

## EL MATEMÁTICO QUE DESAFIÓ A LOS DIOSES

Christián C. Carman

---

Buenas tardes. Estoy sumamente contento de estar en este festival de matemática. Siempre me encantó la matemática. Desde muy pequeño. Recuerdo que, cuando en el secundario, nos enseñaron cómo resolver ecuaciones, me pareció un juego fantástico. Me pasaba horas despejando la  $x$ . Por eso, apenas terminé el colegio y pude decidir que iba a estudiar... ¡estudié filosofía!

No me arrepiento. ¡Recordemos que en el portal de la Academia de Platón, probablemente la escuela filosófica más importante de toda la historia, había un cartel que advertía: “No entre aquí quien no sabe geometría”!

Es un gran honor para mí estar acá, en el Centro Cultural de la Ciencia, es un espacio muy lindo. Hace unos días traje a mis hijos al museo. No los podía sacar de ahí. Hasta que vieron la plaza. Después no los podía sacar de la plaza, que también tiene un diseño hermoso.

Hablando de chicos. El año pasado estábamos cenando en familia: mi mujer, María Emilia, enfrente y dos chicos a cada lado de la mesa: Agustín de 10 años, Ana Belén de 8, Juani de 7 y Santiago de 5 años. Se imaginan que las cenas son siempre un caos, porque todos quieren hablar. Entonces tratamos de imponer ciertos rituales, como que el que quiere hablar tiene que levantar la mano, como en el colegio. Ese día Juani, que cursaba en primer grado, estaba desesperado levantando la mano, incluso antes de que diéramos la orden. Cuando lo miramos, con la mano todavía levantada y mirada desafiante, nos ordenó: “Háganme sumas”. Había aprendido a sumar en el colegio y estaba desesperado por demostrar su nueva habilidad. Empezamos a hacerle sumas. Juani, le preguntamos, ¿cuánto es  $3 + 2$ ? Había desarrollado una técnica impresionante para sumar, no sé si se la enseñaron en el colegio. Tal vez es el último grito de la pedagogía en matemática, no lo sé. Pero ponía 3 dedos en una mano, 2 en la otra, y como no tenía con que contar usaba las mejillas. Apoyando sobre sus mejillas una a una la yema de los dedos seleccionados, contaba, primero con los de una mano y luego con los de la otra: 1, 2, 3, 4, ..., 5! Estuvimos un rato largo haciéndole cuentas. Pero enseguida,

sus dos hermanos mayores, Agustín y Ana, se confabularon contra él y sin hablarse -como viejos jugadores de truco- se pusieron de acuerdo para hacerle todas sumas que daban por resultado 7. Él no se daba cuenta hasta que hacía la suma y cuando empezó a notar que todas sumaban 7 se llenaba de bronca porque sabía que lo estaban cargando, pero no podía saber el resultado hasta que concluyera su método de cálculo. Le decían: "Juani, ¿cuánto es  $4 + 3$ ?" Él sumaba, decía "7", y se enojaba. De nuevo, "Juani, ¿cuánto es  $6 + 1$ ?" De nuevo le daba 7 y de nuevo se enojaba. Por supuesto, yo no podría estar a la altura de los chicos. Entonces le dije: "Juani, ¿cuánto es  $5 + 7$ ?" Juani puso 5 dedos en una mano, y quiso seleccionar 7 dedos de otra, pero en seguida se encontró con una gran dificultad. Entonces, me miró fijo y me dijo "¡esa cuenta es imposible!".

Ese problema que tiene Juani, o sea, que su método para contar no le permitía contar más de 10, es un problema que también tuvieron los griegos en la antigüedad. Los antiguos griegos tenían un sistema numérico que les permitía contar hasta cien millones. No podían expresar números más grandes. El que intentó resolver este problema, fue Arquímedes. Ustedes saben que Arquímedes fue un gran genio en matemáticas, probablemente el más grande de toda la historia. Escribió una pequeña obrita que le dedica al rey de Siracusa: *El Arenario*. Algunos dicen que es el primer paper de la historia, porque es una obra de unas pocas páginas que se plantea un problema puntual e intenta resolverlo. Arranca diciendo que hay gente que dice que no existe un número tan grande que permita contar los granos de arena que hay en las playas de Siracusa. Pero Arquímedes afirma. "Yo les voy a mostrar que es posible contar los granos de arena, no los que hay en las playas de Siracusa, ni siquiera en las playas de toda Sicilia, sino los granos de arena que llenan el universo". Entonces toma el tamaño del universo y el volumen de un grano de arena y calcula un número inmenso: la cantidad de granos de arena que entrarían en el universo. Es solo una excusa para desarrollar un sistema numérico mucho más potente. Un sistema que permita expresar números muy, muy grandes.

Ustedes saben que Arquímedes fue realmente un genio, tanto que muchos siglos después un poeta romano llamado Claudio Claudiano, escribió un poema en el que decía que los dioses se sentían nerviosos por Arquímedes. Que le tenían miedo a ese anciano de Siracusa. Y efectivamente, muchas cosas de las que hacía Arquímedes parecían desafiar a los dioses. El salmo 93 dice: "El mundo está firme y no se moverá jamás"; Arquímedes dice: "Denme un punto de apoyo y moveré el mundo". Pero no es por eso que los dioses estaban nerviosos, según el poeta. Ustedes saben también que Arquímedes fue uno de los primeros que logró encerrar ese número tan escurridizo, el número  $\pi$ , un número irracional, entre dos números racionales, entre dos fracciones. Volver racional lo irracional, también es

un desafío a los dioses. Pero tampoco por eso el poeta dice que los dioses le tenían miedo.

El Poema del poeta arranca así:

*“Cuando Zeus miró hacia abajo y vio los cielos representados en una esfera de cristal, dijo a los otros dioses: ¿Acaso ha ido tan lejos el poder del esfuerzo mortal? ¿Es la obra de mis manos imitada en una frágil esfera? Un anciano de Siracusa ha imitado en la Tierra las leyes de los Cielos, el orden de la naturaleza y las reglas de los dioses.”*

Arquímedes había creado un aparato que reflejaba el cosmos. Un mecanismo que aparentemente se movía reflejando la posición del sol, de la luna y de los planetas. Cicerón nos habla de ese instrumento. Dice que cuando los romanos invadieron Siracusa, los soldados romanos habían recibido la estricta orden de parte de su general, de no hacerle daño a Arquímedes. De tomarlo prisionero, pero sin dañarlo. El general romano, Marco Claudio Marcelo, quería conocerlo en persona, porque lo admiraba profundamente. De todas maneras, un soldado romano mata a Arquímedes en una situación por lo menos confusa. Aparentemente cuando le dijeron a Arquímedes, “levántate que te vamos a llevar prisionero” contestó: “Primero voy a terminar la demostración de este teorema en el que estoy trabajando, recién después los voy a acompañar”. Parece que al soldado no le gustó mucho y lo mató. Fue un terrible error porque, como dijimos, el general romano admiraba profundamente a Arquímedes. De hecho, de todos los tesoros que se pudo llevar de la ciudad, cuando la saquearon, se llevó solo este aparato que había hecho Arquímedes. Cicerón estuvo con el nieto de Marco Claudio Marcelo, el general que había conservado el aparato y éste le mostró cómo funcionaba. Según Cicerón, era una especie de planetario portátil que mostraba la posición del sol, de la luna y las estrellas; y cuando lo hacía funcionar predecía eclipses. Imagínense lo espectacular que debe haber sido ese aparato. ¡Quién podría estar ahí mirando ese aparato, investigándolo, estudiándolo!

Sin embargo, como tantas maravillas de la antigüedad se había perdido para siempre. O tal vez no, porque en 1900 se encontró un barco hundido cerca de la isla de Anticitera, una pequeña isla del Mediterráneo, ubicada entre Creta y Citera. Un grupo de buzos griegos buscaban esponjas -en esa época las esponjas no eran sintéticas-. Los agarró una fuerte tormenta y tuvieron que dirigir la embarcación hacia la costa de la isla. Era Pascua, entonces el capitán le dijo a uno de los buzos “no podemos comer carne, viene el Viernes Santo... ¿por qué no bajas a buscar algunos peces para preparar una cena?” Cuando el buzo bajó se encontró en el fondo del mar un barco lleno de tesoros, aparentemente de la época de los griegos. Encontraron impresionantes estatuas de bronce y de mármol, joyas, muebles y muchos otros tesoros.

En los años 70 vuelve a hacer una expedición el famoso Jacques Cousteau, con el objetivo de encontrar más tesoros. No halló mucho. Pero encontró monedas, que son muy importantes para datar el naufragio. En la antigüedad, cada nuevo emperador sacaba de circulación las monedas del emperador anterior que solía tener grabada su cara y ponía las propias. Así, las monedas duraban solo el período de ese emperador, por eso permiten datar con bastante precisión el naufragio. Una estatua de bronce podía perfectamente tener 200 o 300 años, pero las monedas del barco, tendrían unos pocos. Según el estudio que hicieron de las monedas, probablemente el naufragio fue entre el 70 al 50 A.C. Hace dos o tres años empezó una expedición en el mismo lugar, tratando de encontrar otras cosas y ya encontraron algunas ánforas.

Pero lo que a nosotros nos interesa es otro tesoro que encontraron: un montón de fragmentos de bronce de lo que parece ser una especie de reloj antiguo, llenos de engranajes y de inscripciones en griego. Estas inscripciones nos permiten más o menos datar el mecanismo. Ustedes saben que la caligrafía, la forma en la que escribimos las letras va cambiando con los años. Nosotros, nuestros abuelos y San Martín o Belgrano tenemos caligrafías muy distintas. Hay gente que se aprovecha de esta diferencia y estudiando las formas de las letras a lo largo del tiempo, son capaces de datar un escrito. En este caso particular, no resulta tan fácil porque las inscripciones de este mecanismo son muy pequeñas y talladas en bronce. No tenemos muchas inscripciones parecidas como para compararlas. Pero, según los estudios, serían más o menos del 200 al 100 a.C.



FIGURA 1. El engranaje mayor del mecanismo, aproximadamente 140 milímetros de diámetro.

El primero que se destaca por sus investigaciones acerca del mecanismo es Derek De Solla Price, un británico que trabajó desde los años 50 hasta su muerte en los 80. Trató de descifrar el misterio de este mecanismo: cuál era su estructura, para qué servía, qué mostraba. Para ello logró sacar radiografías de los fragmentos, junto con un colega del museo con el objetivo de ver el interior de esos fragmentos. Ello le permitiría ver los engranajes que están ocultos, en el interior de los fragmentos, cuántos dientes tienen y cómo están conectados. Porque, claro, el museo no permite romper los fragmentos para ver su interior. Así, las radiografías resultaron vitales. Como se ve en la Figura 2, al lado trató de dibujar los engranajes y sus dientes. Una tarea quijotesca. No es fácil a través de una radiografía.

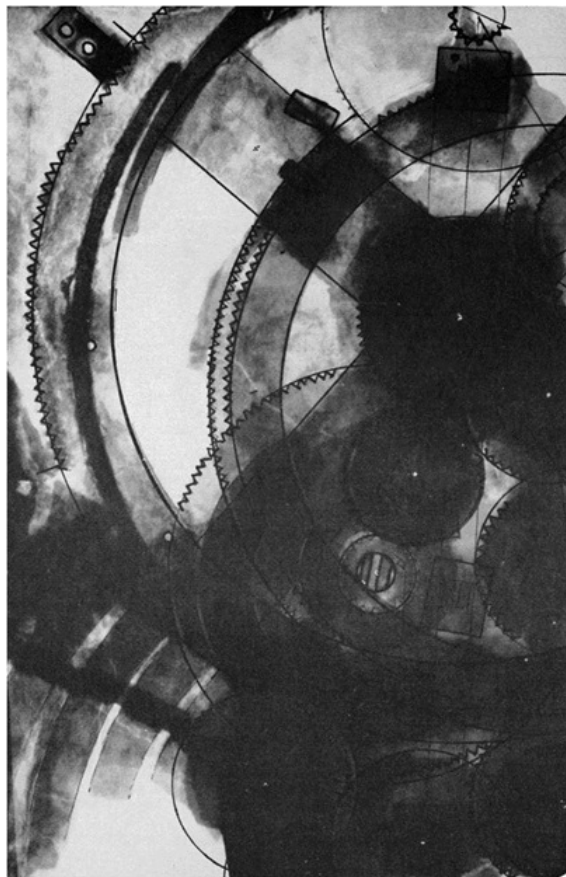


FIGURA 2. Detalle de la radiografía de los engranajes ([1]).

Pero ¿por qué era importante para Solla Price contar los dientes de los engranajes? Si yo tengo un engranaje que tiene 40 dientes que mueve un engranaje que tiene 20 dientes, el segundo dará dos vueltas por cada vuelta del primero. Y si el tercero mueve, a su vez, a uno de 10 dientes, el tercero dará dos vueltas por cada

vuelta del segundo y, por lo tanto, cuatro vueltas por cada vuelta del primero. Así, contando la cantidad de dientes y viendo como están conectados, es posible conocer el período de revolución de un engranaje respecto de otro. Y si ese período tiene algún significado, nos puede dar alguna pista de para qué servía este aparato.

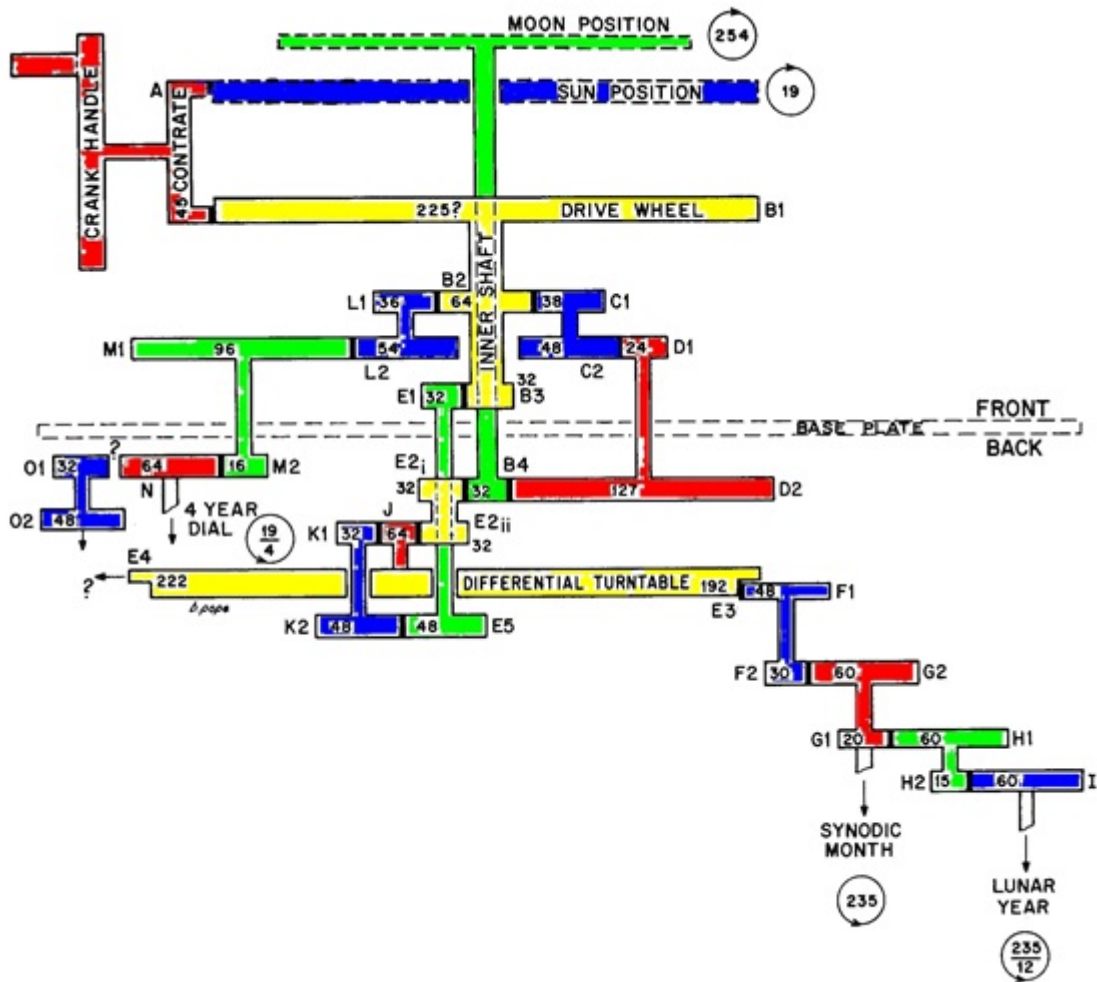


FIGURA 3. Esquema del mecanismo propuesto por Solla Price ([1]).

En la Figura 3 se ve la propuesta de Solla Price, dónde cada segmentito representa un engranaje. El esquema muestra cómo están conectados y la cantidad de dientes que tenía cada uno. No veremos ahora todos los detalles, pero concentremos en una partecita. Solla Price detecta que hay un engranaje de 64 dientes que mueve a uno de 38. El de 38 dientes, es solidario con uno de 48 (es decir están soldados, se mueven juntos). El que tiene 48 dientes mueve a uno de 24, que es

solidario con uno de 127. El de 127 dientes mueve, finalmente, a uno de 32. Curiosamente, el último de 32 dientes y el primero de 64 son concéntricos. Ustedes son matemáticos así que no van a tener problemas en saber cuántas vueltas da el engranaje de 32 por cada vuelta del de 64. Multiplicando y dividiendo la cantidad de dientes de cada uno obtenemos  $13,36842105$  que es 254 dividido 19. Y nosotros sabemos que los griegos sabían que la luna da 254 vueltas en el zodiaco cada 19 años, es decir cada 19 vueltas del sol. Por lo cual es muy razonable asumir que si el primer engranaje, el de 64 dientes estaba conectado a un puntero que mostraba la posición del sol en el zodiaco, toda esta cadena de engranajes estaba armada para que otro puntero concéntrico con el primero mostrara la posición de la luna en el zodiaco, dando 254 vueltas cada 19 vueltas del primero.

Esto tiene sentido, porque en uno de los fragmentos se conserva una parte de dos escalas concéntricas: en la interior podemos leer el nombre de un signo del zodiaco: "Libra" y tenemos una división de 30 marquitas, por lo cual suponemos que había 12 divisiones, con 30 marcas cada una, representando los 360 grados en los que ya los griegos dividían el círculo. Cada uno de los 12 sectores representaría un signo del zodiaco. La aguja del sol y la de la luna irían mostrando su posición en esa escala.

En la escala exterior puede leerse "Pajón" y luego "Payni", nombres de meses del calendario egipcio. Esto no implica que el mecanismo tuviera alguna vinculación con Egipto. Los astrónomos griegos utilizaban el calendario egipcio porque era muy cómodo para calcular intervalos de tiempo. El calendario egipcio no tenía años bisiestos. Eso hacía que se les desajustara respecto del sol, pero era cómodo para hacer cuentas. Como nuestro calendario tiene años bisiestos, hay que tenerlos en cuenta cuando calculamos intervalos de tiempo, y eso no es tan fácil. En el calendario egipcio, además, todos los meses tenían 30 días. Había 12 meses de 30 días y luego 5 días al final del ciclo que no pertenecían a ningún mes. Así, cuántos días había desde el primero de Epifi de tal año, por ejemplo, al 18 de Payni de cual año es mucho más fácil que calcular cuántos días pasaron desde el 25 de marzo de 1962 al 14 de febrero de 1974. Porque en el caso de nuestro calendario hay que tener en cuenta cuántos días tiene cada mes, ver si hubo bisiestos, etc. Así, para astronomía, por lo general los griegos utilizaban el calendario egipcio. Por lo cual que esté el calendario egipcio no nos dice nada de un origen egipcio del aparato, más bien confirma que es de los griegos.

El sol da una vuelta por año. Así, el puntero del Sol mostraría al mismo tiempo la posición del sol en la escala interior y el día del año en la escala exterior.

El siguiente que trabajó en el mecanismo es Michael Wright. Una de sus contribuciones más importantes está relacionada con cómo el mecanismo mostraba las fases de la Luna, es decir, cómo indicaba si había luna nueva, cuarto creciente, luna llena o cuarto menguante. En uno de los fragmentos encuentra los restos de un

dispositivo que permitía hacer rotar una pelotita, mitad pintada de negro y mitad pintada de blanco. Al ver la pelotita en una pequeña ventanita, se representaban las fases de la luna.

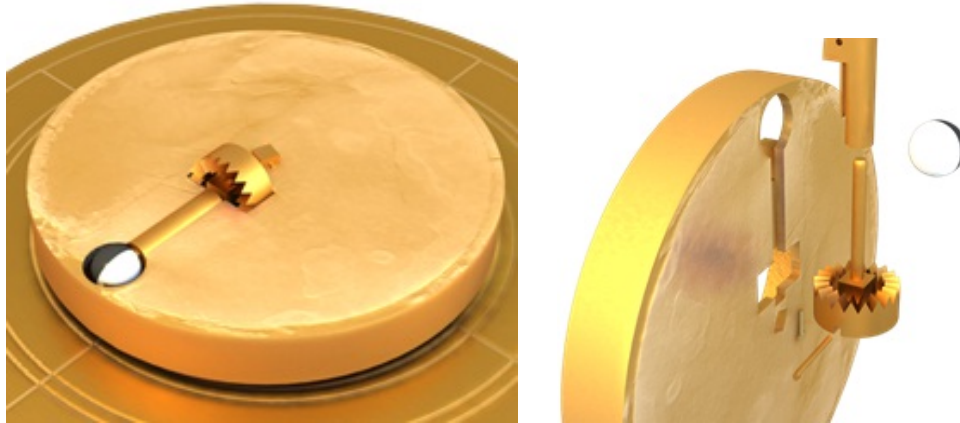


FIGURA 4. Esquema del mecanismo propuesto por Solla Price ([2]).

El tercer protagonista en la historia del descubrimiento de las funciones y estructura del mecanismo es Tony Freeth. Hizo un doctorado en matemática pero se dedica a hacer documentales científicos. Tiene un amigo astrónomo Mike Edmunds que estaba buscando un tema para un tesista y se topa con la obra de Price. Le pareció a Edmunds que, además de un tema interesante para que alguien hiciera un doctorado, era ideal para que se hiciera un documental sobre él. Y le sugiere a Tony Freeth que lo haga. Estamos en el año 2000. Freeth cada vez se entusiasma más en el mecanismo. Arrancó con la idea de hacer un documental que mostrara las investigaciones realizadas sobre esa fantástica máquina, pero él y su equipo terminaron haciendo descubrimientos muy importantes sobre el mecanismo. Armó un equipo internacional y multidisciplinario. Consigue investigadores muy valiosos y muchos recursos, y vuelve a estudiar los fragmentos.

El primer paso fue contactar a una empresa que construye tomógrafos para hacer tomografías a las hélices de las turbinas de los aviones, para que no tengan grietas que puedan generar accidentes, y convencerla de que hiciera un tomógrafo especial para estudiar el mecanismo. Por supuesto, es posible cargar las tomografías en un software y así resulta mucho más fácil contar todos los dientes y ver cómo están conectados los engranajes entre sí. Es una tecnología mucho más potente que las radiografías que había utilizado Price unas décadas antes.

La segunda tecnología que Freeth y su equipo incorporan a las investigaciones del mecanismo es una que se llama mapeo de textura polinómica (PTM). La



desarrolló Tom Malzbender para Hewlett-Packard. Ustedes saben que los dibujos animados tiene dos desafíos muy grandes. Uno es el movimiento del pelo. En general el pelo se mueve, pero de una manera hiper-compleja. Generar una ecuación para el movimiento del pelo que se ajuste lo suficiente a la real como para que el movimiento no parezca artificial es un tremendo desafío. De hecho, es posible medir la calidad de un dibujo animado viendo cómo se mueve el pelo. Si el pelo se reduce a una especie de casquito inerte, que no tiene ningún movimiento, no es de muy buena calidad. Si, en cambio, el pelo se mueve de una manera natural, como en las últimas animaciones de Pixar, la calidad de la animación es muy superior.

Pero otro de los desafíos es cómo se refleja la luz en las distintas texturas cuando la fuente de luz o el objeto se van moviendo. La luz se refleja de manera muy distinta, digamos, en la camisa, la piel, y el pantalón. Si, además, la piel está transpirada, se refleja de otra manera. De nuevo, lograr realismo en el reflejo de la luz es un gran desafío. En esto estaba trabajando Tom Malzbender. Y se le ocurrió una idea genial: si a un muñeco, por ejemplo de Shrek, con las texturas correctas y le sacamos muchas fotos, todas con una cámara fija, pero cada una con un flash a distintos ángulos, obtendremos todos los ángulos posibles de luz. Después se carga eso en un software que él desarrolló y nos podemos hacer una fiesta, porque es posible jugar con absolutamente todas las luces. Su tecnología pudo mejorar mucho ese aspecto de las animaciones. Pero se le tenía reservada otra aplicación, absolutamente impensada. Malzbender asistió a una conferencia en la que un arqueólogo se quejaba porque quería leer las inscripciones en un monumento y las letras estaban tan desgastadas que tenía que ir bien temprano a la mañana, cuando el sol le daba de costado y las sombras le permitían leer un poco, después se iba a un café todo el día y volvía recién al atardecer, cuando la luz le volvía a dar de costado, pero desde el otro lado, para tratar de seguir leyendo la inscripción. En seguida pensó que su tecnología podía servir para leer inscripciones arqueológicas. Y efectivamente resultó muy útil. Hoy ya es una tecnología estándar para los arqueólogos. Tony Freeth se entera de esta tecnología y lo convoca a Malzbender para que la aplique a los fragmentos del mecanismo. El resultado es impresionante: se ha podido leer muchísimas más letras de lo que hasta ese momento se había logrado.



FIGURA 5. Reconstrucción del mecanismo según Tony Freeth y su equipo ([3])

Con estas nuevas tecnologías ellos propusieron una nueva reconstrucción del mecanismo. Sería más o menos del tamaño de una caja de zapatos. Una caja de madera lo protegía, con una tapa adelante y una tapa atrás. En la parte de adelante están las dos escalas concéntricas, la del zodiaco y la del calendario egipcio y sobre ellos giraría el puntero del Sol y el de la Luna que tendría, además, la pelotita que mostraba las fases de la Luna. Todo esto, como vimos, ya había sido descubierto. Pero ellos encuentran que la cadena de engranajes, que ya hemos visto, que va desde el engranaje de 64 dientes vinculado con el puntero del Sol al del 32 que movía el puntero de la Luna era, en realidad, mucho más compleja. En realidad, el engranaje de 127 dientes no mueve al de 32 que terminaba en el puntero de la Luna, sino a otro engranaje de 32. Éste mueve a su vez a uno de 50 dientes, que mueve a otro de 50, que mueve a otro de 50, que mueve a otro de 50 y el movimiento de este último sube a través de un eje interno y mueve a un engranaje de 32 dientes, que mueve a su vez a otro de 32. Recién este último es el que mueve el puntero de la luna. Ahora, todos los pares de engranajes que se mueven entre sí tienen la misma cantidad de dientes: 50 y 50 dos pares y otro par con engranajes de 32. Esto es tremendamente complicado de descifrar porque al tener la misma cantidad de dientes, no cambia el período de rotación en absoluto. ¿por qué el que diseñó el mecanismo no colocó el puntero en el primero de 32, como había propuesto Solla Price. ¿Por qué agregó estos seis engranajes que no cambian el período?

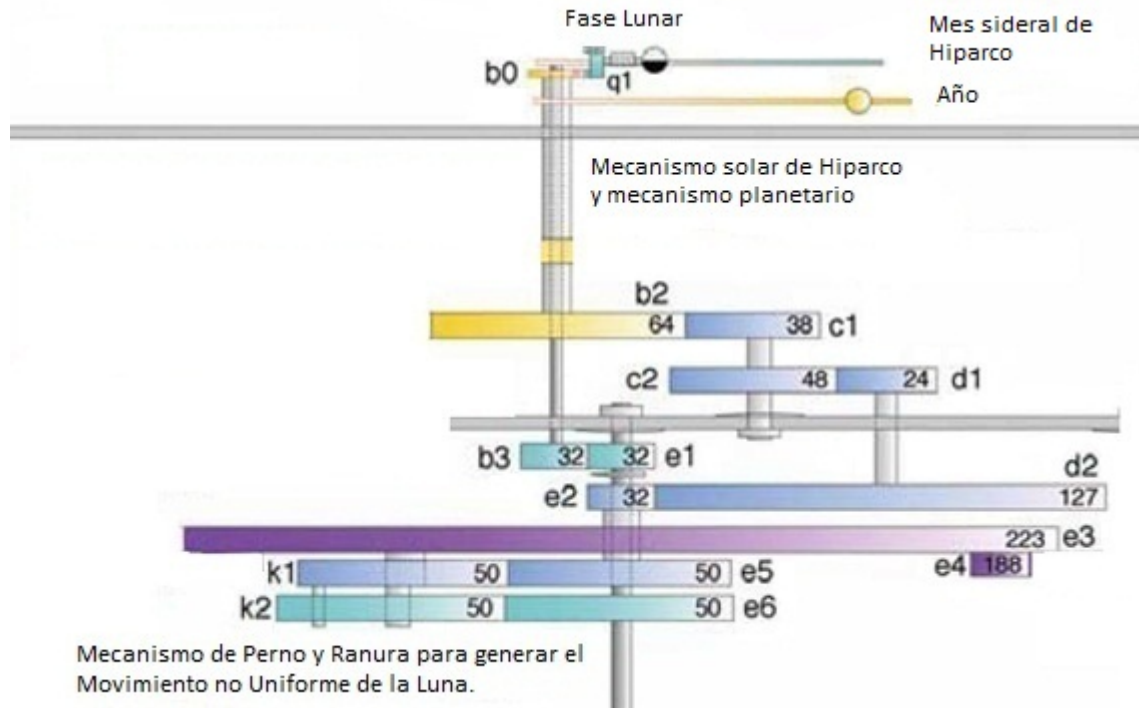


FIGURA 6. Esquema del sistema de engranajes según Tony Freth y equipo.

La gran genialidad de Freeth consiste en descubrir para qué servía esto. El secreto estaba en cómo están conectados dos engranajes de 50 dientes. El engranaje de arriba tiene un pequeño perno que engancha en una ranura que tiene el de abajo y lo hace girar, como nuestro dedo índice hacía girar el disco de los viejos teléfonos. Giran, por lo tanto, con el mismo período. Pero, aunque parecen concéntricos, los ejes están ligeramente corridos. Eso genera que el engranaje que es movido, el que tiene la ranura, gire al mismo período que el que mueve, pero que vaya variando su velocidad. Que no vaya a una velocidad constante.

Los griegos sabían que la luna no va a una velocidad constante. Este modelo mecánico reflejaba lo que ellos conocían de la luna y hacía que la aguja de la luna no fuera a una velocidad constante. Aceleraba cuando la luna va más rápido y desaceleraba cuando la luna va más despacio. ¡Recordemos que estamos en el siglo 2 a.C.!

La otra gran contribución del equipo de Freeth es haber comprendido las características fundamentales de la parte trasera del mecanismo. Ellos descubren que atrás había dos grandes relojes en forma de espiral.

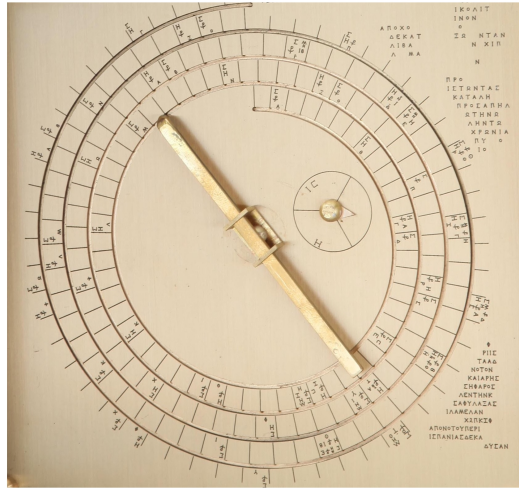


FIGURA 7. Detalle de la parte posterior del mecanismo en el que se observa el predictor de eclipses ([3]).

El de abajo es un predictor de eclipses. Los eclipses se repiten cada 223 meses lunares (unos 18 años, 10 días y ocho horas). Ello quiere decir que si hoy sucede un eclipse a las 13 del mediodía, habrá otro muy parecido dentro de 223 meses, pero a las 20 horas. El espiral está dividido en 223 celdas, cada una representa un mes. La mayoría está vacía, pero cuando hay una inscripción, ésta indica que va a suceder un eclipse. La inscripción nos informa si el eclipse será solar o lunar, si lo vamos a poder observar (por ejemplo, un eclipse lunar que sucede de día no es observable) e, incluso, a qué hora sucedería. Hace unos pocos años, además, descubrieron que también informaba de qué color se vería la Luna en los eclipses lunares. Dijimos que los eclipses se repiten cada 223 meses, pero con un atraso de 8 horas. Por lo tanto, las horas de los eclipses que aparecen en las inscripciones se desactualizarían de un período a otro. Para evitar eso, el mecanismo contaba con un pequeño relojito subsidiario que daba una vuelta cada tres ciclos y le indicaba al usuario si tenía que sumarle 8 horas 16 horas o no sumarle nada a la hora que aparecía en las inscripciones.

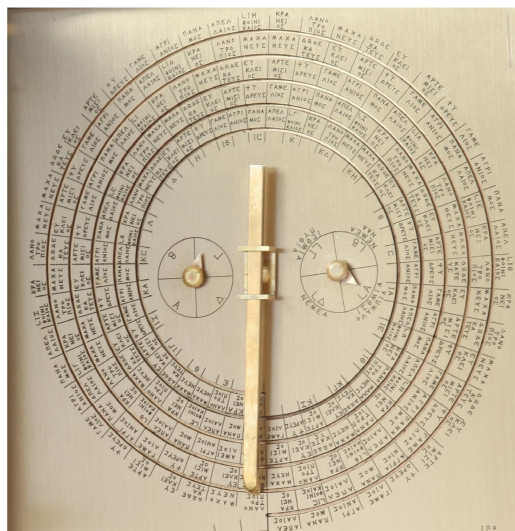


FIGURA 8. Detalle de la parte posterior del mecanismo en el que se observa el calendario luni-solar ([3]).

El espiral de arriba es un calendario lunisolar que reparte los 235 meses en 19 años. Cada una de las celdas indica el nombre del mes, junto con otros datos relevantes. Los punteros de estos diales en forma de espiral funcionaban como las púas de los viejos tocadiscos. La púa, al girar, iba recorriendo las distintas vueltas de la espiral, señalando primero la primera vuelta, después la segunda, la tercera, la cuarta y cada 19 años el usuario tenía que tomarse el trabajo de sacar la púa y volver a acomodarla al principio del espiral.

El calendario lunisolar que el mecanismo incorporaba tenía un problema. Así como nosotros tenemos que agregar un día cada cuatro años, en los años bisiestos, este calendario exigía que se omitiera un día cada 4 ciclos -es decir cada 76 años-. Pero quién se iba a acordar de omitir un día cada siete décadas y pico. Para eso el mecanismo contaba con otro relojito que le indicaba al usuario que tenía que omitir un día.

Pero tenía, además, otro relojito subsidiario. Este último es fascinante, porque daba una vuelta cada 4 años y le indicaba al usuario ¡cuándo iban a ser las olimpiadas!

¿Se trata del mecanismo que Cicerón nos dice que hizo Arquímedes? ¿el mismísimo aparato de Arquímedes se ha conservado hasta hoy por un capricho del destino que quiso hacer naufragar dos embarcaciones griegas en el mismo lugar con unos 2000 años de diferencia? La verdad es que no estamos seguros. Hay algunos indicios que nos llevan a pensar que podría ser el de Arquímedes. Hay otros que nos hacen pensar que si no es el de Arquímedes puede ser la versión

2,0 o 3,1 del mecanismo de Arquímedes. Está claro que un mecanismo con esta complejidad, no es el primero que uno hace. Tiene aplicaciones, tiene detalles que lo acercan más a la última versión del Iphone que a los viejos movicomms que teníamos a principio de los años noventa. Por ejemplo, nadie pondría en el primer modelo un movimiento irregular de la luna, eso seguro que aparece en una segunda o tercera versión.

Según la mitología griega, Salmoneo era un tirano que se la creía tanto, que desafiaba a Zeus. El sostenía que era más importante que Zeus. Y se hacía adorar por sus súbditos como si fuera Zeus. Parece que cuando Zeus se movía hacía ruido ensordecedor, parecido a los truenos. De la misma manera que nosotros cuando éramos chicos poníamos en las bicicletas bombitas de agua que, al golpear con los rayos simulaban el ruido de un motor, Salmoneo, había hecho poner un dispositivo que hacía que, cuando se moviera, generara un ruido semejante al de los truenos. Era alguien que desafiaba a Zeus. Pero no es Salmoneo el que inquieta a los dioses, según el poeta, sino el Anciano de Siracusa.

El poema de Claudio Claudiano concluye diciendo:

*"Alguna influencia dentro de la esfera dirige los diferentes cursos de las estrellas y acciona la masa real con movimientos definidos. Un falso zodiaco se mueve por sí solo a la largo del año y una luna de juguete crece y mengua mes por mes. Ahora la atrevida invención se alegra de hacer que su propio cielo gire y pone a los astros en movimiento por el ingenio humano. ¿Por qué debería ofender, el inofensivo Salmoneo y su trueno simulado? Aquí la débil mano del hombre ha demostrado ser rival de la Naturaleza"*

Hay otro poema que siempre me gustó. Es de un astrónomo griego, el más grande de toda la antigüedad y probablemente uno de los más grandes de toda la historia: Claudio Ptolomeo. No conocemos prácticamente nada de su vida, de lo que le gustaba, de lo que añoraba, de lo que lo motivaba. Sin embargo, este poema se ha conservado. Con ese poema en homenaje a Ptolomeo me gustaría terminar. Dice así:

*"Yo sé que mis días están marcados por la muerte pero cuando investigo los astros que giran sin cesar mis pies ya no pisan más la tierra y al lado del mismísimo Zeus reclamo la parte que me corresponde de la inmortalidad."*

Muchas Gracias.

## Referencias

- [1] Derek De Solla Price. *The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B.C.* Transactions of the American Philosophical Society Vol. 64, No. 7 (1974), pp. 1-70.
- [2] Copyright: Marcelo Di Cocco y Cristián Carman.
- [3] Copyright: K. Efstathiou, Aristotle University of Thessaloniki.

CHRISTIÁN C. CARMAN  
*Universidad Nacional de Quilmes (UNQ).*  
CONICET, Argentina.  
✉ ccarman@gmail.com

---

Recibido: 17 de marzo de 2018.  
Aceptado: 26 de marzo de 2018.  
Publicado en línea: 11 de mayo 2018.

---

---

## Matemático o filósofo

Nota editorial por Juan Carlos Pedraza

---

**C**HISTIÁN Carman nos cuenta en su charla con cierta ironía que estudió filosofía por su gusto por las matemáticas. Sin embargo, los vínculos entre matemática y filosofía son muy estrechos a lo largo de la historia. Se sabe muy poco de Pitágoras, uno de los matemáticos más célebres de la antigüedad y de toda la historia. Los pitagóricos eran una comunidad mística muy cerrada dedicada al estudio de la filosofía (amor por la sabiduría) y la matemática (aquello que se aprende). De hecho, estas dos palabras se suponen acuñadas por Pitágoras.

**L**A siguiente anécdota, tal vez apócrifa, muestra el carácter de los pitagóricos y este estrecho vínculo entre filosofía y matemática: durante unos juegos olímpicos, León, príncipe de Philius, le preguntó a Pitágoras cómo se describiría a sí mismo. Pitágoras respondió:

*La vida, príncipe León, bien podría compararse con estos juegos públicos, pues entre la enorme muchedumbre aquí reunida, algunos vienen atraídos por la adquisición de ganancias, otros guiados por la esperanza y la ambición de fama y gloria. Pero entre ellos hay unos pocos que han venido a observar y a entender todo lo que aquí sucede.*

*Lo mismo ocurre en la vida. A algunos los influye el amor a la riqueza, mientras que otros son guiados ciegamente por el loco anhelo de poder y dominación, pero algunos se entregan a descubrir el significado y propósito de la vida misma. Ellos buscan develar los secretos de la naturaleza. Estos últimos son a los que yo llamo filósofos, pues aunque ningún hombre es completamente sabio en todos los aspectos, ellos pueden amar el conocimiento como ningún otro. Príncipe, **soy un filósofo.***

**S**ON muchos los matemáticos que han sido filósofos famosos o a la inversa. Vayan como ejemplos de una larga lista, además de Pitágoras, los nombres de René Descartes (1596–1650), Blaise Pascal (1623–1662), Gottfried Leibniz (1646–1716) y el más reciente Bertrand Russell (1872–1970).



---

## El Arenario

Nota editorial por Juan Carlos Pedraza

---

**A**RQUÍMEDES ES, sin duda, uno de los genios más grandes de todos los tiempos. *El Arenario* es una obra de divulgación donde trata de hacerle entender a Gelón, rey de Siracusa, un método que él ha desarrollado para expresar números sumamente grandes.

*"Algunos piensan, rey Gelón, que el número de los granos de arena es infinito en multitud; y con arena me refiero no sólo a la que existe alrededor de Siracusa y del resto de Sicilia, sino también a la que se encuentra en cada región habitada o deshabitada. También hay algunos que, sin considerarlo infinito, piensan que no ha sido nombrado ningún número lo suficientemente grande como para exceder su multitud."* [1]

Arquímedes se propone en esta obra, contar los granos de arena necesarios para llenar el Universo. Se enfrenta con dos problemas.

**L**A primera dificultad que tuvo que superar es que el sistema de numeración existente podía expresar solo números menores a una *miríada* (10.000). Mediante la idea de pensar en "miríadas de miríadas", Arquímedes inventa un nuevo sistema de numeración, que le permite llegar a  $10^4 \cdot 10^4 = 10^8$  (una miríada de miríada). No se detuvo allí: a los números menores a  $10^8$  los llamó de *primer orden* y al número  $10^8$  lo consideró la unidad de los números de *segundo orden*. Así se llega a  $10^8 \cdot 10^8 = 10^{16}$  (una miríada de miríada de segundo orden). De la misma manera obtuvo los números de *tercer orden*, etcétera. A estos órdenes se los conoce como las "octadas de Arquímedes". Con sus octadas llegó a una miríada de miríadas de órdenes y obtuvo el increíble número

$$(10^8)^{(10^8)} = 10^{8 \cdot 10^8}.$$

Tampoco se detuvo allí: a estos números los llamó del *primer período* y el  $10^{8 \cdot 10^8}$  pasó a ser la unidad de los números del *segundo período* comenzando un nuevo proceso exponencial que lo llevó a una mirada de miríadas de períodos. Es decir:

$$((10^8)^{(10^8)})^{(10^8)} = 10^{8 \cdot 10^{16}}$$

**E**L segundo problema a resolver era "medir" el diámetro de un Universo que imaginaba esférico. Para ello utilizó el modelo heliocéntrico de Aristarco

(que quedaría sepultado en el olvido con Ptolomeo, hasta la llegada de Copérnico, dos mil años después).

Sin entrar en los detalles de los cálculos, con estas suposiciones basadas en el trabajo de Aristarco, su padre, el astrónomo Fidias y el propio Arquímedes, llegó a la conclusión de que el diámetro del Universo era de unos  $10^{14}$  estadios (unos 2 años luz) y que para llenarlo no se necesitaban más de  $10^{63}$  granos de arena.

**T**ERMINA Arquímedes su trabajo diciendo:

*"Concibo que estas cosas, rey Gelón, le parecerán increíbles a la gran mayoría de las personas que no han estudiado matemáticas...Y fue por esta razón que pensé que el tema no sería inapropiado para su consideración."*

---

## Referencias

- [1] Heath, T. L. *The Works of Archimedes*. Cambridge. The University Press, (221 – 232) 1897.