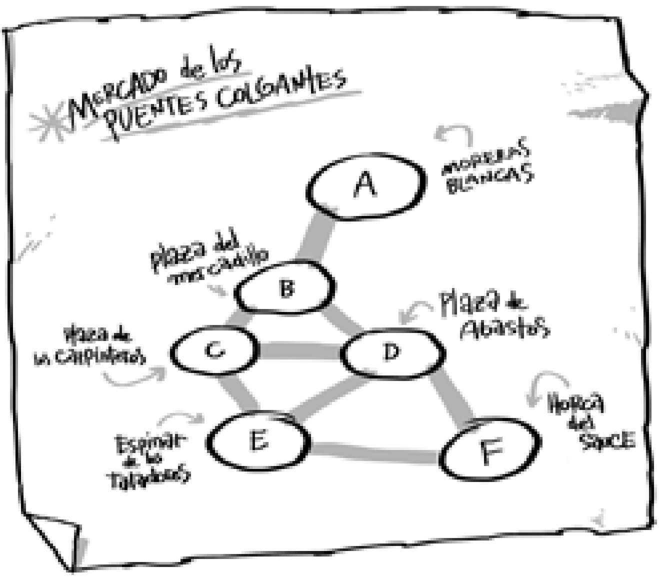
Los archivos de Código Ciencia*

El lenguaje de los puentes

Este es el desafío: ¿se pueden cruzar todos los puentes del mercado de Agrura una, y solo una vez, recorriendo sus tres plazas y sus tres muelles? Para intentar resolverlo me guiaré por el siguiente plano:

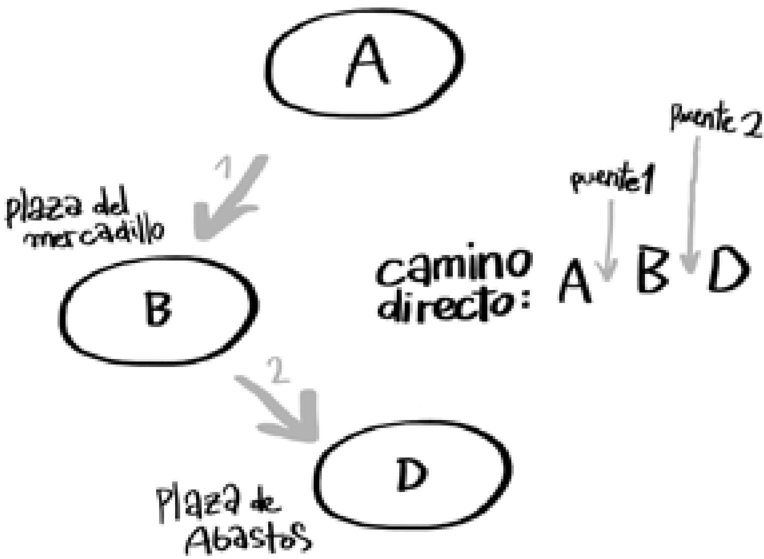


---

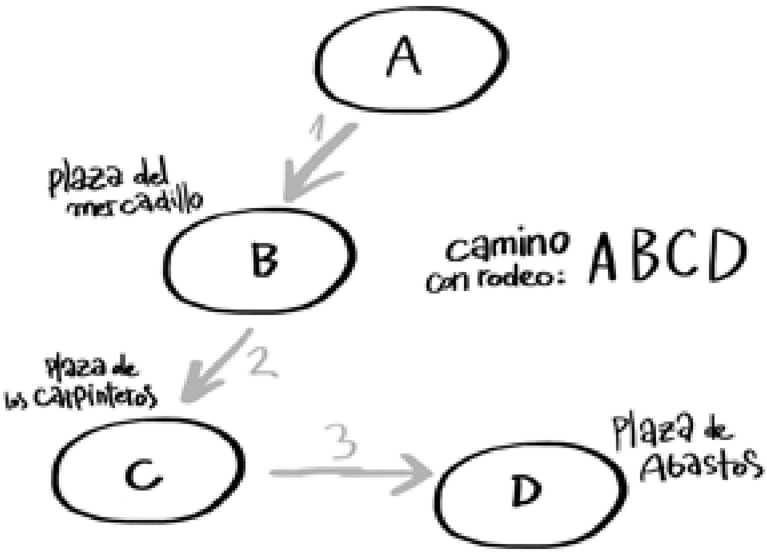
* Notas para escapar de cualquier laberinto (extraídas de los papeles de Ameisín).

Las letras me van a servir para abreviar. La *A* representa el muelle que conduce al camino de las Moreras Blancas; la *B*, la nueva plaza del Mercadillo; la *C*, la plaza de los Carpinteros; la *D*, la de Abastos; la *E*, el muelle del Espinar de los Taladores y la *F*, el de la Horca del Sauce.

Pongamos que vengo de las Moreras, por ejemplo, y que quiero llegar a la plaza de Abastos por la ruta más corta. Entonces tendré que cruzar el puente desde *A* hasta *B*, para luego ir de *B* a *D*. Daré un nombre a ese camino para distinguirlo de los demás. Lo llamaré: *ABD*, utilizando, en orden, las letras de los lugares que he ido atravesando. Dos letras seguidas indican siempre que en medio he cruzado un puente.



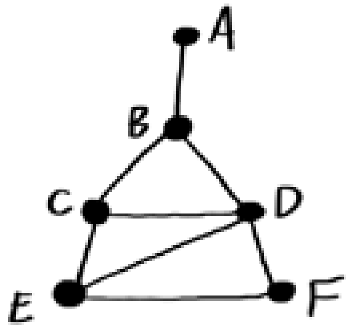
También podría llegar a *D* dando un rodeo:



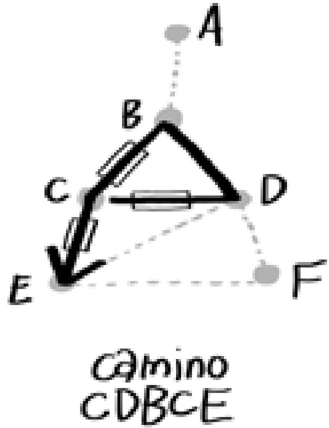
En este caso cruzo tres puentes y sumo cuatro letras: *ABCD*. Es fácil comprobar que al escribir el nombre de cualquier camino que imagine, siempre contaré una letra más que el número de puentes que atraviese. Es la primera pista importante para resolver el desafío.

Pista 1: *Como en el mercado hay ocho puentes, si existe el trayecto que busco, los cruzará todos una sola vez y, sea cual sea el recorrido, su nombre sumará nueve letras.*

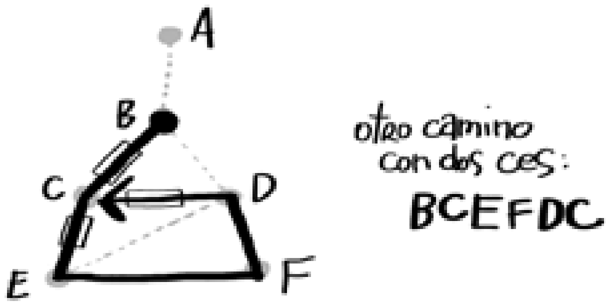
Voy a simplificar el plano del mercado más todavía. Dibujaré un esquema solo a base de puntos y rayas. Sin distracciones. Los puntos representan las plazas y los muelles. Cada línea será un puente.



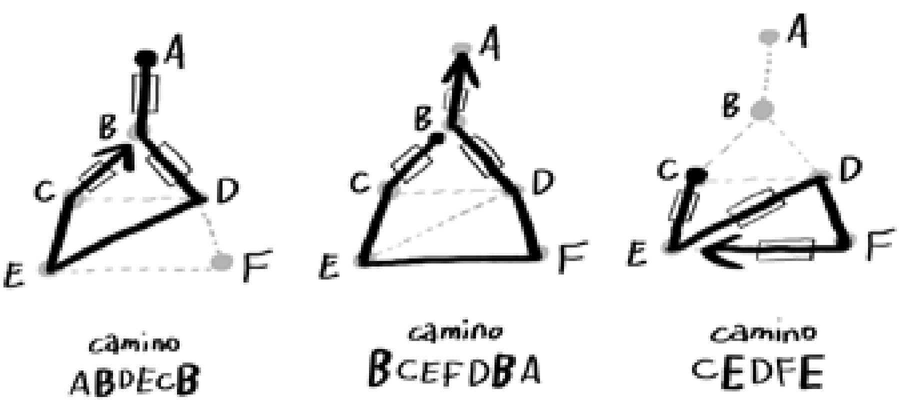
Esto es lo que Barin llamaría una señora garrapata. Con este sistema puedo escribir y dibujar muy rápido cualquier camino. Supongamos, por ejemplo, que empiezo en *C*, que luego paso a *D* y *B*, que me planto de nuevo en *C* y termino en *E*. Así, habré atravesado los tres puentes que salen de *C*. El camino se llama *CDBCE*. En su nombre aparece la *C* dos veces:



Puedo inventarme la ruta que quiera: si pasa una sola vez por cada uno de los tres puentes de *C*, esta letra aparecerá dos veces en el nombre del camino.

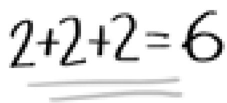


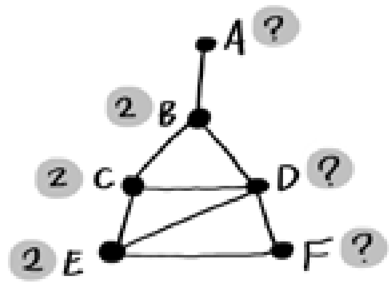
Lo mismo ocurre si hago la prueba con los puntos *B* y *E*, de los que parten también tres puentes. Cualquier camino que los recorra todos una sola vez tendrá en su nombre dos bes o dos es.



¡Y así acabo de tropezar con una segunda pista!

Pista 2: *Si existe la ruta que cruza los ocho puentes del mercado una sola vez, su nombre contendrá dos ces, dos bes y dos es.*



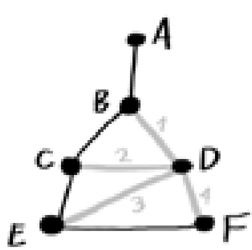


La B, la C y la E contribuyen cada una con un mínimo de dos letras al nombre del camino.

Eso son seis letras. He llegado a una conclusión importante, porque en la primera pista deduje que la ruta total debía tener nueve. Si a nueve le resto seis (las dos ces, las dos bes y las dos es), solo me quedará espacio para añadir tres letras más. Precisamente son las que faltan (la *A*, la *F* y la *D*), así que ninguna de ellas podrá repetirse.

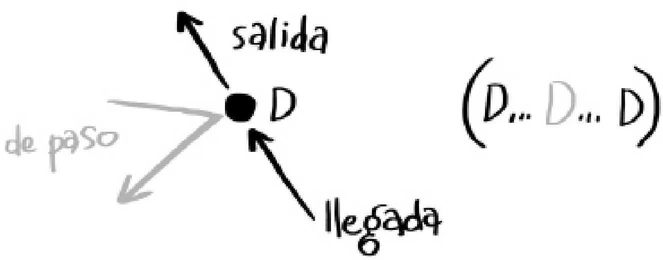
Pista 3: *Las letras A, D y F solo pueden aparecer una vez en el nombre del camino.*

Algo me dice que el punto que me va a plantear más problemas es el *D*, del que salen nada menos que 4 puentes. ¿Puedo inventar un camino que no se salte ninguno de ellos y en cuyo nombre aparezca una sola vez la letra?

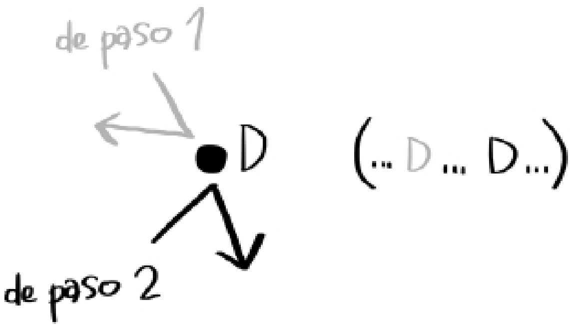


Me da que no, pero por si acaso estudiaré todas las alternativas.

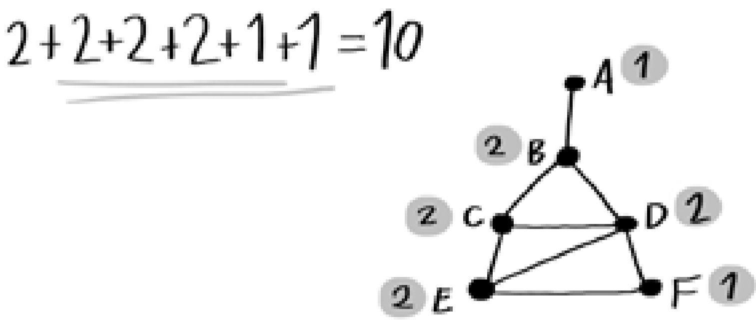
a) Pongamos que el camino parte de *D*. ¡La *D* aparecerá tres veces en el nombre! (D...D...D). La primera corresponde al punto de partida y la última, al de llegada. Como faltan por recorrer todavía dos de los cuatro puentes (en gris en el dibujo), no me queda más remedio que pasar una tercera vez por *D.* Puesto que no valía repetir letras, y en esta opción me han salido tres des, queda descartada.



b) El camino no parte de *D*. ¡La *D* debe aparecer como mínimo dos veces (de paso a otro punto), una por cada pareja de puentes! Como la letra se repite, esta opción también queda descartada.



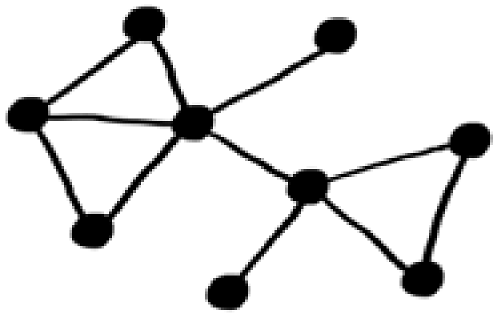
Ha llegado el momento de reunir todas las pistas. Si el camino existe, debe contar con 9 letras. La garrapata se presenta con 6 (*A*, *B*, *C*, *D*, *E* y *F*). He comprobado que la *B*, la *C*, la *E* y la *D* tienen que salir, como mínimo, 2 veces. Eso hacen $4 \cdot 2 = 8$ letras. Como todavía hay que incluir dos más, la *A* y la *F*, cualquier trayecto que recorramos en la realidad sumará como mínimo *10* letras. El que solo pasa una vez por cada puente debe tener *9*. No hay modo de poner un número de acuerdo con el otro, así ¡queda demostrado que el camino que buscaba no existe!



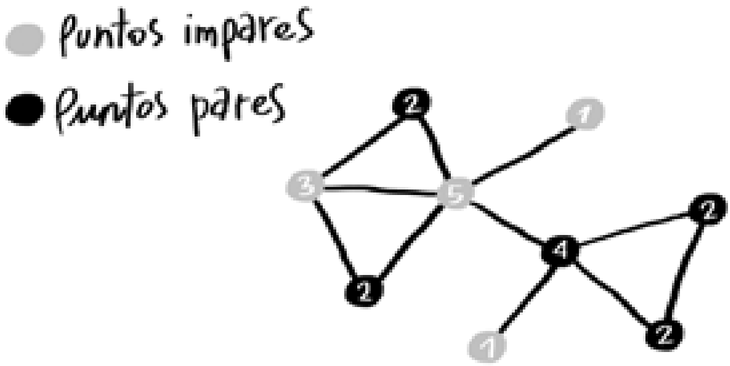
¡Más letras y más puentes!

Después de jugar un poquito con las garrapatas, he conseguido resolver el desafío para un mercado imaginario con tantas plataformas y puentes colgantes como se quieran añadir. Para decidir si el camino que busco existe, basta con seguir los pasos siguientes.

Paso 1: *Hago un plano de los puentes y las plataformas y lo transformo en un esquema de puntos y rayas. Por ejemplo:*

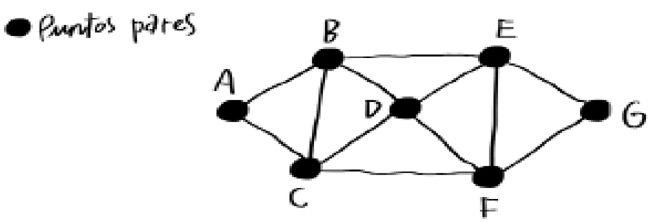


Paso 2: *Cuando de un punto sale un número par de rayas lo llamo par. Cuando sale un número impar, lo llamo punto impar. En la garrapata anterior:*

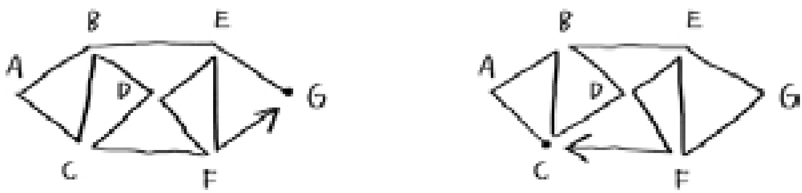


Paso 3: *Observo el esquema-garrapata y cuento el número de puntos pares e impares que presenta.*

Si todos los puntos de la garrapata resultan pares, es pan comido. El camino existe. Puedo comenzar por el punto que más rabia me dé y trazar una ruta que termine en él. Lo podemos comprobar con otro dibujo:



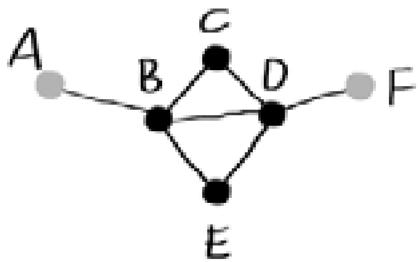
En esta garrapata todos los puntos son pares. Por tanto, partiendo de cualquier letra, puedo esbozar un recorrido que pase por todas y cruce todos los puentes una sola vez:



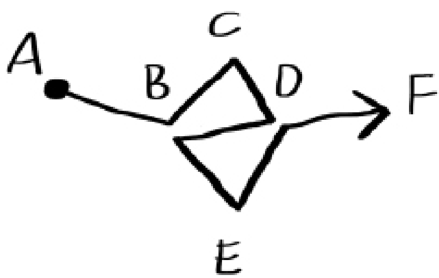
Dos posibles recorridos: uno que sale de G, *y otro, de* C. *Puedes hacer la prueba creando trayectos que salgan de cualquiera de los puntos restantes.*

Si hay justo dos puntos impares, la ruta existe, pero por los pelos. Tengo que empezar precisamente por uno de ellos y terminar en el otro. Si arranco en uno de los puntos pares de la garrapata, la habré fastidiado.

Pongamos por caso:



Aquí los puntos *A* y *F* son impares. El único modo de elaborar un trayecto que cruce todos los puentes es partir de *A* o de *F:*



Si salimos de cualquiera de los puntos pares, no podremos completar la ruta sin repetir alguno de los puentes.

Por último, si hay más de dos puntos impares, la trayectoria será imposible.

En el caso del mercado de los puentes colgantes de Agrura contamos hasta ¡cuatro puntos impares! El *A*, el *B*, el *C* y el *E*. ¡Demasiados!

Los tres pasos que hemos visto sirven también para determinar si una garrapata cualquiera puede dibujarse de un solo trazo, sin levantar el lápiz del papel.

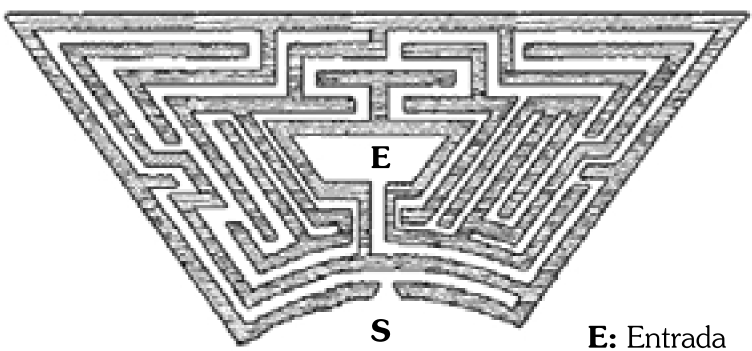
El método infalible para vencer cualquier laberinto

Si me pierdo en las tripas de un laberinto eso significa que me he saltado, por lo menos, uno de sus tramos: ¡el que conduce a la salida!

Lo mejor para evitarlo es asegurarme de que lo recorro entero. Sin repetir pasillos, para tampoco dar demasiadas vueltas. Visto así, el problema se parece sospechosamente al de cruzar todos los puentes del mercado una sola vez. Voy a intentar transformar los laberintos en garrapatas. De ese modo podré aprovechar todo lo que aprendí con ellas.

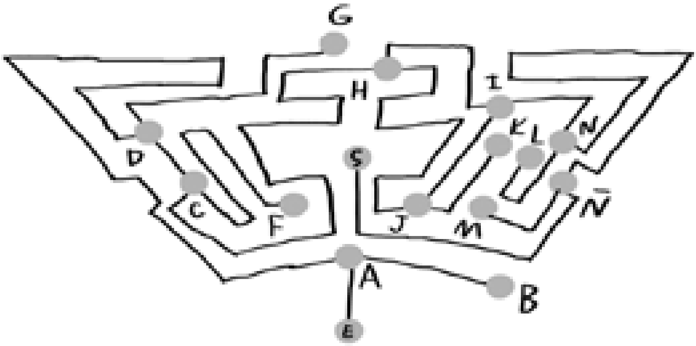
La receta es sencilla: deformaré sus corredores como si fueran una goma elástica, hasta reducir cada pasillo a una línea recta y cada cruce a un punto (los distinguiré con una letra).

¡Atención, que voy!

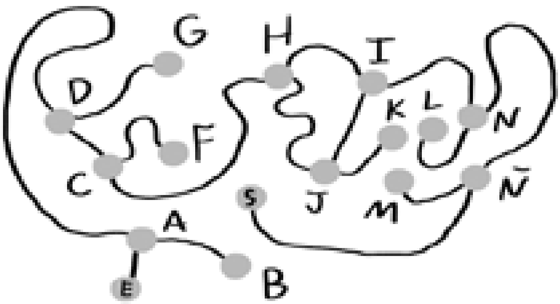


E: Entrada
S: Salida

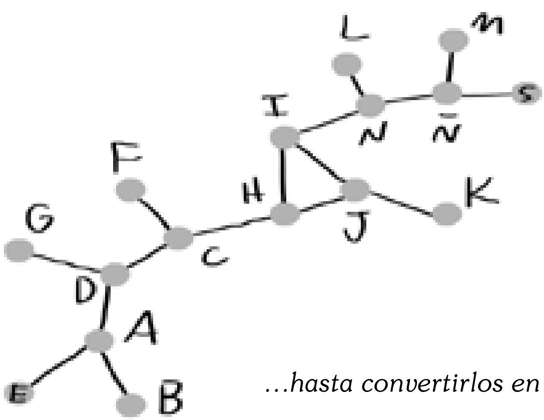
Laberinto de prueba.



Marco cada cruce o final de pasillo con una letra.

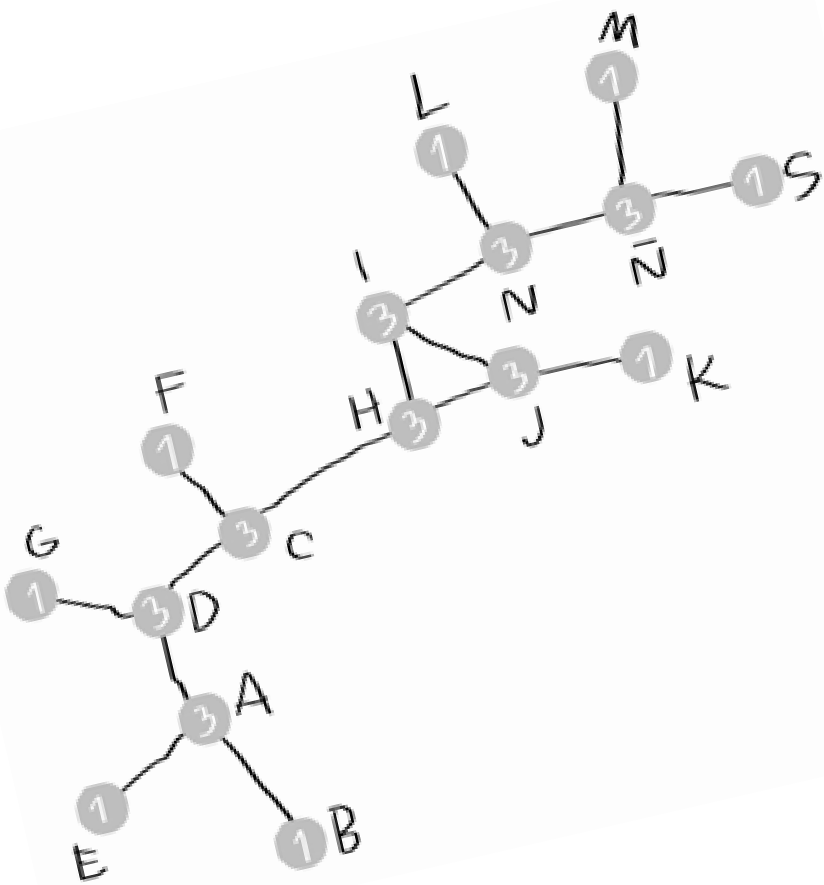


Comienzo a deformar los corredores, como si fueran elásticos…

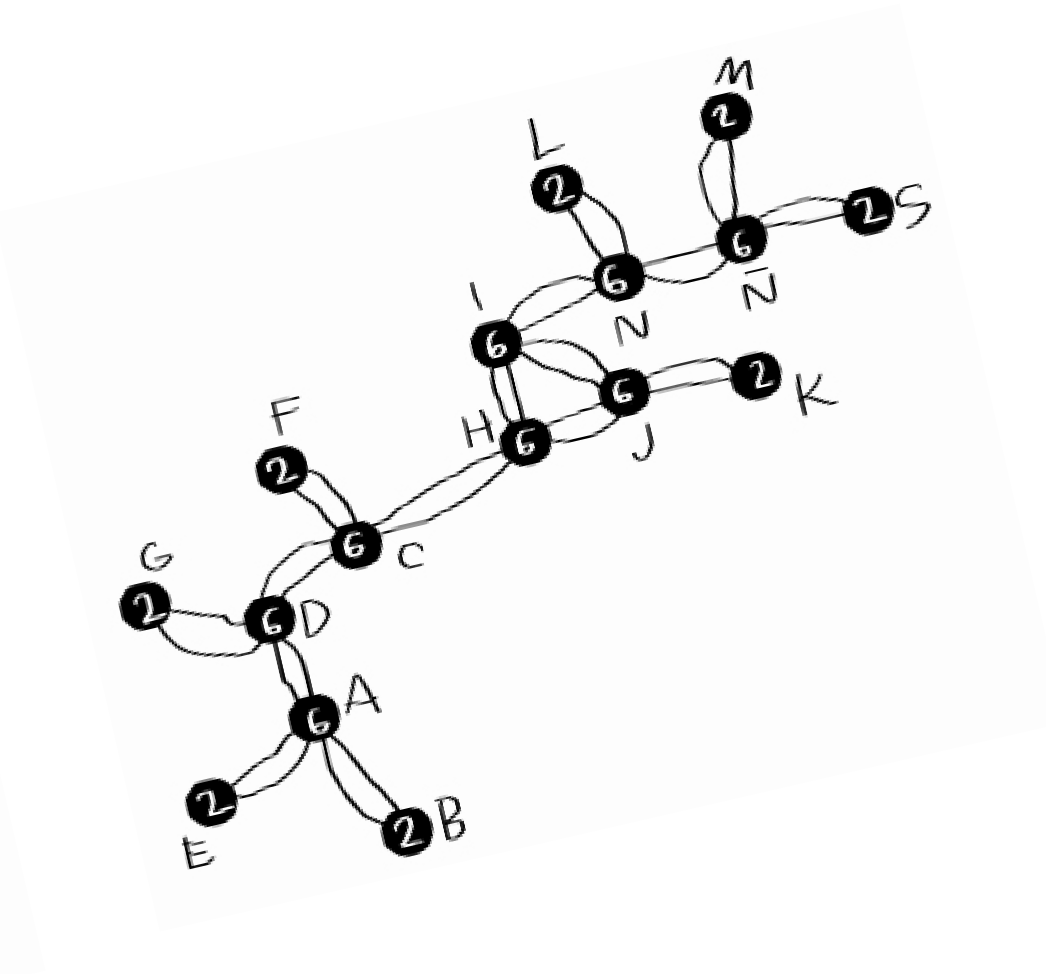


…hasta convertirlos en líneas rectas.

¡Hecho! Si en esta garrapata existe el famoso trayecto que atraviesa todos sus tramos una sola vez, y yo lo recorriera, forzosamente pasaría por la salida en algún momento. ¿Y existe? Reviso mis apuntes y sigo los tres pasos. Al ponerme a contar puntos impares llega la desilusión: hay más de dos. De hecho, ¡los dieciséis puntos son impares! Eso quiere decir que no existe el camino.

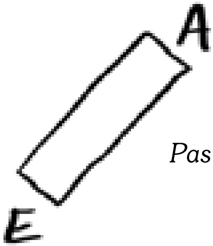


Pero después de la desilusión llega la trampa.
Voy a duplicar todos los puentes:

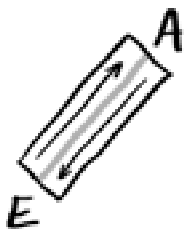


Ahora todos los puntos se han vuelto pares y las reglas sostienen que, en una situación así, el camino siempre existe. ¿Y quién es el majo que se pone a duplicar todos los pasillos de un laberinto?

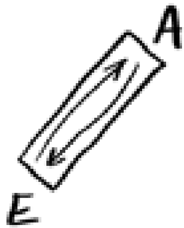
Por suerte, no hace falta salir corriendo en busca de cemento y ladrillos, **basta con que recorra cada pasillo en los dos sentidos:**



Pasillo entre A y E.



Construir dos pasillos entre los puntos A y E...



... equivale a recorrer el mismo pasillo en los dos sentidos.

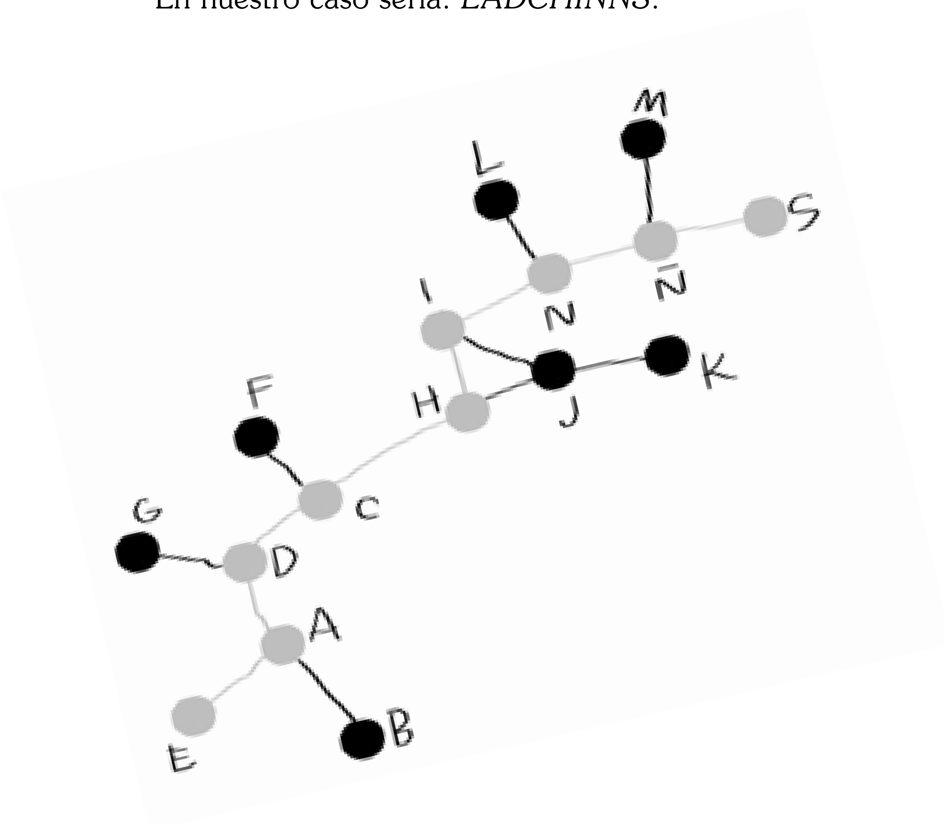
Conclusión: en todo laberinto existe un camino que, de un tirón, atraviesa todos sus pasillos **solo dos veces** (una en cada sentido). Siguiéndolo nunca te quedarás atrapado, porque para perderte necesitas pasar por los mismos pasillos dos, tres, cuatro, cinco... infinitas veces, hasta que te rescatan, das por casualidad con la salida o te quedas encerrado para siempre.

Las seis reglas que le conté a Barin sirven para no recorrer ningún pasillo más de dos veces e ir descartando aquellos que ya se han atravesado de ida y de vuelta. Así vas pasando a los siguientes, hasta que terminas por encontrar el tramo con la salida.

En el laberinto que transformé en garrapata podría trazar a tientas una ruta como esta:

Hay que tener en cuenta que este método no proporciona el camino más corto.

En nuestro caso sería: *EADCHINÑS*.



Se puede seguir este trayecto y escapar del laberinto sin necesidad de recorrer más pasillos. Es más cómodo, vale, pero para descubrirlo hace falta estudiar la garrapata sobre el papel. El mérito de mi sistema es que, aunque sea más largo, funciona sobre la marcha, *cuando nadie ha tenido la amabilidad de dejarte un plano y te encuentras perdido DENTRO del laberinto*.

El enemigo en casa

Grafos

Si vives en una gran ciudad, tienes las garrapatas más cerca de lo que pensabas. ¡Incluso puede que alguna se te haya colado en el bolsillo!

¿Guardas algún plano de metro? Al desplegarlo encontrarás que se parece bastante a los diagramas de Ameisín (si le quitas los colorines): una red de puntos unidos entre sí.

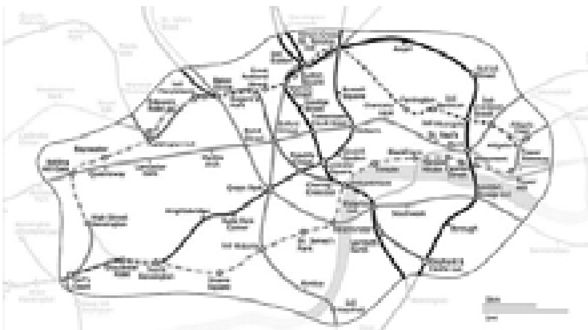
Aunque los viajeros de metro damos por supuesto que esa es la manera obvia de hacer las cosas, el primer mapa garrapata no se estrenó hasta 1933. Lo diseñó en Londres Harry Beck.

Para entonces, el metro llevaba funcionando setenta años y cuando propuso su idea la rechazaron porque la consideraron demasiado radical.

En aquel tiempo los mapas convencionales trataban de respetar a escala la posición de las paradas, la distancia física entre estaciones y el trazado de las vías. A veces se sobreimprimían en un callejero.

Observa, en la siguiente página, la diferencia entre un mapa de garrapata (*A*) y otro que refleja fielmente la geografía (*B*). Ambos muestran la misma sección de la red: la zona 1 del metro de Londres.

A. *Mapa de garrapata.*

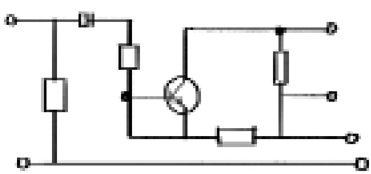


B. *Mapa que refleja fielmente la geografía.*

Beck pensó que a los viajeros les importaría poco la exactitud geográfica (total, una vez dentro de los túneles no veían un pimiento de lo que había alrededor), si las vías trazaban curvas o rectas, o si la distancia entre estaciones cambiaba (no eran ellos quienes tenían que recorrerla).

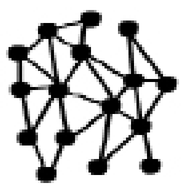
Sin embargo, se fijó en las preguntas que asaltan a los viajeros antes incluso de que planten un pie en las escaleras mecánicas. *¿Qué trayecto sumará menos estaciones? ¿Será línea directa? ¿Cuántas paradas son? ¿Tengo que hacer algún transbordo?* Esa es exactamente la información que proporciona su diseño esquemático. Una idea genial que no tardaron en copiar los demás metros del mundo.

Las garrapatas valen lo mismo para un roto que para un descosido. Los científicos recurren a ellas cada vez que se enfrentan a distribuciones espaciales complejas, cuando necesitan concentrar su pensamiento y dejar a un lado detalles accesorios que puedan despistarlos.

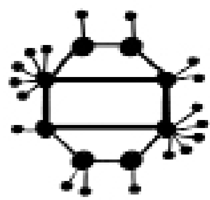


Circuito eléctrico

Molécula



Red neuronal



Red de Internet

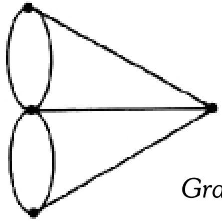
Una rápida visita al zoo de las garrapatas.

Los matemáticos estudian las propiedades de las garrapatas y les dan un nombre más respetable: grafos.

¿Te atreves a...?

Resolver el desafío de los puentes de Königsberg

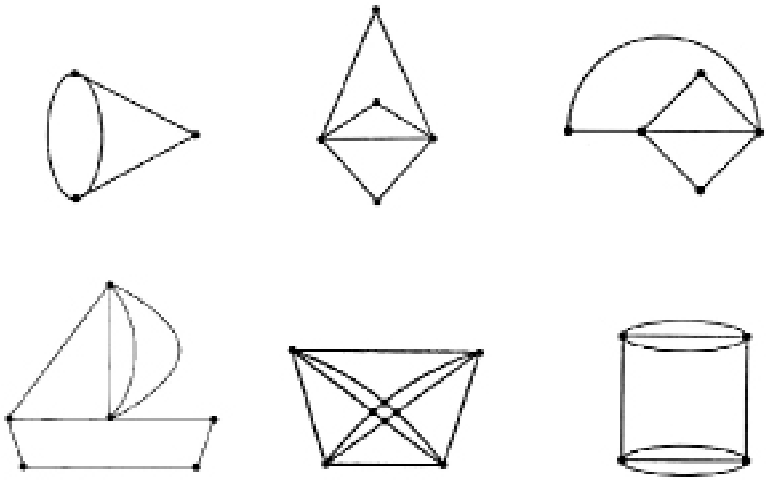
Lo primero que hizo Leonhard Euler fue salir corriendo a una papelería a comprarse un bonito mapa de la ciudad (como el que aparece en la página 117). Después de examinarlo del derecho y del revés, pintó en 1736 este grafo, para representar la situación de los puentes y la isla de Kneiphof:



Grafo de Euler.

Analízalo, aplicando el procedimiento de los tres pasos que explica Ameisín en *¡Más letras y más puentes!*, y llegarás a la misma conclusión que el gran matemático.

Husmeando en la biblioteca de los navegantes hemos desempolvado un viejo catálogo de estrellas. ¿Sabrías indicar qué constelaciones, de las que figuran en la página siguiente, se podrían dibujar del tirón, sin levantar el boli del papel?



Cerramos el libro con dos curiosidades:

a) El laberinto que Ameisín transforma en una garrapata (en *El método infalible para vencer cualquier laberinto*) existe en realidad. Puedes visitarlo en el palacio de Hampton Court, a las afueras de Londres.

b) Cuenta una leyenda que la firma del profeta Mahoma era el diseño con el que Ameisín detiene la cuenta atrás, y que lo dibujaba en la arena de un solo trazo, con la punta de su cimitarra.