

# MASES Y MENOS

Las matemáticas y el mundo  
que nos rodea

STEFAN BUIJSMAN

Traducción de Julio Grande

ALIANZA EDITORIAL

Título original: *Plusjes en minnen. Wiskunde en de wereld om ons heen*, originalmente publicado en De Bezige Bij, Ámsterdam.

Alianza Editorial agradece el apoyo de la Dutch Foundation for Literature para la publicación de este libro.

**N**ederlands  
letterenfonds  
dutch foundation  
for literature

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

Copyright © 2018 Stefan Buijsman, *Plusjes en minnen*

© de la traducción: Julio Grande Morales, 2019

© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 2019

Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15

28027 Madrid

[www.alianzaeditorial.es](http://www.alianzaeditorial.es)

ISBN: 978-84-9181-699-7

Depósito legal: M. 23.454 -2019

Printed in Spain

---

SI QUIERE RECIBIR INFORMACIÓN PERIÓDICA SOBRE LAS NOVEDADES DE ALIANZA EDITORIAL, ENVÍE UN CORREO ELECTRÓNICO A LA DIRECCIÓN:

[alianzaeditorial@anaya.es](mailto:alianzaeditorial@anaya.es)

---

# Introducción

Retrocedamos un poco en el tiempo. Estoy observando con mirada vidriosa a mi profesor de Matemáticas; en una pizarra digital hay una serie de fórmulas y, al lado, puede verse el dibujo de una línea ondulada entreverada con unas cuantas líneas rectas. Como todo alumno que haya recibido clases de matemáticas en los cursos superiores del bachillerato, no tengo más remedio que aprender el funcionamiento de esas fórmulas y dibujos. ¿Por qué? En mi caso, porque mi propósito es estudiar Astronomía. Lo que no sabía en ese momento es que soy demasiado impaciente para estudiar esa carrera. Pero supongamos que sí lo hubiera sabido y que, además, en mi profesión actual casi nunca tuviera la necesidad de hacer cálculos; en ese caso, habría tecleado en Google esta pregunta: ¿para qué sirven las matemáticas?

El primer resultado que desembucha Google, si lo ponemos en neerlandés, es un artículo del diario *de Volkskrant* sobre el teorema de Pitágoras y la repartición de las pizzas. Es algo muy concreto, pero desarrolla una parte muy pequeña de la utilidad de las matemáticas, ya que sin ellas ni siquiera hubiera sido capaz de buscar una respuesta a mi pregunta en Google o hubiera llegado a un artículo que no tendría casi nada que ver con mi pregunta. Un buscador como Google sólo es posible haciendo un uso inte-

ligente de las matemáticas, y no me refiero solamente a que los ordenadores trabajan con unos y ceros, sino también a que la manera en que Google determina lo que es una respuesta relevante a mi pregunta está basada en una parte de esta ciencia. Antes de que los fundadores Sergey Brin y Larry Page inventaran su método en 1998, el mejor resultado para quien tecleara en la línea de búsqueda «Bill Clinton», por ejemplo, era una foto suya con el chiste del día. Quien buscara «Yahoo» en Yahoo ini siquiera vería aparecer en los primeros diez resultados la propia página web de la empresa! Actualmente, esto ya no es así y es algo que tenemos que agradecerse a las matemáticas.

Sin embargo, hay muchas personas hoy en día que tienen la misma sensación que tenía yo en la escuela secundaria: se encuentran ante una pizarra llena de fórmulas que no comprenden demasiado bien y que no volverán a ver nunca más en la vida cotidiana, así que no es de extrañar que las matemáticas les parezcan incomprensibles e inútiles a muchos, aunque en realidad es todo lo contrario, porque, en verdad, las matemáticas desempeñan un importante papel en nuestra sociedad moderna y a menudo, para quien mire detrás de las fórmulas, también pueden llegar a comprenderse mejor de lo que suele creerse. La manera en que Google nos elige la información exhibe la influencia que ejercen las matemáticas en nuestra vida diaria, tanto en el sentido positivo como en el negativo, y una muestra de los efectos secundarios que encontramos en servicios digitales tales como Google, Facebook y Twitter es la capacidad que tienen de reforzar opiniones ya existentes. En la actualidad, surgen constantemente noticias falsas que difícilmente pueden rebatirse y eso se debe, en parte, a la manera en que funcionan estos servicios y redes sociales. Sólo podremos tratar de manera inteligente con ellos si llegamos a comprender a qué se debe que sean precisamente esta clase de servicios de internet los que refuerzan nuestras opiniones y por qué la manera en que esto ocurre no puede cambiarse así sin más.

En este libro quiero mostrar lo útiles que son las matemáticas. En cierto sentido, está dirigido a mi yo más joven, ahora

que les he cogido el tranquilo. Al mismo tiempo, está dirigido a todas las personas que, como me pasaba a mí antes, piensan que los cálculos matemáticos sólo son un engorro y que en el futuro será estupendo perderlos de vista y no tener nada que ver con ellos. Desde que trabajo como filósofo de las matemáticas y reflexiono mucho sobre cómo funcionan y cómo las enseñamos, soy consciente de que esta disciplina es muy relevante, ya tengas que calcular cosas en tu profesión o no. Las matemáticas tratan de mucho más que de fórmulas —que apenas encontrarás en este libro—, pues si bien son muy prácticas a la hora de calcular algo específico, a menudo distraen de las ideas subyacentes.

Para mostrar que las matemáticas son más importantes y comprensibles de lo que creen muchas personas, hablaré aquí sobre unas cuantas ramas de las matemáticas y de las ideas que hay detrás. Es sorprendente la cantidad de aplicaciones que tienen algunos de los campos de esta ciencia, aplicaciones que todo el mundo es capaz de comprender, sobre todo si te olvidas por un momento de las fórmulas que subyacen en segundo plano. Tomemos la teoría de los grafos: un buscador como Google la utiliza para ordenar los resultados de la búsqueda, pero también se utiliza, por ejemplo, para predecir cómo reaccionará a un tratamiento un paciente con cáncer y para estudiar los flujos de tráfico en una gran ciudad.

Lo mismo vale para los demás campos de las matemáticas modernas que tocará este libro: la estadística y el cálculo integral y diferencial. Las ideas que subyacen suelen ser inesperadamente simples y son mucho más útiles de lo que puedes llegar a suponer en el colegio. Con la estadística te encuentras casi cada día: en la forma de los números en las noticias sobre delincuencia, economía, política, etcétera, etcétera. A menudo no está claro lo que hay que hacer exactamente con esos números o de dónde vienen; no en vano ya hace cien años que se nos lleva advirtiendo de que las estadísticas pueden llegar a ser engañosas, y, desde entonces, esa advertencia sólo ha ido creciendo cada vez más.

El papel de las diferenciales e integrales se parece más al de la teoría de grafos: son útiles porque posibilitan todo tipo de aplicaciones sin que nos demos cuenta. Desde la Revolución Industrial se han utilizado, entre otras cosas, para mejorar la eficacia de las máquinas de vapor, hacer que los coches circulen de manera autónoma y construir rascacielos. Si hay una rama de las matemáticas que haya cambiado la historia, es ésta.

Pero antes de que empiece a profundizar de manera más extensa en las muchas aplicaciones modernas de esta ciencia, debemos remontarnos a sus primeros principios. Para esto no necesitamos buscar complicados problemas históricos o eruditos de la Antigüedad, sino que nos adentraremos en la historia del ser humano en sí. Cada ser humano dispone, al nacer, de un número notable de destrezas matemáticas, por lo que en principio podríamos sobrevivir perfectamente sin clases de Matemáticas. La historia nos enseña que estas habilidades innatas empiezan a fallar tan pronto como las personas comienzan a convivir en grupos más numerosos. En un momento dado, las sociedades se vuelven simplemente demasiado grandes para poder funcionar sin matemáticas y, por eso, viramos hacia la aritmética y la geometría. Algunas culturas han conseguido seguir viviendo sin forma alguna de matemáticas, pero en estos casos siempre se trata de pequeñas sociedades que, por ejemplo, no construyen ciudades. La abstracción de las matemáticas es necesaria para asuntos como la organización de una comunidad, para la seguridad, para la construcción de casas y otros edificios, para la regulación del abastecimiento de víveres, etcétera. Ellas simplifican más los problemas prácticos y, al simplificarlos, hacen más manejable el mundo a nuestro alrededor.

La cuestión de la utilidad de las matemáticas no trata sólo de esta disciplina en la práctica. Es, en primer lugar, una cuestión filosófica, y por eso empezaré y terminaré este libro con una incursión en la filosofía. Los filósofos de las matemáticas, como yo, llevan siglos ocupándose de cuestiones como qué son las matemáticas y cuál es el funcionamiento de su aplicación, sin preocuparse demasiado de los problemas de aritmética ni de las

fórmulas. En parte son cuestiones sin dilucidar, aunque dentro de la filosofía hemos progresado lo suficiente como para señalar el aspecto que debe tener la respuesta correcta.

Sin embargo, debes ser tú mismo quien al final —como en la mayoría de cuestiones filosóficas— elijas lo que piensas sobre esta ciencia y qué respuesta a esas cuestiones es la que más te gusta. Tú mismo deberás también determinar si estás satisfecho con la manera en que las matemáticas se están aplicando hoy en día. ¿Las ventajas de Facebook, por ejemplo, compensan sus inconvenientes? La respuesta a esa pregunta te la dejo a ti. Entretanto, intentaré explicar cuál es su función en esa clase de aplicaciones; por qué Facebook tiene los inconvenientes que, entre tanto, todos conocemos y cómo es posible que esos inconvenientes no puedan resolverse con un simple cambio de la idea matemática subyacente.





## Las matemáticas que nos rodean

Un año tras otro tenemos una parte de las matemáticas detrás de una decisión que afecta a la totalidad de los Países Bajos, ya que los horarios y los lugares adonde van los trenes se determinan basándose en el trabajo de un grupo de matemáticos. Los Ferrocarriles Neerlandeses (NS) comunican los requisitos que deben cumplir esos horarios —por ejemplo, la frecuencia con la que debe circular un *intercity* entre el aeropuerto de Schiphol y Nimega— y queda en manos de los matemáticos, en cuyos cálculos se basa la guía definitiva de horarios e itinerarios, la tarea de encajarlo todo tan bien como sea posible, de manera que la hora a la que llega tu tren depende de una serie de cálculos, siempre y cuando no se hayan cubierto los raíles de hojas otoñales o se haya producido un retraso por cualquier otra razón.

Pero, en realidad, eso es algo que no tiene nada que ver con los cálculos. ¿Por qué es bueno que los matemáticos realicen la guía de circulación de trenes? Los Ferrocarriles Neerlandeses emplean alrededor de 3.000 trenes que paran en casi 400 estaciones. Para evitar accidentes, los trenes no pueden circular demasiado cerca los unos de los otros ni pueden utilizar al mismo tiempo el mismo andén de una estación, pero los viajeros tampoco quieren que un tren tenga que esperar antes de llegar a una estación hasta que el andén quede libre. Una vez que han



El mapa de las vías férreas de los Países Bajos con todas las estaciones y compañías transportistas.

llegado al andén, esos viajeros quieren a continuación que su trasbordo se realice sin complicaciones, de manera que no se vean obligados a correr para alcanzar la siguiente conexión, pero lo que tampoco quieren es tener que esperar media hora al haber perdido por los pelos el tren por enésima vez. También,

a veces, hay puentes ferroviarios que deben abrirse, cambios de aguja rápidos o lentos, y así sucesivamente. Es igual que un puzle, pero uno que tiene una manera de colocar las piezas mejor que la otra. Podría hacerse una guía de horarios e itinerarios como se hace un puzle: preparas todas las piezas y empiezas con lo más sencillo, montando luego a partir de ahí el resto del puzle.

Imaginemos que fuera así. Ese grupo de matemáticos construye en las oficinas centrales de los Ferrocarriles Neerlandeses un modelo a escala de la red ferroviaria del país: una enorme vía de tren con el aspecto del mapa anterior. Organizan 3.000 trenes en miniatura que circulan con sus velocidades correspondientes por la pequeña vía. Una especie de Madurodam, el pequeño país a escala que puede verse en La Haya, pero con 400 estaciones en lugar de las cuatro existentes en miniatura. La guía de horarios e itinerarios puede examinarse ahora en la realidad y ves delante de tus narices lo que pasa cuando dos trenes circulan demasiado cerca el uno del otro y chocan.

Por supuesto que en la práctica no funciona un modelo a esta escala. El espacio en las oficinas de los Ferrocarriles Neerlandeses es demasiado reducido como para colocar allí 400 estaciones y hacer que circulen miles de trenes al mismo tiempo por las vías eléctricas en miniatura. Además, seguro que todo saldría mal, por lo que los trenes se retrasarían y esos retrasos no son tan importantes para la guía de horarios e itinerarios. Naturalmente, todo ha de ser dispuesto para que la red ferroviaria no se altere si llega tarde un tren, pero en realidad está reproduciendo la situación ideal en la que todo sale bien.

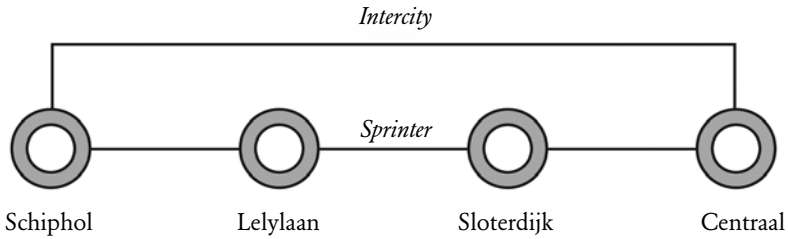
De ahí que haya un grupo de matemáticos que deba cumplimentar esa guía. Al observar el problema desde una perspectiva matemática, en realidad pueden pasar por alto todos esos «pequeños» problemas. ¿Tormentas primaverales? En las matemáticas no existen. El problema matemático sólo trata de las líneas en el mapa sobre las que circulan puntitos imaginarios. Esos puntitos circulan siempre a su debido tiempo, nunca llegan a una tormenta de nieve cuando están circulando y nunca les

afectan las averías. En otras palabras, abstrayendo más los problemas, te evitas tener en cuenta todo tipo de vicisitudes, lo que facilita por sí mismo encontrar una solución. Aplicar las matemáticas al problema ayuda, porque las matemáticas ignoran todos esos detalles insignificantes. En el mapa de las vías férreas sólo se ven puntitos y líneas, sin todas esas cosas prácticas que luego un maquinista sí que deberá tomar en consideración. Aquí sólo se trata de dos cosas: las horas a las que llegan los diferentes trenes a una estación y las horas a las que salen. Si sabes cuáles son los números que hacen posible que todo encaje, el puzle está resuelto. Al verlo todo como un gran problema de aritmética con horarios de trenes, resulta más fácil tener en cuenta el meollo de la cuestión, y es en esto en lo que radica el principal valor de las matemáticas.

Para aclarar mejor cómo funciona, podemos reflexionar sobre una pequeña parte de la red ferroviaria. Hay una línea que va del aeropuerto de Schiphol a Amsterdam Centraal. Por ella circulan trenes que paran en ambas estaciones. En los carteles informativos deben aparecer, por tanto, las horas de llegada y salida de los trenes que circulan de Schiphol a Amsterdam Centraal y de Amsterdam Centraal a Schiphol. Además, hay dos tipos de trenes que realizan este trayecto: un *sprinter*, que para también en Amsterdam Lelylaan y Amsterdam Sloterdijk, y un *intercity* que no se detiene en estas dos estaciones intermedias.

El trayecto entre Schiphol y Amsterdam Centraal lo han reproducido los matemáticos, que han utilizado la teoría de grafos, con líneas para las vías y puntos para las estaciones. En la ilustración de la página siguiente, el *sprinter* es la línea inferior, que recorre las cuatro estaciones, mientras que el *intercity* pasa de largo por las estaciones intermedias, aunque circula por la misma vía. Por eso dibujan una línea recta entre Schiphol y Amsterdam Centraal.

Un esquema así es mucho más simple que una maqueta en miniatura con cuatro estaciones y dos trenes. Además, se parece a los dibujos con los que estamos familiarizados. El mapa de las vías férreas que acabamos de ver podemos comprenderlo con



*Sprinter e intercity entre Schiphol y Amsterdam Centraal.*

facilidad y los carteles amarillos que utilizan los Ferrocarriles Neerlandeses en las estaciones, para mostrar cómo discurre un trayecto ferroviario, con un diseño semejante. La única diferencia es que allí hay más líneas, ya que en el mencionado esquema pueden verse dos rutas de tren en el mismo trayecto.

Con unos cuantos números añadidos es posible, además, hacer cálculos con este esquema. Se puede indicar cuánto tarda en llegar de un círculo al otro poniendo un número en cada línea. El *intercity*, por ejemplo, tarda 14 minutos en ir de Schiphol a Amsterdam Centraal. Así pues, a la línea superior le correspondería un «14». Esos números son el punto de partida para completar el puzle: el tiempo en el que llegan el *sprinter* y el *intercity* a Amsterdam Centraal, por ejemplo, no puede ser el mismo, ya que en ese caso chocarían al tener que estar en el mismo momento en el mismo tramo de línea. Los números hacen más sencilla, a fin de cuentas, la cumplimentación de la guía de horarios e itinerarios de los trenes.

Aunque esto no quiere decir que ahora se haya simplificado todo el problema. Con tantas estaciones y trenes, el cálculo matemático es demasiado grande para hacerlo a mano y hay que recurrir a un ordenador adecuado para encontrar una buena solución. El asunto es que, a pesar de todo, es un problema que puede resolverse en un plazo de tiempo razonable, mientras que se tardaría demasiado en elaborar una guía sobre la base de un modelo a escala. Con un ordenador y la interpretación de las matemáticas, es posible registrar dentro de un plazo razonable los nuevos horarios de los trenes y, de esa manera, se puede in-

cluso comprobar si se ha encontrado la mejor solución, lo que no puede hacerse con la ilustración tal como la he dibujado aquí, pero en el capítulo 7 explicaré con más detalle cómo funciona con los Ferrocarriles Neerlandeses. Lo importante es la idea de que las matemáticas se utilizan en toda clase de circunstancias cotidianas.

### ¿Qué tren he de coger?

Gracias a la teoría de grafos, los Ferrocarriles Neerlandeses pueden decirte también qué tren debes coger para llegar lo más rápido posible a tu destino. Esos consejos también los calcula hoy en día un ordenador, porque resulta más rápido que pedir a un empleado que lo busque en la guía de horarios e itinerarios.

Sin embargo, no suele ser tan difícil hacerte una idea de cuál es el tren que más te conviene. Para quien quiera viajar de Utrecht a Ámsterdam seguro que la mejor opción no es subirse en el tren que va a Venlo. No suele haber tantas alternativas de las que te puedas fiar y, por regla general, también puedes llegar por tus propios medios a saber cuál es la mejor manera de viajar. ¿Cuál es entonces el valor añadido de las matemáticas en las recomendaciones de viaje?

En este caso, las matemáticas ya no simplifican más un problema fácil, pero procuran que puedas resolverlo antes. Un programa de ordenador puede, al igual que tú, mirar en los horarios cuáles son los trenes que circulan en la buena dirección. Ese programa utiliza el modelo matemático para los horarios. También para una recomendación de viaje lo único que importa son los horarios de llegada y salida. Aunque, en este caso, quisieras saber también dónde hay retrasos, así que el esquema deberá mantenerse algo más activo. Por lo demás, puede seguir siendo el mismo.

Un programa de ordenador semejante comienza en el punto de partida de tu viaje. Los próximos pasos dependen del algoritmo subyacente, pero una de las opciones predeterminadas fun-

ciona como sigue: desde el punto de partida, el ordenador va a viajar a todos los lugares posibles, ya que un ordenador no puede echarle, como nosotros, rápidamente un vistazo al mapa con los diferentes trayectos, así que no tiene ni idea de en qué dirección hay que ir para llegar a Ámsterdam desde Utrecht. El ordenador no sólo prueba el primer paso del viaje hacia Hilversum —una línea recta sin puntos intermedios—, sino que también se toma en consideración el primer paso del viaje a Venlo.

Y así sucesivamente, cada vez un paso más. El ordenador se fija en dos cosas: lo que dura cada viaje por separado y si ya has llegado a tu destino. Si uno de los viajes va a parar a Ámsterdam, entonces es una posible recomendación para viajar. El ordenador sabe entonces con exactitud cómo puedes ir de Utrecht a Ámsterdam y cuánto tiempo dura el viaje. Puede incluso encontrarte diferentes opciones.

Calcular las recomendaciones de esta manera es facilísimo, ya que sólo necesitas que un ordenador realice una serie de sumas para llevar la cuenta de la duración del viaje. Es rápido y eficaz, pero también un poco estúpido, porque no tiene ningún sentido proyectar en tu cabeza un viaje en dirección a Venlo cuando quieres ir justo en dirección contraria. Las matemáticas no simplifican más el problema en este punto, lo que sí procuran es que pueda resolverse más rápidamente con el método aquí expuesto, que se abordará en el capítulo 7, simplemente porque empleando las matemáticas puedes conseguir que todo lo haga un programa de ordenador, mientras que sin ellas eso no sería posible.

## Recomendaciones de Netflix

Estás esperando en el andén un tren que, según los horarios, no circula, y te pones a mirar las películas y series nuevas de Netflix. Junto a cada película aparece un porcentaje en verde que indica lo bien que se adapta esa película a las que normalmente ves. A veces no acierta en absoluto y esa película que tendría

que haberte gustado muchísimo es bastante mala, pero si, para variar, decides no ignorar esas cifras, deberían ofrecer una imagen razonable de tu gusto en cuanto a películas y series se refiere. Esa imagen va cambiando a medida que te pones a ver otras películas y se determina, además, de manera completamente automática. En algún lugar hay, por tanto, un programa informático que, sin tener ni idea de películas ni de series, deduce lo que se ajusta o no a tus gustos.

Netflix lo hace, naturalmente, basándose en los datos que tiene. Hay un ingente número de personas que ven películas y series en esta plataforma y se lleva a cabo un seguimiento de todo. La plataforma sabe qué películas y series ves, lo que, dicho de manera muy simple, significa que también sabe qué clase de películas y series son: todo documental sobre la elaboración de guías de horarios e itinerarios de trenes o películas de terror o cualquier otra cosa. Además, Netflix sabe antes que nada en cuál de las diversas categorías se encuentra todo lo que hay en su página web. Une ambas cosas y allí tienes la recomendación. Si lo que más ves son películas de terror, seguro que querrás ver una película que todavía no conoces. No puede ser tan difícil, ¿no?

Lo más difícil lo encontramos en parte en otras cosas que hace Netflix. Para toda clase de películas y series diferentes que no se enmarcan en este ejemplo en el género de terror, ofrece también una puntuación en la forma de un porcentaje. Ese porcentaje indica en qué medida la película coincide con lo que ves normalmente. Netflix determina también, por tanto, en qué medida una película de aventuras coincide con una serie de películas de terror. Si hay más tensión en la película de aventuras, por ejemplo, encaja mejor con tu hábito normal de espectador que si apenas ocurre algo horripilante. Esta clase de detalles se suele obtener cuando pides recomendaciones a tus amigos, pero Netflix sabe también aprovecharlo, aunque no alcanza ni con mucho el nivel de los consejos que te daría un auténtico cinéfilo.

Lo que lo convierte en algo aún más difícil es que tal vez sólo veas una clase determinada de películas de terror. Sólo



películas en las que no hay demasiada sangre, por ejemplo. Entonces, las películas de terror muy sangrientas no serán una recomendación tan apropiada como una película de aventuras algo más emocionante. Guiándote sólo por el género, no siempre obtienes las mejores recomendaciones, porque de lo que realmente se trata es del contenido de la película y eso es algo que todavía no ha llegado a comprender un ordenador; de hecho, sería mejor que contrataras a personas que se encargaran de ver con cada usuario las películas y las series que éste ve para decir a continuación las que se parecen en cuanto a contenido. Naturalmente, con millones de usuarios resulta imposible, así que las recomendaciones debe hacerlas un ordenador y esto sí que es algo factible, aunque hay que utilizar un truco.

La idea que subyace tras ese truco es en realidad muy simple: una buena recomendación es aquella que se parece a lo que te gusta. En todo el mundo las personas ven a través de Netflix series y películas que les gustan y que, por tanto, coinciden con las series y películas que han visto antes. Dos películas se parecen si muchas personas han visto una película después de que hubieran visto la otra. Si hay mucha gente que ha visto *Iron Man 2* después de haber visto *Iron Man*, esas películas se parecerán seguramente y, por tanto, *Iron Man 2* será una buena recomendación después de que hayas visto *Iron Man*. Cuantas más personas utilicen Netflix, tanto más precisas serán las predicciones sobre las películas y las series de la oferta. El programa informático propone las que han sido vistas por muchos otros espectadores que han elegido más o menos las mismas que has visto tú.

Ésta es una solución que lleva implícita un problema. Netflix tiene millones de usuarios que han visto, cada uno, bastantes películas y series. Conforme al truco de Netflix, la solución para las recomendaciones es un simple problema de aritmética: observa cuántas personas que han visto las mismas películas y series han visto el título recomendado. El problema está en el resultado que explico aquí de manera algo simplificada (entre otras cosas porque los detalles reales no se conocen pública-

mente). También tienes que contar con las personas que han visto lo mismo que tú, menos una película o serie. ¿Y qué pasa si no ves sólo películas de terror, sino también te gustan los documentales? Entonces, de repente quedan muchas menos personas que hayan visto exactamente los mismos títulos. Cuantas menos personas, tanto más imprecisa será la recomendación. En la práctica, la idea simple se complica un poco más.

Por eso ayuda representar toda su oferta en un mapa como la guía de horarios e itinerarios de trenes de los Países Bajos, que es lo que en realidad hace Netflix. Cada película o serie es un punto, una especie de estación en el mundo de Netflix. Puedes viajar de una estación a otra y, para ello, sólo hace falta hacer clic en dos películas o series diferentes en su página web.

Para poder calcular con este mapa, aquí necesitas también añadir números. En este caso, naturalmente, no es el tiempo que se tarda en viajar entre estaciones, sino la cantidad de personas que han visto las dos películas o series. Dicho de otro modo, cuántas personas han saltado de una estación a la otra. Eso es algo que puede tener más o menos este aspecto, en el que los números (inventados) indican cuántas personas han visto las dos películas.



Netflix, limitado a tres películas.

Con este esquema la cuestión es qué porcentajes encajan en las películas, indicando estos porcentajes lo bien que se ajusta a tus gustos una película o una serie. Imagínate que sólo has visto *Iron Man* en Netflix. El ordenador ahora debe predecir qué te parecerán *Iron Man 2* y *The Blue Planet*. Según el esquema de arriba, *Iron Man 2* tiene que obtener un porcentaje muy alto. Al

fin y al cabo, una película te gustará más si muchas personas con tu mismo gusto para las películas también han visto esa otra película. *The Blue Planet*, por el contrario, deberá obtener una puntuación baja, porque pocas personas han visto *The Blue Planet* y *Iron Man*. Además, hay pocas personas que hayan visto tanto *Iron Man 2* (que el ordenador piensa que te gustaría) como *The Blue Planet*, es una razón más para darle un bajo porcentaje a *The Blue Planet*.

A fin de cuentas, un ordenador utiliza sus propias predicciones, por ejemplo, acerca de lo que te gustaría *Iron Man 2*, para mejorar las predicciones de otras películas y series. Con sólo tres películas puede hacerse sin dificultad, pero inténtalo con miles de películas o series. En principio, se puede averiguar; al fin y al cabo, con el tiempo y el espacio suficientes también puedes trazar cualquier ruta que quieras seguir sin la ayuda de las matemáticas. Gracias a éstas y sobre todo a los grafos, a los que les tocará el turno en el capítulo 7, no es sólo posible en teoría, sino que es factible en la práctica si dispones de un buen ordenador. La versión matemática de este puzle posibilita a Netflix predecir de manera completamente automática si una película o una serie te van a gustar.

## Las matemáticas están por todas partes

Cada día nos topamos con las matemáticas en todo tipo de lugares. Naturalmente, no lo digo en sentido literal. Ni siquiera yo tengo que calcular nada en un día normal, aunque para mi trabajo reflexiono sobre cuestiones matemáticas. Sin embargo, las matemáticas desempeñan un papel importante entre bastidores, porque sin ellas no habría habido ningún horario para 3.000 trenes y Netflix podría proponerte al azar unas cuantas películas y series, pero muchas menos recomendaciones resultarían atinadas. El buscador de Google apenas habría funcionado. En resumen, los servicios que utilizamos todos los días son sólo posibles porque las matemáticas se emplean en un segundo plano.

Netflix, Google y el programa de circulación de trenes son ejemplos de servicios que dependen de la misma rama de las matemáticas: la teoría de grafos. Pero no es sólo importante ese campo. Tu teléfono te avisa, por ejemplo, del enésimo artículo periodístico en el que hay cifras. Los sondeos para las elecciones, que con unos cuantos números dicen dar una imagen de las preferencias políticas de todo un país. ¿Qué haces con eso? A menudo se equivocan bastante. Sólo hay que pensar en las elecciones a la presidencia de 2016 en los Estados Unidos que, según los sondeos, iba a ganar Hillary Clinton. Los números, por tanto, pueden engañar fácilmente, incluso aunque no sea ésa su intención. Se esconde todo un mundo detrás de la rama de la estadística y, para quien no comprenda lo que puede fallar, es casi inútil una cifra presentada como trascendental. Qué bien que puedan decirte algo los sondeos, pero ¿cómo puedes confiar en ellos si pueden equivocarse tanto?

Levantas la vista de tu teléfono por un instante para pedir un expreso, que se prepara con una máquina de café de esas grandes de acero inoxidable que calienta el agua hasta que alcanza la temperatura adecuada para este tipo de café. Si es una cafetera de lujo, el procedimiento no es tan sencillo, ya que realiza un seguimiento de lo rápido que se calienta el agua y, sobre la base de ese dato, se calcula si debe calentarse más o, por el contrario, debe enfriarse un poco, etcétera. Todo esto hasta que se alcanza la temperatura perfecta y se puede mezclar el café con el agua caliente. Tú no te das cuenta de nada, pero ante tus narices se utilizan esas fórmulas de las que hablaba mi profesor de Matemáticas para hacer café.

Entre tanto, te pones a leer las noticias sobre política. El gabinete ha cambiado determinados planes de gestión. ¿Fue una buena idea retocarlos? Si quieres ser lo más objetivo posible, miras las previsiones sobre los nuevos planes. La Oficina Central de Planificación, fiel a la tradición, lo calcula todo. Que sea una buena o mala idea puede depender de tantas cosas que uno apenas es capaz de seguir el ritmo. A fin de cuentas, aquel cálculo que indica que puedes gastar más dinero resume muy bien

todos esos factores en el único punto que te importa. También para llegar hasta aquí se ha empleado un montón de matemáticas.

Visto de esta forma, las matemáticas ejercen una enorme influencia en tu vida. Sin estar calculando nada tú mismo, dependes de todo tipo de cálculos. La información que utilizas para tomar decisiones es el resultado final del trabajo matemático de otros. Incluso la información que llegas a ver al final depende de un cálculo en algún lugar de un ordenador de Google, Facebook u otra página web que filtra esa información. También la tecnología de tu entorno emplea cada vez más las matemáticas. La cafetera de lujo de la cafetería de la esquina, el piloto automático del avión con el que vuelas a tu destino de vacaciones y el ordenador del que día tras día dependes para trabajar: todos dependen de las matemáticas. Ahora que pueden encontrarse cada vez en más lugares, también es cada vez más importante comprenderlas y ser conscientes de la influencia que ejercen en nuestra vida.

La mayor parte de este libro trata de lo importante y práctico que es hoy en día comprender un poco las matemáticas. Pero ¿qué son en realidad y cómo funcionan? Ésa es una cuestión filosófica por excelencia que se remonta a Platón y a Sócrates. Ellos ya se preguntaban de qué trataban y cómo aprendemos algo sobre ellas. Además, si te paras a pensarlo un poco más, es bastante curioso que las matemáticas tengan tantas aplicaciones siendo, como son, tan increíblemente abstractas. Así pues, ¿cómo es posible que sean útiles? Para responder a esto, necesitamos un poco de filosofía.