometer errores numéricos, y nos ensuciaremos las manos de tinta de periódico desentrañando las cifras que se ocultan detrás de los titulares. También conoceremos de cerca las matemáticas que subyacen a la genética del consumidor, y observaremos las matemáticas en acción perfilando los pasos que podemos dar para ayudar a detener la propagación de una enfermedad mortal.

Como con un poco de suerte ya habrás deducido, este no es un libro de matemáticas. Tampoco es un libro para matemáticos. En estas páginas no encontrarás ni una sola ecuación. El objetivo del libro no es hacerte recordar las lecciones de matemáticas de la escuela que quizá ya hace años que olvidaste; al contrario: si alguna vez alguien te ha marginado y te ha hecho creer que no puedes participar del mundo matemático o que las matemáticas no son lo tuyo, considera este libro como una emancipación.

Creo sinceramente que las matemáticas son para todo el mundo, y que todos podemos apreciar las hermosas fórmulas que subyacen en el corazón de los complejos fenómenos que experimentamos a diario. Como veremos en los próximos capítulos, son matemáticas las falsas alarmas que suenan en nuestra mente y la falsa confianza que nos ayuda a dormir por las noches; las historias que nos invaden en las redes sociales y los memes que se difunden a través de ellas. Son matemáticas los resquicios legales y el remedio para subsanarlos; la tecnología que salva vidas y los errores que las ponen en riesgo; el brote de una enfermedad mortal y las estrategias para controlarla. Representan nuestra mejor esperanza de responder a las cuestiones fundamentales sobre los enigmas del cosmos y los misterios de nuestra propia especie. Nos llevan por los innumerables caminos de nuestras vidas, y nos acechan, justo detrás del velo, para observarnos mientras exhalamos nuestro último aliento.

1

Un estallido silencioso

EL FORMIDABLE PODER Y LOS LÍMITES ALECCIONADORES DEL COMPORTAMIENTO EXPONENCIAL

Darren Caddick es profesor de autoescuela en Caldicot, un pueblecito de Gales del Sur. En 2009 se le acercó un amigo con una lucrativa oferta. Si invertía 3000 libras en un grupo de inversión local y conseguía que otras dos personas que hicieran lo mismo, obtendría una ganancia de 23000 libras en solo un par de semanas. Al principio, Caddick pensó que era demasiado bueno para ser verdad y resistió la tentación. Pero sus amigos le convencieron de que «nadie saldría perdiendo, porque el plan seguiría y seguiría y seguiría» de manera indefinida, de modo que decidió probar suerte. Lo perdió todo, y diez años después todavía está pagando las consecuencias.

Sin darse cuenta, Caddick se había metido en la base de un esquema piramidal que resultó que no pudo «seguir» indefinidamente. Iniciado en 2008, el esquema —que respondía al nombre de Give and Take («toma y daca»)— se quedó sin nuevos inversores y se desmoronó en menos de un año, pero no sin antes absorber 21 millones de libras de más de 10 000 inversores en todo el Reino Unido, el 90 % de los cuales perdieron su participación inicial de 3000 libras. Los esquemas de inversión que dependen de que sus inversores capten a muchos otros para obtener sus dividendos están condenados al fracaso. El número de nuevos inversores necesarios en cada nivel aumenta en proporción al número de personas ya incorporadas al esquema. En un esquema piramidal de este tipo, tras solo quince rondas de captación de nuevos inversores habría más de 10 000 personas. Aunque esta parece una cifra importante, en el caso de Give and Take se alcanzó con bastante facilidad. Sin embargo, tras otras quince rondas de captación se habría requerido la inversión de uno de cada siete habitantes del planeta para mantener el esquema en marcha. Este vertiginoso tipo de crecimiento, que aquí condujo a una inevitable falta de nuevos inversores y el consecuente desmoronamiento del esquema, se conoce como crecimiento exponencial.

De nada sirve llorar por la leche estropeada

Se dice que algo crece exponencialmente cuando aumenta en proporción a su tamaño actual. Imagina que, cuando abres la botella de leche por la mañana, una sola célula de la bacteria *Streptococcus faecalis* se cuela en su interior antes de que vuelvas a cerrar el tapón. *Strep f.* (como se la denomina de forma abreviada) es una de las bacterias que hacen que la leche se agrie y cuaje; pero una célula no parece gran cosa, ¿verdad?[1] Quizá resulta un poco más preocupante descubrir que, una vez en la leche, una célula de *Strep f.* puede dividirse y producir dos células hijas cada hora.[2] En cada generación, el número de células aumenta en proporción al número actual de estas, de modo que su número crece exponencialmente.

La curva que describe cómo aumenta una cantidad que crece exponencialmente tiene una forma que recuerda a una de las típicas rampas que utilizan los aficionados a hacer piruetas con patines, monopatines o bicicletas BMX.

Inicialmente, la pendiente de la rampa es muy suave: la curva es extremadamente poco pronunciada, y solo va ganando altura de una forma muy gradual (como puedes ver en la primera curva de la Figura 2). Al cabo de dos horas hay cuatro células de *Strep f.* en la leche, y al cabo de cuatro todavía hay solo 16, lo que no parece que represente un gran problema. Sin embargo, al igual que ocurre con la mencionada rampa, luego la altura y la inclinación de la curva exponencial aumentan con rapidez. Al principio, las cantidades que crecen exponencialmente pueden dar la impresión de que aumentan poco a poco, pero de repente despegan de una forma que parece tan abrupta como inesperada. Si te olvidas de la leche durante cuarenta y ocho horas, y el crecimiento exponencial de las células de *Strep f.* se mantiene, la próxima vez que vuelvas a verterla en tus cereales podría haber casi 1000 billones de células en la botella; suficientes para hacer que se te cuaje la sangre, y no digamos ya la leche. En este punto, las células superarían en número al total de habitantes de nuestro planeta en una proporción de 40 000 a uno. A veces se alude a las curvas exponenciales como «curva en forma de J», ya que su forma se asemeja mucho a la curva pronunciada característica de dicha letra. Obviamente, a medida que las bacterias consumen los nutrientes de la leche y cambian su pH las condiciones de crecimiento se van deteriorando, de manera que el incremento exponencial solo se mantiene durante un período de tiempo relativamente breve. De hecho, en casi todos los escenarios del mundo real el crecimiento exponencial a largo plazo resulta insostenible, y en muchos casos patológico, dado que el sujeto en crecimiento consume recursos de manera inviable. Así, por ejemplo, el crecimiento exponencial sostenido de las células del cuerpo es un rasgo distintivo del cáncer.

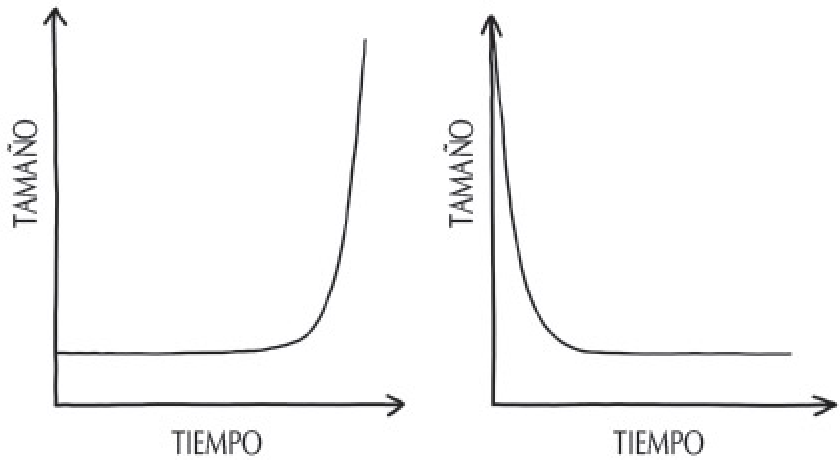


Figura 2. Curvas «en forma de J» de crecimiento exponencial (izquierda) y decaimiento exponencial (derecha).

Otro ejemplo de curva exponencial es un tobogán acuático de caída libre, llamado así porque inicialmente el tobogán es tan empinado que el usuario experimenta la sensación de estar en caída libre. Pero en este caso, al proseguir nuestro avance por el tobogán, nos deslizamos por una curva de *decaimiento* exponencial, en lugar de una curva de *crecimiento* (puedes ver un ejemplo en la segunda imagen de la Figura 2). Se produce decaimiento exponencial cuando una cantidad *disminuye* en proporción a su tamaño actual. Imagina que abres una enorme bolsa de M&M's, los viertes sobre la mesa y empiezas a comer todos los que han caído con el lado que lleva la letra M hacia arriba. Guarda el resto de la bolsa para mañana. Al día siguiente, agita la bolsa y vierte nuevamente los M&M's; de nuevo, cómete los que tienen la letra M a la vista y guarda el resto en la bolsa. Cada vez que viertas los caramelos de la bolsa te comerás aproximadamente la mitad de los que quedan, independientemente de la cantidad con la que empezaste en un primer momento. El número de caramelos disminuye en proporción a los que quedan en la bolsa, lo que se traduce en una disminución exponencial de la cantidad de caramelos. De manera similar, el tobogán acuático exponencial empieza siendo vertical en la parte de arriba, de manera que la altura a la que está el usuario disminuye muy deprisa, al igual que, cuando tenemos un gran número de caramelos, la cantidad que nos comemos también es grande. Pero la curva se va haciendo más gradual y cada vez menos empinada hasta que llega a ser casi horizontal al final del tobogán; del mismo modo, cuantos menos caramelos dejemos, menos podremos comer al día siguiente. Aunque el hecho de que un caramelo individual aterrice en la mesa con la M hacia arriba o hacia abajo es aleatorio e imprevisible, la curva predecible del decaimiento exponencial, en forma de tobogán acuático, es el resultado del número de caramelos que vamos dejando a lo largo del tiempo.

A lo largo de este capítulo descubriremos los vínculos ocultos que existen entre el comportamiento exponencial y diversos fenómenos cotidianos: la propagación de una enfermedad en una población o de un meme en Internet; el rápido crecimiento de un embrión o el crecimiento demasiado lento del dinero de nuestra cuenta bancaria; la forma en que percibimos el tiempo, y hasta la explosión de una bomba nuclear. En nuestro avance iremos desentrañando meticulosamente toda la tragedia del esquema piramidal Give and Take. Las historias de las personas que vieron cómo su dinero era succionado y tragado servirán para ilustrar lo importante que resulta ser capaces de pensar en términos exponenciales, lo que por otro lado nos ayudará a anticipar el ritmo de cambio, a veces sorprendente, del mundo moderno.

Un asunto de gran interés

En las contadísimas ocasiones en que hago un depósito en mi cuenta bancaria, me consuela el hecho de que, por poco que tenga en ella, siempre está creciendo exponencialmente. De hecho, una cuenta bancaria es uno de los lugares donde realmente no hay límites al crecimiento exponencial, al menos sobre el papel. Siempre que el interés sea compuesto (es decir, que el interés se añada a nuestra cantidad inicial y genere nuevo interés por sí mismo), la cantidad total depositada en la cuenta aumenta en proporción a su tamaño actual, lo que, como hemos visto, constituye el rasgo distintivo del crecimiento exponencial. En palabras de Benjamin Franklin: «El dinero gana dinero, y el dinero que gana el dinero gana más dinero». Si pudiéramos aguardar lo bastante, hasta la inversión más pequeña se convertiría en una fortuna. Pero no vayas corriendo aún a cerrar tu fondo para contingencias. Si invirtieras 100 euros al 1 % anual, tardarías más de 900 años en hacerte millonario. Aunque suele asociarse a incrementos rápidos, si la tasa de crecimiento y la inversión inicial son pequeñas, el crecimiento exponencial puede resultar de hecho muy lento.

La otra cara de la moneda es que, dado que se cobra un tipo de interés fijo sobre el monto pendiente (a menudo un tipo alto), las deudas de las tarjetas de crédito también pueden crecer exponencialmente. Al igual que ocurre con las hipotecas, cuanto antes amortices tus tarjetas de crédito y más pagues desde el principio, acabarás pagando menos en conjunto, ya que el crecimiento exponencial nunca tendrá la oportunidad de despegar.

La posibilidad de amortizar las hipotecas y saldar otras deudas fue una de las principales razones esgrimidas por las víctimas de Give and Take para involucrarse de entrada en el esquema. La tentación de conseguir dinero rápido y fácil para reducir las presiones financieras resultó demasiado difícil de resistir para muchos, pese a la persistente sospecha de que algo no acababa de encajar. Como admite el propio Caddick, «la vieja máxima de que "si algo parece demasiado bueno para ser verdad, probablemente lo es", resulta muy, muy acertada en este caso».

Las personas que pusieron en marcha el esquema, las jubiladas Laura Fox y Carol Chalmers, eran amigas desde la época en la que estudiaron en un colegio de monjas católico. Ambas tenían un cierto peso en su comunidad local —una ejercía como vicepresidenta de la filial del club Rotary de su localidad, mientras que la otra era una abuela muy respetada—, y sabían exactamente lo que hacían cuando crearon su fraudulento plan de inversión. Give and Take fue ingeniosamente diseñado para engatusar a posibles inversores al tiempo que ocultaba sus peligros. A diferencia del tradicional esquema piramidal de dos niveles, en el que la persona que ocupa la parte superior de la cadena cobra directamente de los inversores que ha captado y que tiene inmediatamente «debajo», Give and Take operaba como un esquema basado en cuatro niveles. Este sistema recibe nombres distintos en diferentes países; en Norteamérica se conoce como «el juego del avión». En un esquema tipo «avión», la persona de la parte superior de la cadena es el «piloto». Este capta a dos «copilotos», cada uno de los cuales capta a su vez a dos «miembros de la tripulación», cada uno de los cuales capta a dos «pasajeros». En el esquema de Fox y Chalmers, una vez completada esta jerarquía de 15 personas, los ocho pasajeros pagaban sus 3000 libras a las organizadoras, que a su vez ofrecían un enorme beneficio de 23 000 libras al inversor inicial, cobrándose una comisión de 1000. Parte de este dinero se donaba a organizaciones benéficas, y las cartas de agradecimiento remitidas por estas (por ejemplo, la NSPCC, la Sociedad Nacional para la Prevención de la Crueldad con los Niños) añadían legitimidad al esquema; las organizadoras también destinaban otra parte a garantizar el funcionamiento fluido y constante del plan.

Tras cobrar sus beneficios, el piloto abandona el esquema y sus dos copilotos son ascendidos al rango de pilotos, aguardando a la captación de ocho nuevos pasajeros en la base de su pirámide. Los esquemas tipo avión resultan especialmente atractivos para los inversores, ya que cada nuevo participante solo necesita captar a otras dos personas para multiplicar por ocho su inversión (aunque, por supuesto, luego cada una de ellas tiene que captar a otras dos, y así sucesivamente). Otros esquemas, más planos, requieren un esfuerzo de captación individual mucho mayor para obtener los mismos rendimientos. Por otra parte, la estructura de cuatro niveles de Give and Take implicaba que los miembros de la tripulación nunca cobraban directamente de los pasajeros que captaban. Dado que es probable que las nuevas personas captadas sean amigas y parientes de los miembros de la tripulación, esto garantiza que el dinero nunca se transmita directamente entre personas con una estrecha relación. Esta separación entre los pasajeros y los pilotos cuyos pagos financian hace que la captación resulte más fácil y que disminuya la probabilidad de represalias, lo que genera una oportunidad de inversión más atractiva y, por ende, facilita la captación de miles de inversores en el esquema.

Del mismo modo, muchos de los inversores del esquema piramidal Give and Take obtuvieron la confianza necesaria para invertir tras enterarse de casos de personas que habían invertido con anterioridad y habían cobrado sus beneficios, y, en algunas ocasiones, incluso de haber presenciado personalmente el cobro. Con este fin, las organizadoras del esquema, Fox y Chalmers, organizaban lujosas fiestas privadas en el hotel Somerset, propiedad de esta última. En los folletos que se repartían en dichas fiestas se incluían fotos de los miembros del esquema tendidos en camas cubiertas de dinero o agitando puñados de billetes de cincuenta libras ante la cámara. En cada una de esas fiestas, las organizadoras también invitaban a algunas de las «novias» del esquema: aquellas personas (principalmente mujeres) que habían llegado al puesto de piloto de su celda piramidal y debían recibir sus beneficios. A las novias se les formulaban cuatro preguntas sencillas como «¿Qué parte le crece a Pinocho cuando miente?» frente a una audiencia de entre 200 y 300 potenciales inversores.

Se suponía que esta especie de «prueba» servía para sacar partido a una laguna legal que Fox y Chalmers creían que permitía realizar este tipo de inversiones, siempre que estuviera involucrado un elemento de «habilidad». En un vídeo de uno de esos eventos grabado con un teléfono móvil se oye gritar a Fox: «¡Jugamos en nuestras propias casas, y eso es lo que lo hace legal!». Se equivocaba. Miles Bennet, el abogado que llevó el caso a los tribunales, explicaba: «La "prueba" era tan fácil que nunca hubo nadie que tuviera que cobrar y no obtuviera su dinero. ¡Incluso podían pedirle a un amigo o a un miembro del comité que les ayudara con las preguntas, y el comité conocía las respuestas!».

Eso no impidió que Fox y Chalmers utilizaran las fiestas de entrega de premios como una especie de vacuna en su rudimentaria campaña de marketing viral. Al ver a las novias con sus cheques de 23000 libras, muchos de los invitados se decidían a invertir y alentaban a sus amigos y parientes a hacer lo mismo, creando así una nueva pirámide por debajo de ellos. Siempre que cada nuevo inversor pasara el testigo a dos o más personas, el esquema se prolongaría indefinidamente. Cuando Fox y Chalmers pusieron el plan en marcha, en la primavera de 2008, ellas eran los únicos dos pilotos. Buscando amistades dispuestas a invertir y, en la práctica, a ayudarles a organizar el esquema, la pareja no tardó en embarcar a cuatro personas más. Estas cuatro captaron a otras ocho, y luego a 16, y así sucesivamente. Esta duplicación exponencial del número de personas captadas en el esquema resulta muy similar a la duplicación del número de células en un embrión en crecimiento.

El embrión exponencial

Cuando mi esposa estaba embarazada de nuestro primer hijo, ambos nos obsesionamos, como muchos futuros padres primerizos, por tratar de descubrir qué sucedía en el interior de su vientre. Pedimos prestado un monitor cardíaco de ultrasonidos para poder oír los latidos del corazón de nuestro bebé; nos inscribimos en ensayos clínicos para que le hicieran más ecografías de las que le correspondían, y leímos uno tras otro un montón de sitios web que describían lo que le estaba sucediendo a nuestra hija a medida que crecía y hacía vomitar a mi esposa a diario. Entre nuestros «favoritos» figuraban los sitios web del tipo «¿Cuán grande es tu bebé?», en los que se