

# LA MISTERIOSA CONJETURA DE ALICIA

ALBERTO MERCADO  
CONSTANZA ROJAS-MOLINA

21, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1  
6, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8  
4, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1  
6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1  
52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

**Idea original:** Alberto Mercado Saucedo

**Guión:** Alberto Mercado Saucedo y Constanza Rojas-Molina

**Ilustraciones:** Constanza Rojas-Molina

**Color:** Kóte Carvajal ([www.kotecarvajal.com](http://www.kotecarvajal.com))

**Diagramación:** Francisca Galleguillos

Santiago de Chile, Marzo 2024



Bienvenidos a bordo del orbitador RP-7. Que tengan un buen viaje.

¡QUÉ EMOCIONANTE!

FZET



¿A DÓNDE VAMOS?

VAMOS A MARTE

¿¿QUÉ??



¡SI! CON EL NUEVO PROPULSOR, ESTA NAVE NOS LLEVA A LA ÓRBITA L3, DESDE DONDE ESTAREMOS CERCA DE LA ÓRBITA DE MARTE



SOFÍA...

BRRRO



¿QUE ESTÁ PASANDO?!

¡¡SOFÍA!!

BRRROOOO MMM





HOLA, ¿CÓMO ESTÁS?

BIEN, ABUE.

¿SE ENQUARON DE NUEVO?

SÍ.



DEBEMOS COMPRENDER A TU MAMÁ, CON LO PESADO DE SU TRABAJO ELLA SÓLO SE PREOCUPA POR TI.



ELLA NO ME ESCUCHA, NO SABE NADA DE MI.

SEAMOS PACIENTES, ELLA TE QUIERE MUCHO.



¿ESTÁS CANSADA? DIJO TU MAMÁ QUE TIENES PRUEBA EL LUNES.

SÍ, PERO YA TERMINÉ DE ESTUDIAR, COSA QUE MI MAMÁ NO ME CREE. NO CONFÍA EN MI.

ENTONCES PODRÁS LEER TU LIBRO, EL CÒMIC QUE TE REGALÉ

MI MAMA SE QUEDÒ CON ÉL.



AH, MIRA, BUSCA ALGUN LIBRO DE ELLA MISMA, QUE TE PODRÍA GUSTAR.

¿QUÉ LIBROS? ELLA SIEMPRE ESTÁ OCUPADA CON EL TRABAJO.

JEJE, NO, A ELLA TAMBIÉN LE GUSTABAN LOS CÒMICS

ANDA, BUSCA EN EL ARMARIO DEL VIEJO CUARTO



"¿TODAS LAS ÓRBITAS TERMINAN EN 4-2-1?"

LAS ÓRBITAS SON...  
¿LISTAS DE NÚMEROS?

¿CÓMO SE FORMAN?

PARA PASAR DEL 6 AL 3... SE DEBE DIVIDIR POR DOS! LO MISMO PARA PASAR DEL 8 AL 4... PERO

48, 24, 12, 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1  
6 → 3  
3 =  $\frac{6}{2}$   
8 → 4  
4 =  $\frac{8}{2}$   
6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1  
3 → 10    5 → 16

¿PORQUÉ MI MAMÁ TIENE ESTE CUADERNO?

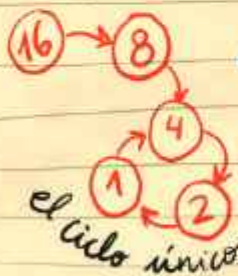
¿QUÉ ESTUDIABA?

¿Y SI NO SE PUEDE DIVIDIR POR DOS? ¿CÓMO PASAR DEL 3 AL 10, Y DEL 5 AL 16?

3 → 10 =  $3 \cdot 3 + 1$   
5 → 16 =  $5 \cdot 3 + 1$

¡ESO ES! SE DEBE MULTIPLICAR POR 3 Y SUMAR 1

$$a_{n+1} = \begin{cases} \frac{a_n}{2} & \text{si } a_n \text{ es par} \\ 3a_n + 1 & \text{si } a_n \text{ es impar} \end{cases}$$



¿todas las órbitas terminan en 4-2-1?  
¿todas terminan aquí?

Encontré una órbita distinta  
5, 14, 7, 20, 10, 5, 14, 7, 20, 10, 5, 14, 7.  
¿es otro ciclo?

5 → 14

¿DEL 5 SE PASA AL 14? QUÉ RARO...

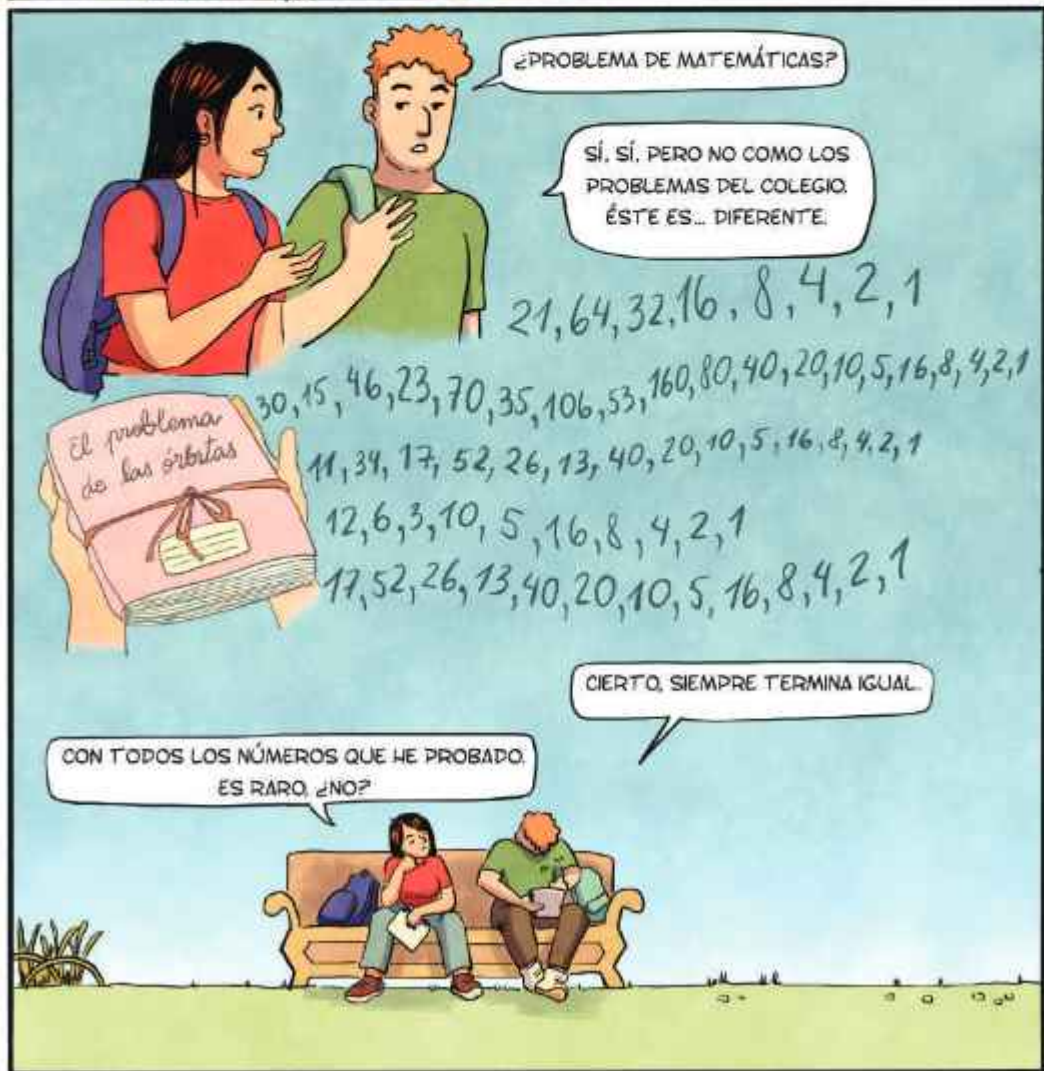
5 VECES 3, MÁS 1, ES 16, NO 14...



SABES, HE ESTADO LEYENDO UN PROBLEMA MUY RARO.

¿PROBLEMA DE QUÉ?

DE NÚMEROS.



¿PROBLEMA DE MATEMÁTICAS?

SÍ, SÍ. PERO NO COMO LOS PROBLEMAS DEL COLEGIO. ÉSTE ES... DIFERENTE.

El problema de las órbitas

21, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1  
30, 15, 46, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1  
11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1  
12, 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1  
17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

CIERTO, SIEMPRE TERMINA IGUAL.

CON TODOS LOS NÚMEROS QUE HE PROBADO, ES RARO, ¿NO?





MMHHH... DEBES BUSCAR EN WIKIPEDIA. DEBE HABER UNA FÓRMULA, HAY FÓRMULAS PARA TODO.

PERO ¿CÓMO LO BUSCO? NO SÉ CÓMO SE LLAMA EL PROBLEMA. NI SIQUERA SÉ SI SEA UN PROBLEMA...

SEGURAMENTE CALCULANDO CON COMPUTADORAS SE PUEDE SABER SI TODOS LOS NÚMEROS TERMINAN IGUAL Y... ¿DÓNDE DICES QUE LO ENCONTRASTE?

EN UN ANTIGUO CUADERNO DE MI MAMÁ.

SÍ, SÍ. MI ABUELA FUE QUIEN ME LO MOSTRÓ.

NO. SEGURO YA NO LO RECUERDA. PARECE ALGO MUY INTERESANTE COMO PARA QUE A ELLA LE INTERESE.

AH, PENSÉ QUE SE HABÍAN ENOJADO.

¿Y PORQUÉ NO LE PREGUNTAS A TU MAMÁ?









¿QUÉ ES ESO DEL CLUB DE MATEMÁTICAS? ¿LO CONOCES?

SÍ, YO IBA EL AÑO PASADO.

NO RECUERDO HABER VISTO ALGUNA INVITACIÓN.

INVITAN A LOS QUE LES VA BIEN EN LAS OLIMPIADAS DE MATEMÁTICAS.



AH, SON COMPETENCIAS.

MMHH... LA PROFE EMILIA SIEMPRE DICE...



...QUE SE TRATA DE APRENDER MÁS QUE DE COMPETIR.

A MI MAMÁ NO LE GUSTARÍA QUE PERDIERA EL TIEMPO SI NO SIRVE PARA LA NOTA. Y ¿POR QUÉ DEJASTE DE IR?



¿ME ESTÁS ESCUCHANDO? ¿POR QUÉ DEJASTE DE IR?

¡SÍ! EHH... A VECES ME PONÍA NERVIOSO EN LAS COMPETENCIAS...

...PORQUE LOS OTROS ERAN MUCHO MEJORES QUE YO.



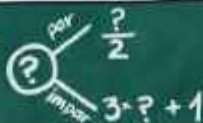
PERO ME GUSTABA, ERA ENTRETENIDO. ¿VAMOS A HABLAR CON LA PROFE EMILIA?



POR EJEMPLO, SI EMPEZAMOS CON 8, A 8 SIGUE 4, LUEGO EL 2 Y LUEGO EL 1, LUEGO 4, 2 Y 1 OTRA VEZ.

8-4-2-1  
3-10-5-16-8-4-2-1

PERO TAMBIÉN PUEDE SER 3, LUEGO 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1, DE NUEVO.



LA REGLA ES QUE SI EL NÚMERO ES PAR, SE DIVIDE POR 2. PERO SI ES IMPAR, SE MULTIPLICA POR 3 Y SE SUMA 1 AL RESULTADO.

ASÍ SE HACEN LAS ÓRBITAS, Y SIEMPRE TERMINAN IGUAL.

ENTONCES LA PREGUNTA ES ¿SIEMPRE TERMINAN IGUAL?

YO CREO QUE SIEMPRE TERMINAN IGUAL. ADEMÁS ¿QUE GRACIA TENDRÍA SABER ÉSO? DEBE SER FÁCIL... ¿NO?

YA SÉ DE LO QUE ESTÁN HABLANDO. NO, NO ES NADA FÁCIL. DE HECHO, NADIE LO SABE. ES UNA...

CONJETURA.

# CONJETURA

# TEOREMA

UNA **CONJETURA** ES UNA AFIRMACIÓN QUE PARECE CIERTA, PERO DE LA QUE NO ESTAMOS TOTALMENTE SEGUROS.

¿?

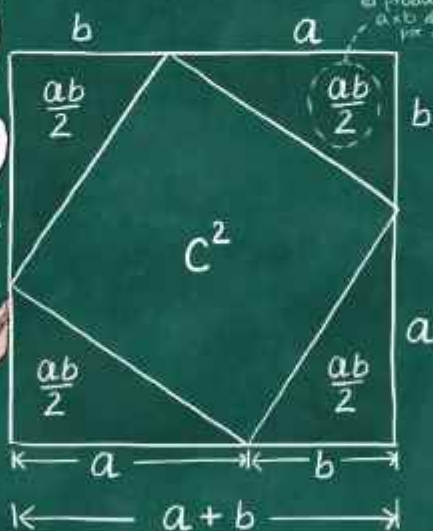
A DIFERENCIA DE UN **TEOREMA**...

QUE SE SABE QUE ES CIERTO.

COMO... ¿EL TEOREMA DE PITÁGORAS?

¡EXACTAMENTE! DE ESTE TEOREMA SE SABE SU DEMOSTRACIÓN.

DE HECHO, EXISTEN VARIAS DEMOSTRACIONES.



¡SÍ! ESTO LO VIMOS EN CLASES ¿TE ACUERDAS, NICOLÁS?

$$(a+b)^2 = c^2 + 4 \frac{ab}{2}$$

"entonces"

$$\Rightarrow a^2 + 2ab + b^2 = c^2 + 2ab$$

"entonces"

$$\Rightarrow a^2 + b^2 = c^2$$

este símbolo indica el fin de la demostración

EHH...

Y CLARO, TAMBIÉN ESTÁ EL TEOREMA DE  
TALES, EL TEOREMA DE EUCLIDES...



ENTONCES ¿LOS GRIEGOS DESCUBRIERON  
TODOS LOS TEOREMAS HACE MUCHOS AÑOS?

¡NO! CADA DÍA LAS PERSONAS QUE TRABAJAN  
EN MATEMÁTICAS ENCUENTRAN NUEVOS  
RESULTADOS ¡NUEVAS MATEMÁTICAS!

¿NUEVOS TEOREMAS?

CLARO. NUEVOS TEOREMAS. USUALMENTE  
UN DESCUBRIMIENTO ES UNA CONJETURA  
QUE LUEGO SE DEMUESTRA PARA  
CONVERTIRSE EN TEOREMA.

PERO ALGUNAS TOMAN MUCHO TIEMPO  
EN SER DEMOSTRADAS. COMO EL  
PROBLEMAS DE LAS ÓRBITAS.

SE LLAMA  
CONJETURA DE COLLATZ,  
POR EL MATEMÁTICO QUE  
LA PROPUSO



Lothar Collatz

(1910-1990) MATEMÁTICO ALEMÁN.  
ERA UN CONVENCIDO DE LA RESPONSABILIDAD  
DE QUIENES HACEN MATEMÁTICAS EN EL USO  
DE SUS CONOCIMIENTOS PARA RESOLVER  
LOS PROBLEMAS DEL MUNDO.  
PLANTEÓ LA CONJETURA EN 1957.





PERO TAMBIÉN ES CONOCIDA COMO CONJETURA DE ULAM O DE KAKUTANI, POR OTRAS PERSONAS QUE INTENTARON RESOLVERLA...



## Stanislaw Ulam

(1909-1984) MATEMÁTICO POLACO. AUTOR DE NUMEROSOS RESULTADOS DE MATEMÁTICAS PURAS Y APLICADAS, E INCLUSO DE FÍSICA NUCLEAR. FUE PARTE DEL PROYECTO MANHATTAN DE EEUU.



## Shizuo Kakutani

(1911-2004) MATEMÁTICO JAPONÉS. REALIZÓ IMPORTANTES CONTRIBUCIONES AL ANÁLISIS Y LA TEORÍA DE JUEGOS, COMO VARIAS APLICACIONES DE SUS TEOREMA DE PUNTO FIJO.



...AUNQUE ES MÁS CONOCIDA SIMPLEMENTE COMO CONJETURA  $3N+1$ .

PERO ¿POR QUÉ NO SE RESUELVE CON ALGUNA COMPUTADORA? CON SU RAPIDEZ, SE PODRÍA CALCULAR... ¿NO?



PORQUE LOS NÚMEROS SON INFINITOS. NINGUNA COMPUTADORA PODRÍA CALCULAR TODOS LOS NÚMEROS.



NO ES UN PROBLEMA DE CÁLCULOS SINO DE RAZONAMIENTO... DE IDEAS NUEVAS. DE CREATIVIDAD.

AHH, ENTONCES ¿ESTA CONJETURA SE PODRÍA DEMOSTRAR? ¿AÚN DESPUÉS DE TANTO TIEMPO?



¡CLARO! PODRÍA SER UN TEOREMA. ASÍ OCURRIÓ CON EL TEOREMA DE FERMAT, QUE FUE UNA CONJETURA POR SIGLOS.



$$a^n + b^n = c^n$$



## Pierre Fermat

(1601-1665) ABOGADO Y MATEMÁTICO FRANCÉS. EN UNO DE SUS ESCRITOS INCLUYÓ EL ENUNCIADO QUE LLEVA SU NOMBRE, PERO SIN DEMOSTRACIÓN, POR LO QUE PODEMOS PENSAR QUE EN REALIDAD ERA UNA CONJETURA.

## Andrew Wiles

(1953- ) MATEMÁTICO BRITÁNICO. DESDE SU NIÑEZ ESTUVO FASCINADO POR LA SENCILLEZ DEL TEOREMA DE FERMAT, QUE EN REALIDAD ERA UNA CONJETURA. ÉL MISMO LA DEMOSTRÓ EN 1995, DESPUÉS DE TRABAJAR EN ELLO AL MENOS 6 AÑOS.



BUENO, Y... ¿PARA QUÉ SIRVE TODO ESO?

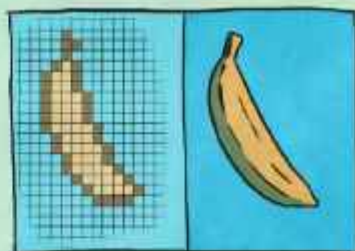
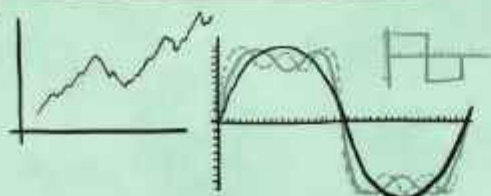
AH ¡MUY BUENA PREGUNTA! LOS TEOREMAS Y LAS CONJETURAS QUE MENCIONAMOS SON MUY BONITAS

¡PERO TAMBIÉN FORMAN PARTE DE TEORÍAS MATEMÁTICAS QUE TIENEN MUCHAS APLICACIONES!



!!! APLICACIONES !!!

¡CLARO! LAS PERSONAS INVENTAN NUEVAS MATEMÁTICAS PARA RESOLVER PROBLEMAS



LAS COMPUTADORAS...



LOS TELÉFONOS CELULARES...



EL GPS...



LAS IMÁGENES MÉDICAS...



...¡NO HUBIERAN SIDO POSIBLES SIN LOS TEOREMAS!



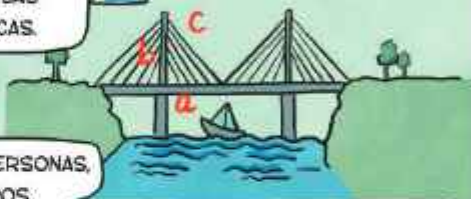
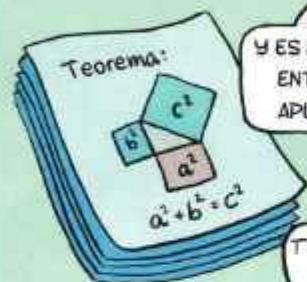
¿LOS TEOREMAS SON CAPACES DE TODO ES?

¡SÍ! AUNQUE A VECES LOS TEOREMAS ENCUENTRAN APLICACIONES MUCHO TIEMPO DESPUÉS.

Y ES NECESARIO MUCHO TRABAJO ENTRE LOS TEOREMAS Y LAS APLICACIONES TECNOLÓGICAS.

TRABAJO DE MUCHAS PERSONAS, EN GRANDES EQUIPOS.

...Y POR CIERTO QUE NO SIEMPRE SE RECONOCE A TODAS LAS PERSONAS DE UN EQUIPO.



## Rosalind Franklin

(1920-1958) QUÍMICA BRITÁNICA. DESPUÉS DE OBTENER SU DOCTORADO, TRABAJÓ Y DESARROLLÓ UNA EXTENSA CARRERA COMO CRISTALÓGRAFA DE RAYOS X. FUE PIONERA EN DESCUBRIR LA ESTRUCTURA MOLECULAR DEL ADN, RESULTADO POR EL QUE NO SE LE OTORGÓ NINGÚN RECONOCIMIENTO.

## Katherine Johnson

(1918-2020) MATEMÁTICA ESTADOUNIDENSE. SE GRADUÓ COMO MATEMÁTICA EN TIEMPOS DE SEGREGACIÓN RACIAL EN ESTADOS UNIDOS. CUANDO LAS PERSONAS DE COLOR USUALMENTE ESTUDIABAN SÓLO HASTA LOS 14 AÑOS. TRABAJÓ COMO MAESTRA DE ESCUELA, INGRESÓ A ESTUDIAR UN POSTGRADO EN MATEMÁTICAS Y DESARROLLÓ UNA EXTENSA CARRERA COMO CALCULISTA EN LA NASA, COLABORANDO CON INNUMERABLES MISIONES ESPACIALES.



POR EJEMPLO, PARA LOS LOS SATÉLITES Y NAVES ESPACIALES, SUS ÓRBITAS SE CALCULAN USANDO MATEMÁTICAS...

¿ÓRBITAS? ¿COMO LAS ÓRBITAS DE NÚMEROS EN EL PROBLEMA 4-2-1?



¡EXACTO!

MIREN, EN EL ESTANTE HAY ALGUNOS LIBROS QUE NOS DONÓ LA UNIVERSIDAD...

PERO YA ES TARDE, PUEDEN REGRESAR MAÑANA Y LO VEMOS.

Sala de Trabajo

¿POR QUÉ LE APARECIÓ OTRA ÓRBITA A MI MAMÁ?

14, 7, 20, 10, 5, 14, 7, 20, 10, 5, 14, 7, ...

...14, 7...

7 ES LA MITAD DE 14...

...7, 20...

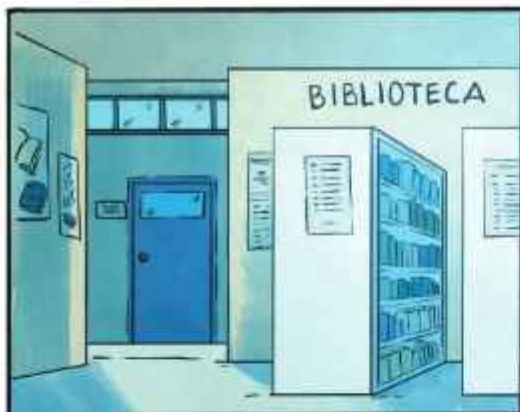
PERO LUEGO DEL 7 SIGUE EL 20, DEBERÍA SEGUIR EL 22...

...10, 5...

LUEGO EL 10, LUEGO EL 5, ESO ESTÁ OK. PERO LUEGO EL 14... Y DEBERÍA SER EL 16...

...5, 14...

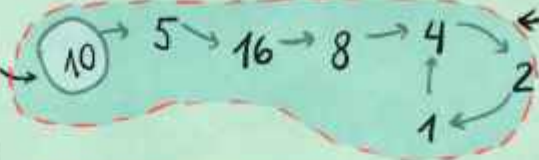
¡AH! LE ESTÁ RESTANDO UNO, EN LUGAR DE SUMAR. MI MAMÁ ENCONTRÓ UNA FÓRMULA DE OTRO PROBLEMA ¡DEL PROBLEMA 3N-1!





CUANDO EMPECÉ A TRABAJAR EN EL PROBLEMA, SE SABÍA QUE LA CONJETURA ERA CIERTA PARA MUCHOS NÚMEROS...

Condición inicial



órbita



SUPERCOMPUTADOR

SE VERIFICÓ PARA MILLONES DE MILLONES DE NÚMEROS USANDO SUPERCOMPUTADORES, Y LUEGO UN SUPERCOMPUTADOR CUÁNTICO.

COMPUTADOR CUÁNTICO



PERO LOS COMPUTADORES NO RESOLVIERON EL PROBLEMA. UN COMPUTADOR NO PUEDE SUSTITUIR A LAS IDEAS Y LA VERDADERA INTELIGENCIA: LA DE LAS PERSONAS.

¿COMPUTADOR CUÁNTICO?



LA CONJETURA SE FORMULA CON SOLAMENTE SUMAS Y MULTIPLICACIONES, PERO LA DEMOSTRACIÓN NECESITÓ NUEVAS IDEAS.



SE INTENTARON DISTINTOS  
MÉTODOS Y SE DESARROLLARON  
MUCHAS HERRAMIENTAS PARA  
TRATAR DE RESOLVER EL  
PROBLEMA.



LO MÁS IMPORTANTE: SE NECESITARON  
IDEAS QUE APORTARON PERSONAS DE  
MUCHAS PARTES DEL MUNDO. IDEAS NUEVAS  
QUE PARECÍAN NO TENER RELACIÓN CON EL  
PROBLEMA.

EN ESTE PROBLEMA APLICAMOS RESULTADOS DE CONTROL ÓPTIMO Y DE PROBABILIDADES.

¿COMO LA DE LANZAR UNA MONEDA?

¡EXACTO!

# PROBABILIDADES



EXPERIMENTO

lanzar una moneda al aire



cara



sello

RESULTADO  
cara o sello

→  $P(\text{cara})$   
la probabilidad de que el resultado sea cara

$$P(\text{cara}) = \frac{1}{2} = 0,5$$

y

$$P(\text{sello}) = \frac{1}{2} = 0,5$$

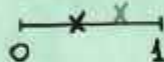
← 2 resultados posibles

LA PROBABILIDAD DE QUE APAREZCA UN RESULTADO DE UN EXPERIMENTO ES

$$P(\text{resultado}) = \frac{\text{\# de veces que el resultado aparece}}{\text{\# de resultados posibles}}$$

notación matemática      división

← número entre 0, y 1



PERO LOS NÚMEROS SON INFINITOS... ¿CÓMO SE PODRÍAN CONTAR?

LOS NÚMEROS SON INFINITOS...

... PERO AÚN ASÍ PODEMOS PREGUNTAR ¿QUÉ PROBABILIDADES HAY DE QUE, A PARTIR DE UN NÚMERO, SU ÓRBITA DISMINUYA?



X  
Condición inicial



más pequeño



más grande

número siguiente

SI EL NÚMERO ES PAR, SE DIVIDE POR DOS... Y RESULTA UN NÚMERO MÁS PEQUEÑO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

par ↓ 8 ↓ 4  
impar ↓ 9 ↓ 28

PERO SI ES IMPAR, SE MULTIPLICA POR 3 Y SE LE SUMA 1, ¡AUMENTA!

ENTONCES LA ÓRBITA DISMINUYE...

PARA LOS NÚMEROS PARES

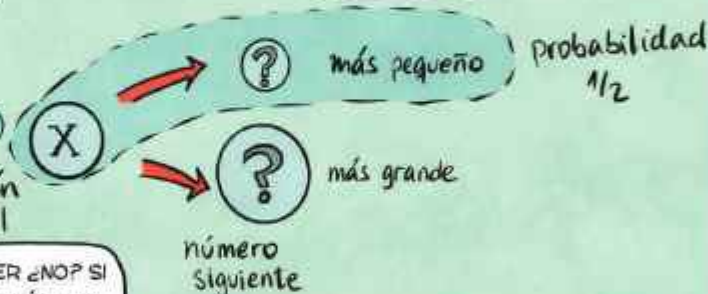
5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Y ESO PASA ¡LA MITAD DE LAS VECES!

¡EXACTO! ENTONCES, LA PROBABILIDAD DE QUE LA ÓRBITA DISMINUYA ES DE

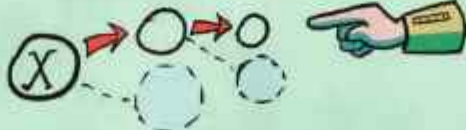
¡DE UN MEDIO! UNO PARTIDO POR DOS.

Condición inicial



PERO DESPUÉS PUEDE CRECER ¿NO? SI EL RESULTADO ES IMPAR, EL NÚMERO QUE LE SIGUE VA A SER MÁS GRANDE... Y LA ÓRBITA VA A CRECER...

EN EFECTO, PUEDE CRECER, PERO PUEDE TAMBIÉN DISMINUIR. HAY UNA PROBABILIDAD DE QUE DISMINUYA.



PORQUE PUEDE SER PAR OTRA VEZ.

Y ESO PASA LA MITAD DE LAS VECES... A PARTIR DEL PRIMER NÚMERO... LA MITAD DE LA MITAD DE LAS VECES!

$$\text{Probabilidad} = \frac{\frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{4}$$

¡ASÍ ES! ESA ES LA IDEA PARA CALCULAR QUÉ TAN PROBABLE ES QUE LA ÓRBITA DE UN NÚMERO DISMINUYA, Y QUE EVENTUALMENTE LLEGUE A 4,2.1

EN EL 2029 SE CALCULÓ QUE PARA CASI TODOS LOS NÚMEROS, SU ÓRBITA DISMINUYE CON, ALGO ASÍ COMO CON UN 99% DE PROBABILIDAD, PERO FALTABA ALGO...

UNA IDEA CLAVE DEL ÁREA DEL CONTROL ÓPTIMO...

## CONTROL ÓPTIMO

ESTA TEORÍA AYUDA A DETERMINAR LAS MEJORES ÓRBITAS EN UN PROBLEMA, Y TIENE MUCHAS APLICACIONES.

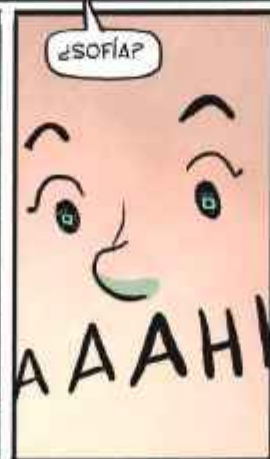


DE HECHO, SE USÓ PARA LOS VIAJES A MARTE.

¡LAS SOLUCIONES A PROBLEMAS MATEMÁTICOS A VECES TIENEN APLICACIONES INESPERADAS!

¡¡MARTE?!

¿NO TE GUSTA MARTE? TENGO UNA TÍA QUE VIVE ALLÁ. NO ES MUY LINDO, PERO DICE QUE ES PERFECTAMENTE HABITABLE.





SOFÍA ¿ME ESCUCHAS?

EN LA ENFERMERÍA.  
TUVISTE UN ACCIDENTE  
¿CÓMO TE SIENTES?

SÍ... ¿QUÉ PASÓ?  
¿DÓNDE ESTOY?

B-B-Bien, estoy bien.



SUPONGO QUE QUERÍAS VER LOS  
LIBROS DE LOS QUE LES HABÍA HABLADO

SÍ, TENÍA CURIOSIDAD.  
PERDÓN POR HABERME  
METIDO EN LA BIBLIOTECA  
SIN USTED.

SEÑORA SUSANA  
¿SOFÍA SE DESPERTÓ!

NO TE PREOCUPES. LO  
IMPORTANTE ES QUE ESTÁS BIEN.



¿SOFÍA! ¿COMO TE SIENTES? TU  
MAMÁ VIENE EN CAMINO ¡NOS  
TENÍAS TAN PREOCUPADAS!



¿MI MAMÁ? AY NO...  
SEGURO VA A ESTAR  
ENOJADA.

¿ENOJADA? ¡NO! DANIELA ESTÁ  
PREOCUPADA. QUIERE  
ASEGURARSE QUE ESTÁS BIEN.

CUANDO LA LLAMÉ, LE CONTÉ DEL PROBLEMA QUE TE INTERESA ¡LO RECORDÓ!

TESIS  
un problema  
de órbitas  
de números  
— Daniela Solís

UNO DE LOS LIBROS QUE LES QUERÍA MOSTRAR, LO ESCRIBIÓ ELLA.

¿MI MAMÁ? O SEA QUE...  
¿NO LO SONÉ?

ELLA TRABAJÓ EN ESE PROBLEMA CUANDO ESTUDIAMOS JUNTAS EN LA UNIVERSIDAD. SEGURAMENTE TÚ ENCONTRASTE SU CUADERNO DE APUNTES.

¿MI MAMÁ ESTUDIÓ MATEMÁTICAS?  
¿Y POR QUÉ NO SE DEDICÓ A ESO,  
COMO USTED, PROFE?

SE EQUIVOCÓ EN UNOS CÁLCULOS Y PENSÓ QUE HABÍA ENCONTRADO UN CONTRAEJEMPLO A LA CONJETURA, PERO LUEGO DESCUBRIÓ UN ERROR

ESO LA DECEPCIONÓ Y LE HIZO PENSAR QUE NO HACÍA UN BUEN TRABAJO.

PERO POR CIERTO QUE FUE UN ERROR INTERESANTE, PORQUE ENCONTRÓ ÓRBITAS DE OTRO PROBLEMA PARECIDO.

VI LA ÓRBITA EN SU CUADERNO ¡ES LA ÓRBITA DEL PROBLEMA  $3N-1$ !

¡SOFÍA! QUÉ ALIVIO QUE ESTÉS BIEN.

¡ADELANTE!





## AGRADECIMIENTOS

Probablemente, mi afición por los comics se originó en las tardes que pasaba en *La Popular*, la tienda de revistas de mis abuelos en Ramos Arizpe, Coahuila. Las historietas contribuyeron a mi amor por la lectura, sobre todo de ciencia ficción, y ésta a mi vocación científica. Este proyecto conjugó todos esos elementos, lo que me ha traído una gran alegría. La historia original de este comic proviene de la intervención teatral 4-2-1 *Una historia de matemática ficción*, cuyo guion escribí y que ha sido puesta en escena por la compañía La Coraje, con quienes llevo tiempo colaborando y aprendiendo. Convertir esa historia en un comic requirió un esfuerzo bastante mayor del que en un principio pensé, y fue posible gracias al trabajo y talento de Coni, a quien le agradezco infinitamente acompañarme en este camino. Reconozco con gratitud a las personas de la dirección y administración del proyecto Milenio Núcleo ACIP, que nos proporcionó todo el apoyo necesario para poder concretar esta aventura.

Alberto Mercado Saucedo  
Valparaíso, 14 de marzo de 2024

Hacer este comic fue un proceso largo y lleno de aprendizaje, de encuentros con muchas personas, de trabajo en equipo, de trabajo en solitario. En definitiva, fue muy similar al hacer matemáticas. Y tuve la mejor compañía que hubiese podido esperar. Quisiera agradecer a Beto por su confianza y generosidad. Además de darme una excelente historia para dibujar, también escucho mis comentarios y me hizo participe del desarrollo del guion. Gracias al equipo del proyecto Milenio Núcleo ACIP por el apoyo durante la preparación de este cómic. Gracias a Bernardita Labourdette y a Marcela Trujillo (Maliki) por la revisión del guion y el storyboard, respectivamente, y por sus comentarios. Gracias a Kote Carvajal y Francisca Galleguillos por aceptar apoyarnos y por su paciencia!

Coni  
Maisons-Laffitte, 14 de marzo de 2024

**Alberto Mercado Saucedo** es matemático. Estudió la licenciatura en la Universidad Autónoma de Coahuila y la maestría en la UNAM, en México, y realizó un doctorado en la Universidad de Chile y la Universidad de Versalles, Francia. Desde el 2008 es académico en la Universidad Técnica Federico Santa María, en Valparaíso; Chile. Realiza investigación en problemas inversos y control de ecuaciones diferenciales parciales y ha dirigido tesis de Licenciatura, Ingeniería Matemática y Magíster. Regularmente lleva a cabo actividades de divulgación; trabajó con la compañía de teatro La Coraje en la adaptación de la obra *Primos-entre sí* y escribió el guion de la intervención 4-2-1 *Una historia de matemática ficción*, la que se ha presentado en ediciones del Festival de Matemáticas y que proporcionó la idea original de este cómic, el que fue realizado con el apoyo del proyecto NÚCLEO Milenio ACIP. También escribió, en el marco del mismo proyecto, los guiones de las cápsulas del podcast *El universo y las matemáticas*.

**Constanza (Coni) Rojas-Molina** es matemática e ilustradora. Hizo su licenciatura en la Universidad de La Serena, la maestría en la Universidad de Paris VI y su doctorado en la Universidad de Cergy-Pontoise en Francia. Después de 6 años en Alemania como investigadora y docente, desde 2019 se desempeña como académica en la Universidad de Cergy Paris, repartiendo su tiempo entre docencia, investigación, comunicación científica e ilustración. En su trabajo de investigación, Coni estudia modelos matemáticos de la física cuántica, usando teoría de operadores diferenciales y probabilidades. Usa la ilustración, sketchnotes y como herramienta para hacer comunicación científica. En 2023 publicó junto a Leslie Jiménez Palma el libro *La gran aventura del Conocimiento: un paseo con las matemáticas en cuatro estaciones* (Ed. Planeta). Es miembro del comité de difusión de la EMS (Sociedad Matemática Europea) y su trabajo ha sido destacado por diversas sociedades de matemáticas en Europa y EE. UU. Coni es miembro de DIMATCHILE, Red de Divulgación de Matemáticas Chile.

21, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1

5, 46, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 1

1, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

12, 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

Para más información, visita  
<https://www.acip.cl/comic/>



## LA MISTERIOSA CONJETURA DE ALICIA

¿Ya todo se sabe en el mundo sobre los números? ¿Qué es un teorema? ¿y una conjetura? En este cómic conoceremos a Sofía y Nicolás y su sorpresa al conocer personas que se dedican a hacer matemáticas, es decir, a responder preguntas que pueden convertirse en descubrimientos que durarán para siempre. Cuando buscan la respuesta de una conocida conjetura matemática conocen a Alicia, quien afirma haberla demostrado. Sin embargo, ella viene de un lugar más lejano de lo que ellos se imaginan.

Este cómic está inspirado en la conocida *Conjetura de Collatz*, un problema matemático actualmente abierto cuya formulación es bastante sencilla, pero cuya solución probablemente no lo sea, a juzgar por los intentos que ha resistido durante décadas. En esta historia, Sofía y Nicolás se enteran por casualidad de este problema, y emprenden una aventura para entender qué significan los términos *conjetura*, *teorema*, y por qué un problema tan sencillo sigue sin solución. En el camino descubren que las matemáticas no son solamente los problemas que aprendemos en la escuela, que también requieren mucha creatividad, y que en ellos es posible percibir belleza. Se encuentran con Alicia, quien viene de un extraño y lejano lugar, y que afirma haber resuelto el problema: *la Conjetura de Alicia*.

### Autores:

- Alberto Mercado Saucedo, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.
- Constanza Rojas-Molina, CY Cergy Paris Université, Francia.

Financiado por proyecto NÚCLEO ACIP NCN19\_161r:

