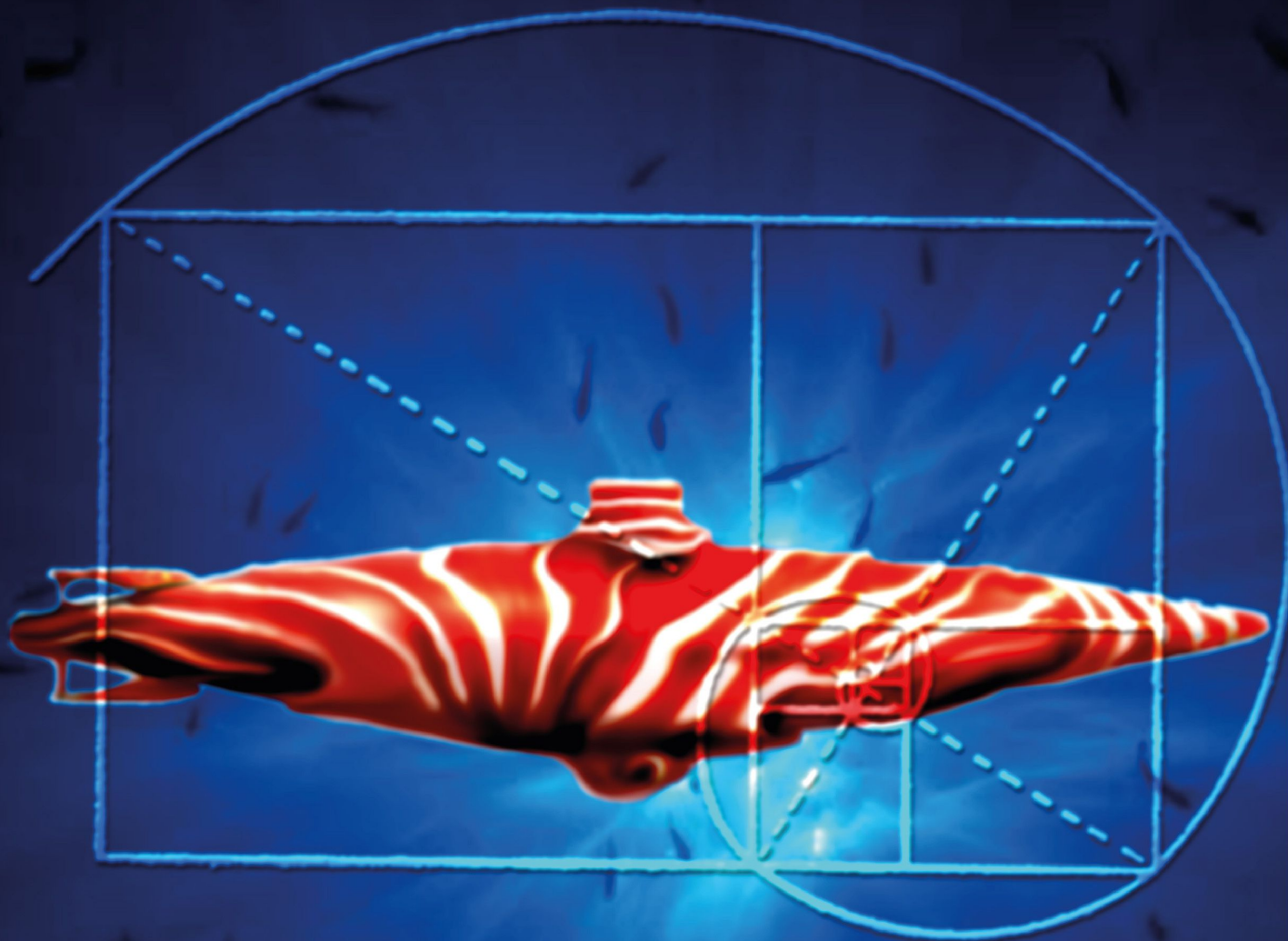


Nautilus

Año 2 / número 4 / Diciembre de 2002

revista de ciencia para chicos



Área de divulgación científica

UBA



R

Rojas

Peudeba



“Con frecuencia, los accidentes caprichosos del terreno obligaban al *Nautilus* a disminuir su velocidad y deslizarse con la destreza de un cetáceo por las estrechas gargantas de las colinas. Y si aquel laberinto se volvía muy intrincado, se elevaba como un globo y, superado el obstáculo, reanudaba su rápida carrera a algunos metros por encima del fondo.”

Julio Verne, *Veinte mil leguas de viaje submarino*.



sumario

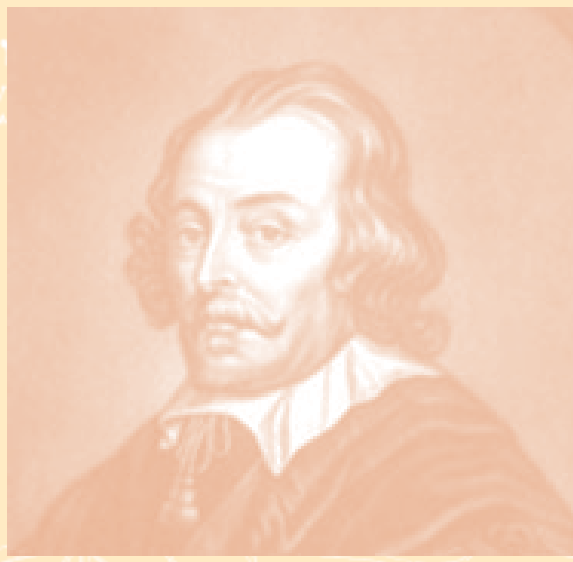
Pág. 2	Exploradores del conocimiento: William Harvey
Pág. 8	¿Ver para creer?: Pacal y los extraterrestres
Pág. 10	Otros tiempos: La historia del café
Pág. 15	Periscopio: Viajeros
Pág. 16	Los grandes números del ajedrez
Pág. 24	Botella al mar



ARTERIA MAGNA, A OPTH,
NISTRO CORDIS MNV ORIENS, ET VITALEM SPIRITV

Exploradores del conocimiento

William Harvey



Un científico entre dos mundos

A William Harvey.
El Colegio de Médicos de Londres ha erigido esta estatua
en testimonio eterno de agradecimiento
por sus trabajos sobre los movimientos de la sangre y
el origen de los animales

¿Quién era aquel hombre al cual se le dedicaban tan honrosas palabras inscriptas en el pedestal de una estatua que lo representaba?

Fue un estudioso de la forma en que la sangre se mueve por el interior de los animales vertebrados. Fue un hábil experimentador que comprendió que las venas y las arterias están conectadas de tal manera que forman un circuito cerrado. Fue un médico de reyes. Fue un hombre dedicado a investigar el mundo natural. Sobre todo –y con la finalidad de tratar y curar las enfermedades– fue un pensador que se animó a entender el funcionamiento del cuerpo humano como si éste fuera una máquina.

William Harvey nació el 1 de abril de 1578 en Folkestone, ciudad portuaria inglesa del condado de Kent, frente al Canal de la Mancha. Fue el primogénito de una familia que tuvo otros seis hijos y dos hijas. Su padre, Alderman Thomas Harvey, era un rico comerciante que en 1586 fue alcalde de la ciudad. Desde aquel puesto tuvo seguramente alguna intervención en la derrota de la llamada *Armada Invencible* que el rey Felipe II de España había enviado a pelear contra Inglaterra.



Hipócrates
 460 a.C.-377 a.C.
 Separó la medicina de las prácticas religiosas afirmando que la enfermedad tiene causas naturales



Aristóteles
 384 a.C.-322 a.C.
 Filósofo griego. Su obra influyó en casi todas las áreas del pensamiento humano, incluyendo la medicina



Harvey estudió en Cambridge pero la forma tradicional de enseñanza inglesa de la medicina no lo satisfizo plenamente por lo que a los 22 años se marchó a Italia para formarse como médico en la Universidad de Padua, la ciudad con mayor preocupación por las artes y las ciencias de lo que en aquella época era la República de Venecia. Allí enseñaba matemáticas y astronomía Galileo Galilei y varios destacados sabios y médicos que se caracterizaban por sus novedosas ideas. El joven Harvey permaneció en Padua estudiando medicina con el prestigioso profesor de anatomía Jerónimo Fabricio de Aquapendente. En 1602 alcanzó el título de Doctor y emprendió el regreso a Inglaterra. Pronto fue nombrado miembro del Colegio Real de Médicos. Por recomendación de un hermano suyo, que era lacayo real –un noble de baja jerarquía–, consiguió ser nombrado médico sustituto del rey James I, cargo que mantuvo durante el frustrado reinado de Charles I. Hacia 1609, gracias a una carta de recomendación del rey James I, fue nombrado médico del Hospital San Bartolomé, institución donde pudo incrementar su experiencia en la práctica médica. Años más tarde debió abandonar ese puesto para dedicarse sólo a la atención del Rey.

En 1615 Harvey fue nombrado profesor de anatomía en el Colegio de Médicos de Londres. En las clases del 16 y 17 de abril de 1616 expuso, por primera vez, sus novedosas y revolucionarias ideas anatómicas y fisiológicas acerca del movimiento del corazón y de la circulación de la sangre en los animales.



Galeno

Circa 129-201.
Médico del mundo romano, autor de las más importantes obras de medicina de su época. Éstas serán leídas por más de 1.500 años

El mundo de William Harvey

En las distintas épocas y en los diversos y remotos lugares siempre hubo monarcas que ejercieron su poder sobre pequeñas o grandes extensiones, que condujeron campañas militares, que mataron y muchas veces fueron muertos por las intrigas que la lucha por el poder provocaban. Algunos fueron más crueles, otros más benevolentes. Algunos tuvieron un gran poder, otros casi fueron figuras decorativas.

En los tiempos de Harvey, en numerosos Estados, como Francia, la monarquía concentraba la suma del poder militar, económico y político. Pero en Inglaterra la situación era diferente, y los intentos de los reyes por ejercer el poder de manera absoluta mantenían al reino en estado de constante tensión. Finalmente, en 1642, estalló la guerra civil inglesa que lideró Oliver Cromwell y que destronó a Charles I, quien sería ejecutado en 1649, dando lugar a la república. Cromwell terminó creando un sistema de gobierno al que denominó "protectorado" y que concluyó cuando murió en 1660.

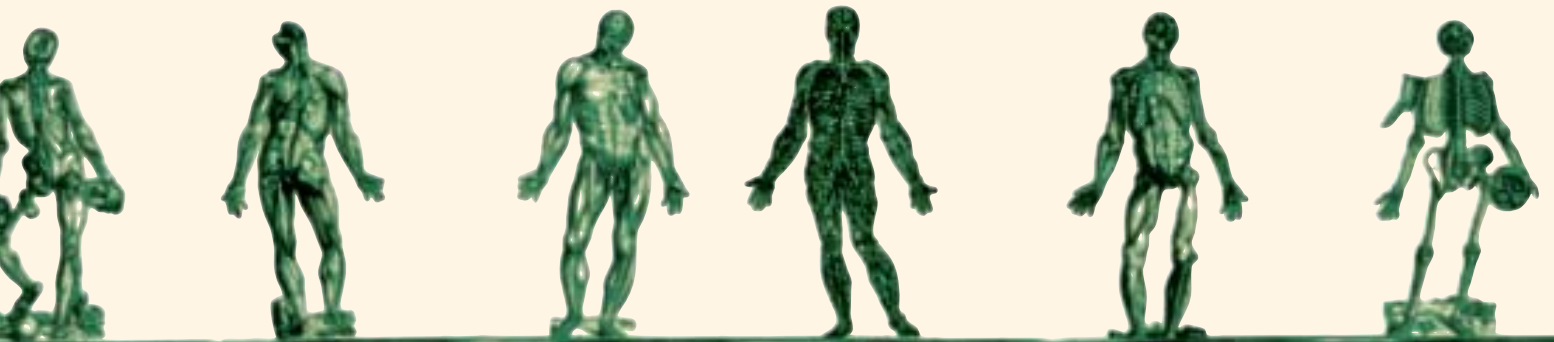


Oliver Cromwell



Oliver Cromwell en una caricatura de la época

Harvey recibió un merecido reconocimiento en vida. Fue sin duda uno de los actores históricos más notables del siglo XVII. Un médico inglés que no sólo descubrió la circulación de la sangre y el papel del corazón, sino que contribuyó a concretar una profunda renovación del conocimiento de la medicina, hasta entonces regido por fuertes influencias de las tradiciones de la Antigüedad plasmadas en las obras de autoridades como Aristóteles, Hipócrates y Galeno.



Avicena
980-1037.
Llamado "el príncipe de los médicos", fue uno de los máximos representantes de la medicina árabe. Escribió el Canon de medicina que se estudió en Europa



Leonardo da Vinci.
1452-1519.
Artista e inventor italiano del Renacimiento. Realizó originales estudios anatómicos



En una época en la que, por ejemplo, la Universidad de París rechazaba cualquier obra que pusiera en duda las afirmaciones de Aristóteles o de Galeno, Harvey fue uno de los pocos que lograron, con éxito, oponerse a lo dicho por los maestros griegos y latinos.



Andreas Vesalio
1514-1564.
Anatomista flamenco, autor de la más importante obra de anatomía de su época



William Harvey
1578-1657.

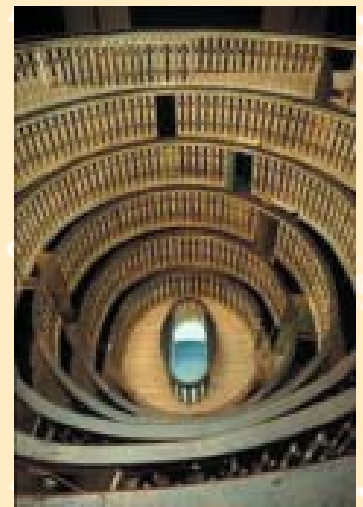
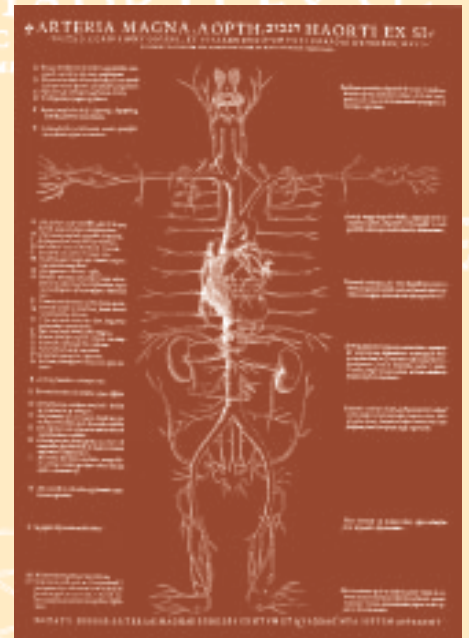
La medición y el experimento

La gran contribución de Harvey a la ciencia de su tiempo fue el uso sistemático del método experimental para explorar la naturaleza. Su aporte a las ciencias biológicas y médicas fue equivalente al logro alcanzado por Galileo Galilei en la astronomía y en la física. Ambos coincidieron en dos aspectos fundamentales de la nueva metodología científica que comenzaba a imponerse: la valoración del uso del experimento como forma irremplazable para el estudio de la realidad y la importancia de las mediciones numéricas en el análisis de los fenómenos naturales.

En su breve libro (de sólo 72 páginas más otras dos con grabados) conocido como *De motu cordis* y publicado en Frankfurt (Alemania) en 1628, Harvey emplea datos cuantitativos para apoyar sus hipótesis. Por ejemplo, nos explica que en cada contracción del corazón se impulsan unos 6 gramos de sangre. Si el corazón late unas cuatro mil veces por hora, la cantidad de sangre vertida en ese intervalo de tiempo es de 24 kilogramos, valor muy superior al que puede formarse a partir de los alimentos ingeridos durante esa hora. Estos datos sugieren que la sangre sale y vuelve una y otra vez al corazón.

A lo largo de todo su libro, Harvey procede siempre del mismo modo: primero describe cuidadosamente sus observaciones, después examina si coinciden o no con las de otros autores relevantes y, finalmente, formula una interpretación ajustada a los hechos observados, intentando excluir toda idea que vaya más allá de lo que los mismos hechos permiten explicar.

Harvey es un personaje con el cual los hombres de ciencia de hoy fácilmente pueden simpatizar por su actitud al enfrentar las afirmaciones impuestas por autoridades científicas, oponiéndoles las interpretaciones a partir de las observaciones directas de los hechos.



El teatro anatómico de la Universidad de Padua, donde estudió William Harvey



Dibujos anatómicos de Leonardo da Vinci



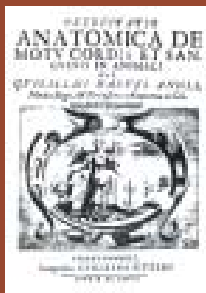
Pintura de George de la Tour en la que se destaca el color rojizo de la mano de la niña debido a la irrigación sanguínea





Dibujos anatómicos de Leonardo da Vinci

Desde las notas manuscritas que le sirvieron de guión para sus clases de anatomía de 1616 hasta la publicación en 1628 de su libro *De motu cordis*, pasaron una docena de años. ¿Por qué esperó tanto Harvey para dar a conocer, a un público más amplio que sus alumnos, sus teorías acerca de la circulación de la sangre y del papel del corazón en ella? Sin duda fue la clara conciencia que tuvo de las posibles polémicas y ataques que recibiría por oponerse a las ideas “oficiales” referidas a la anatomía y fisiología del cuerpo humano. Necesitó respaldar sus pensamientos con numerosas observaciones experimentales que dejaran pocas dudas y convencieran a la mayor cantidad posible de médicos y anatomistas.

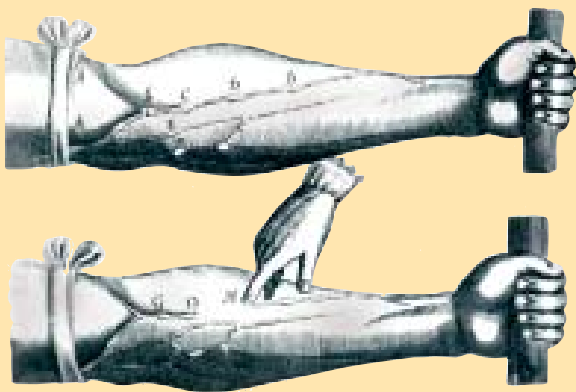


Al serenísimo e invictísimo Carlos, rey de Gran Bretaña, Francia e Irlanda, defensor de la fe

Al excelentísimo y muy eminente varón D. D. Argent, presidente del Colegio de Médicos de Londres, su amigo particular, y a los demás doctísimos médicos, sus queridos colegas



Grabado del libro de William Harvey *De motu cordis*

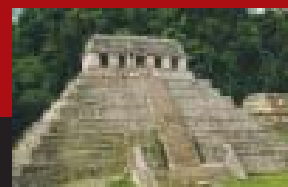


En la obra de Harvey podemos encontrar cierto apego a la tradición y a algunas creencias y costumbres imperantes en su época. Dedicó su libro al rey, presentándolo como el centro, el corazón de la sociedad. En una segunda dedicatoria se evidencia el esfuerzo de Harvey por conseguir aliados para enfrentar eventuales polémicas a causa de sus innovadoras ideas. Para ello dedicó también el libro al presidente y a los miembros de la Sociedad Médica de Londres. Pero con los aportes de Harvey, sin olvidar los estudios de otros anatomistas brillantes como Vesalio, Servet, Fabricio de Aquapendente, Colombo y Cesalpino, una nueva imagen del funcionamiento del cuerpo humano comienza a emerger. Esta nueva concepción, que interpreta a los animales –incluido el hombre– como una máquina, permitió trazar la idea del gran círculo: una nueva ruta donde la sangre se mueve, impulsada por el corazón, dentro de un sistema cerrado de tubos retornando al punto de partida.



¿Ver para creer?

Pacal y los extraterrestres

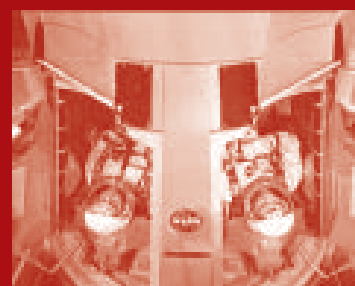


Hace algunos años, unos treinta para ser un poco más precisos, el escritor Erich von Däniken se hizo famoso con una serie de libros donde, según su particular visión de las cosas, afirmaba que nuestro planeta fue visitado por seres inteligentes de otros mundos. Entre sus pruebas se destaca una referida a un dibujo tallado sobre la tapa del sarcófago del rey Pacal, hallado en el templo de las inscripciones en Palenque, México.

Según Däniken lo que observamos es un tallado en la piedra hecho por los mayas que representa a un supuesto astronauta extraterrestre con forma humana que pilotea una nave. Puede suceder que, luego de escuchar esta sugerencia, así nos lo parezca. Podemos imaginar el fuego en la parte trasera del cohete. También, como lo hiciera von Däniken, es posible ver al astronauta presionando un pedal con su pie izquierdo. Pero su interpretación, aunque fascinante, está marcada por sus deseos de ver seres extraterrestres. Las pretendidas evidencias dejan demasiadas preguntas sin responder.



Representación imaginada por quienes creen que la figura del sarcófago es un astronauta extraterrestre



¿Cómo se explica que los seres extraterrestres sean exactamente iguales a los seres humanos? ¿Por qué las naves extraterrestres tendrían diseños similares al de los actuales cohetes fabricados por los hombres? Los creadores de la serie *Viaje a las estrellas* han tenido en este punto más osadía e imaginación que el escritor von Däniken. ¿Por qué no se encuentra este tipo de dibujos en otras partes del planeta Tierra? ¿Acaso los seres extraterrestres hicieron un largo viaje interestelar sólo para visitar una pequeña región de México? ¿Por qué no nos visitan en la actualidad?

Aunque sería verdaderamente emocionante tener evidencias de la existencia de formas de vida inteligente más allá de nuestro planeta, parece más sencillo y razonable, para quienes han hecho un esfuerzo por conocer la cultura maya, pensar que el tallado, cargado de símbolos religiosos como el quetzal –en la parte superior del dibujo–, represente algunas de las creencias religiosas de este pueblo relacionadas con la muerte.



Conocemos el mundo no sólo a través de nuestros ojos; lo hacemos también a través de nuestras ideas.

¿Cómo estar seguros entonces de lo que miramos? ¿Cómo fiarnos de las imágenes que nos formamos acerca de la naturaleza?

No hay una respuesta sencilla, pero al menos podemos afirmar que toda observación y que toda experiencia deben ser confirmada y debatida por otras personas interesadas en el tema. La ciencia es una actividad colectiva, desarrollada por todos aquellos preocupados por conocer algunos aspectos del universo. Abarca a los hombres y las mujeres de nuestro tiempo, a los que vivieron en el pasado, y se proyecta hacia los seres humanos que, imaginamos, vivirán en el futuro.

La ciencia exige la audacia y la humildad necesarias para preguntarnos una y otra vez sobre nuestras ideas y no conformarnos con las primeras respuestas que encontremos.

La historia del café



“...es casi tan negro como la tinta y muy útil para los trastornos del estómago...”

Así hablaba del café, en 1582, el médico Leonard Rauwolf en su libro *Viaje a los países de Oriente*. Rauwolf había quedado maravillado por esa bebida caliente y negra que los turcos y los árabes consumían tan naturalmente como los europeos consumían, por aquellos tiempos, el vino y la cerveza. Tan maravillado quedó que decidió importarla. En Oriente, el café era una bebida fabricada a partir de un extraño y pequeño fruto. Los hombres la bebían, al despertar, en cuencos de loza y de porcelana. “Lo hacen a sorbitos”, agrega Leonard, “y se van pasando el cuenco de unos a otros, pues están enfrentados en círculos y muy juntos”.

La historia del café es tan antigua que comienza con una leyenda. La leyenda cuenta que, hace mucho tiempo, en las montañas de Abisinia, en la actual Etiopía, un joven pastor de nombre Kaldi observó una tarde que sus cabras, luego de comer los frutos rojos de un desconocido arbusto, comenzaban a correr y dar saltos. El insólito comportamiento de los animales se extendía durante la oscuridad de la noche: todo el rebaño parecía haber perdido el sueño. Kaldi, intrigado, llevó una muestra de hojas y frutos a un monasterio cercano.



Los monjes quedaron tan intrigados como el joven Kaldi y decidieron poner los granos a cocinar. De la cocción obtuvieron una bebida de tan espantoso sabor que echaron al fuego lo que quedaba en el recipiente. Repentinamente la habitación se fue llenando de un agradable aroma. Los granos, arrojados con desprecio por los monjes, se tostaban al abrigo del fuego despidiendo aquella agradable fragancia. Intentaron entonces volver a preparar una bebida con los granos tostados. Quedaron tan encantados con el resultado que, cada día, a la hora del rezo, tomaban una taza.

Se dice, también, que sirvió para curar al mismísimo profeta Mahoma, quien, bajo la guía del Islam, unió a las tribus árabes que habían descubierto los secretos del cultivo de la planta del café y se habían adueñado de su comercialización.

Al principio, el café fue para los europeos una curiosidad más de Oriente. Acostumbrados a las bebidas frías, se resistían a su temperatura. Habitados a la suavidad y la transparencia de la cerveza o del vino, les era difícil encontrar algún placer en el amargo y alquitranado café. Arribado simultáneamente a los puertos de Venecia y de Marsella, de Londres y de Amsterdam, el café deberá esperar casi un siglo para ponerse de moda, primero como medicamento y después como bebida.



No sólo hemos heredado de los árabes el café sino, tal como lo cuenta Leonard Rauwolf, el hábito de tomarlo por las mañanas. Muchos desayunamos café con leche, pero pocos conocen el porqué de este ritual diario.



“...fortalece la memoria, anima al triste y despierta el espíritu sin provocar locuras...”

Antes de la llegada del café, alrededor del año 1645, el alcohol ocupaba en la vida de los europeos un lugar importantísimo. Eran los tiempos en que se desayunaba sopa de cerveza o de vino. Tiempos en los que el trabajo se desarrollaba al aire libre siguiendo no el ritmo del reloj sino el de la fuerza física y el cansancio. Eran tiempos sin fábricas ni oficinas, en los que las borracheras eran frecuentes.

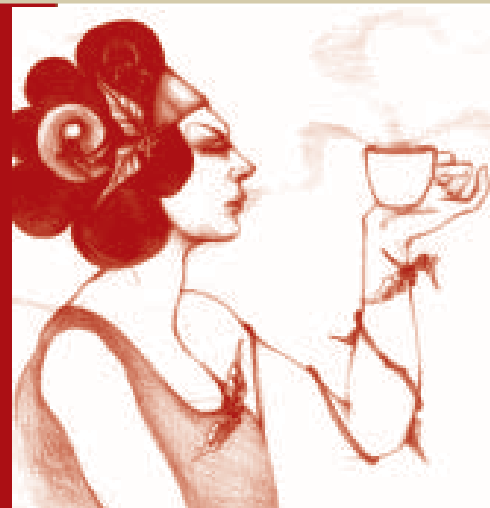
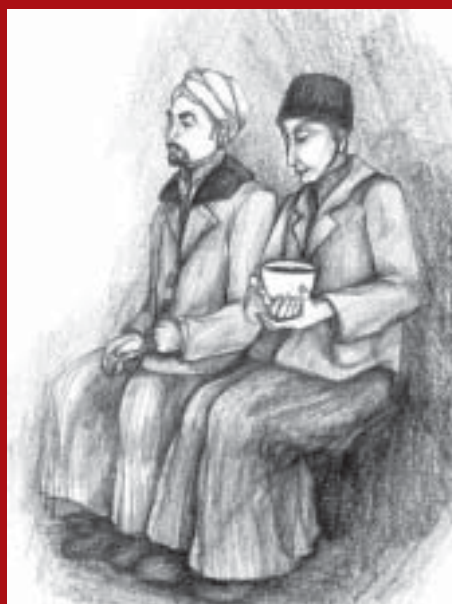
La cerveza era, junto con el pan, el principal alimento para la mayoría de la población, antes de que se incorporara la papa. Para que se den una idea del uso de esta bebida, piensen, por ejemplo, que una familia inglesa consumía tres litros de cerveza por día por persona, incluidos no sólo los hombres y las mujeres sanos, sino también los enfermos. La preparación de esta bebida formaba parte de las tareas domésticas, así como hacer el pan y matar a los animales para la mesa.






Durante la Edad Media –aquella época de caballeros andantes y pobres campesinos– brindar, beber a la salud de alguien, corresponder rondas de tragos eran rituales necesarios para mantener amistades. Así como había competencias con caballos y lanzas, había concursos de bebedores donde lo que se empuñaban eran vasos. Estas justas tenían también sus reglamentos. Generalmente se iniciaba el “ataque” invitando una ronda, aquél que se sintiera desafiado invitaba otra. Los bebedores se reunían de a dos y, como caballeros enfrentados en un torneo, competían para ver quién bebía más. Se solían establecer pautas menores como beber sin respirar, o de un solo trago, o sin mojarse los bigotes. Resultaba ganador el que hubiera bebido más y, luego de levantarse de la silla, pudiera permanecer unos segundos sin desplomarse en el suelo.

Este protagonismo del alcohol en la vida diaria empezó a cambiar hace unos quinientos años, cuando se comienzan a escuchar voces que hablan en su contra. Una de las que sonó más fuerte fue la de Martin Lutero (1486-1546), quien encabezó una importante transformación dentro del mundo cristiano que lo llevó a separarse de la Iglesia Católica. Este movimiento conocido como La Reforma estableció una nueva relación entre Dios y los hombres. Aquel Dios lejano al que se lo visita regularmente en las iglesias comienza a ser sustituido por un Dios presente en los hogares, en las horas de trabajo y de reposo, en las relaciones con los semejantes. La relación entre los hombres y Dios se volvió más íntima y se hizo necesario, para los creyentes y según las indicaciones de esta nueva iglesia, un mayor cuidado en la conducta. Luego de que Lutero predicara contra “el diablo de la bebida”, el alcohol empezó a ser tomado con moderación. Esta condena de Lutero estará presente cuando, tiempo después, los primeros granos de café lleguen a Europa. El café será apreciado porque quita la embriaguez que produce el alcohol: a mediados del siglo XVII se convierte en un medicamento contra “el dulce veneno del maldito vino”, como dice una canción popular de la época.





Mientras que en los palacios sirve como excusa para usar vajillas de porcelana y organizar elegantes fiestas, en las casas y para el resto de la sociedad, el café sirve para las más curiosas afecciones. Además de utilizarse para acabar con las borracheras y mantenerse despierto, la nueva bebida se usa para algunas cuestiones que hoy nos parecen un tanto extrañas como fortalecer el hígado, purificar la sangre y tranquilizar el estómago. Si el alcohol producía sueño y torpeza, el café produce lucidez y pensamientos claros.

“...para quienes les importa más ahorrar su tiempo que su vida y su salud...”

Los entusiasmados “seguidores” del café celebraban que existiera una bebida que producía el mágico efecto de mantenerlos artificialmente despiertos, una bebida que prolongaba e intensificaba el tiempo disponible para el trabajo. Y, como “el tiempo es oro”, no había que perderlo.

Contra esta idea no sólo se levantaron, como podrán imaginar, los comerciantes de vinos y de cerveza y los dueños de las tabernas, sino también algunos estudiosos del mundo natural. Unos por intereses comerciales, otros porque vislumbraron los efectos nocivos del exceso de café en el organismo. Carl von Linné, uno de los naturalistas más importantes del siglo XVIII, denunció que si la principal propiedad del café es mantenerse despierto de manera artificial, el cuerpo paga por ello un precio demasiado alto.

Aunque los debates continuaron, el café se hizo cada vez más popular. Primero, compartiéndolo en lugares públicos y preparándolo de las más diversas maneras (a la turca, express, con filtro, con leche o cortadito); luego, en el hogar a través de la costumbre del desayuno y, a veces, la merienda.

En sus variados aromas y sabores, el café resume una larga y apasionante historia que nos llega desde Oriente y que se revive continuamente en tazas, vasos y pocillos alrededor de todo el mundo.





Periscopio

Hubo un tiempo en que algunos hombres, en su afán por conocer otros mundos o por comerciar con otros pueblos, no dudaron en dedicar su vida entera a viajar por lejanos y exóticos lugares. A pie, en carreta, por momentos sobre caballos o camellos, lograron recorrer distancias que por su magnitud hoy nos resultan asombrosas.

En el año 1271, el joven Marco Polo inició junto a su padre Niccolò y a su tío Matteo un extenso y arriesgado viaje hacia Catay (China). Partió desde su Venecia natal para encontrarse, luego de atravesar Armenia, Persia y el desierto de Gobi, con el emperador mongol Kublai Khan, nieto del gran conquistador Gengis Khan. Durante dos décadas, el joven Marco permanecerá en el extremo oriente cumpliendo diferentes funciones en el gobierno del imperio más extenso de aquella época. En 1296, tras su vuelta a Venecia, fue apresado por los genoveses y encarcelado. En la celda, relató su historia a otro prisionero llamado Rustichello de Pisa. De este encuentro nació *El libro de las maravillas del mundo* a partir del cual los hombres conocerán las fantásticas aventuras del viaje de los Polo. Finalmente, cuando Venecia y Génova firmaron la paz, Marco fue liberado y pudo volver definitivamente a aquella tierra que lo vio partir cuando sólo tenía diecisiete años.

En 1304 nació en Tánger, África del norte, el más renombrado viajero del mundo musulmán. Visitó lugares como la enigmática ciudad de Tombuctú, al sur del Sahara, pasó por Jerusalén y llegó a La Meca, en la península arábiga. Se afirma que anduvo más de 100 mil kilómetros a lo largo de su vida. Los viajes de Ibn Batutta aún hoy nos asombran porque la distancia recorrida es equivalente a dos veces y medio el ecuador terrestre.

Hay otros viajes que nos sorprenden porque son un tributo a la imaginación humana. El asombro de los habitantes de Roma habrá sido enorme cuando, en una fría mañana del mes de noviembre, vieron emerger al *Nautilus* mientras atravesaba las aguas del río Tíber.



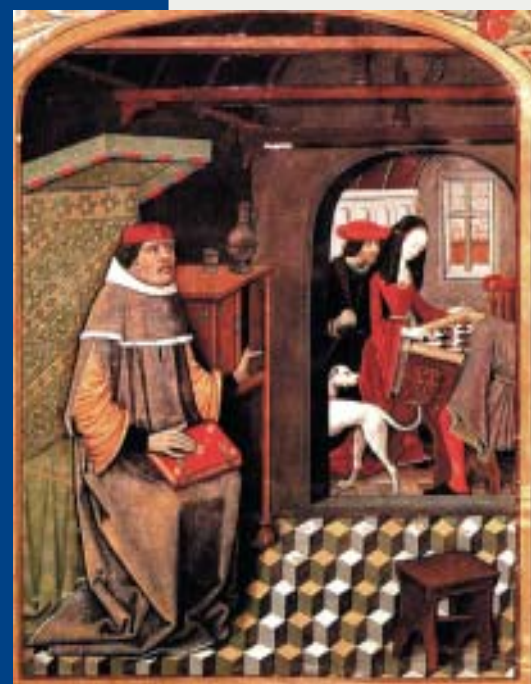
Los grandes números del ajedrez

Una antigua leyenda cuenta la fascinante historia de un bondadoso rey de la India, llamado Iadava, y un humilde sacerdote, el joven brahmán Lahur Sessa. Dicen los viejos relatos que el monarca se encontraba sumergido en una profunda e inconsolable tristeza. Sus ministros, sus colaboradores y toda la gente que vivía en el palacio no conseguían que el rey pudiera apartarse de su gran melancolía y esta situación preocupaba mucho a todos. El temor por la salud del rey aumentaba cada vez más y ni los médicos ni los consejeros podían hacer nada. Fue entonces cuando el humilde Sessa se presentó frente a las puertas del palacio rogando tener una audiencia con el mismísimo rey. Cuando le preguntaron cuál era el objeto de tal solicitud, el joven sólo respondió: “Voy a devolver la alegría al rey”. Los guardias se miraron sorprendidos y echaron a reír. ¿Cómo este modesto muchacho podría lograr aquello que los más expertos y sabios no habían conseguido? “¿Y qué piensas hacer para que la alegría vuelva a nuestro amadorrey?”, lo interrogaron burlonamente. Sessa no se amedrentó y con voz firme les respondió: “He inventado un juego maravilloso que hará que el rey se divierta mucho y vuelva a estar contento”. Los guardias desconfiaron un poco y le pidieron que les explicara de qué se trataba tan novedoso y fantástico juego. El joven brahmán les dijo que sólo enseñaría el juego al rey en persona.



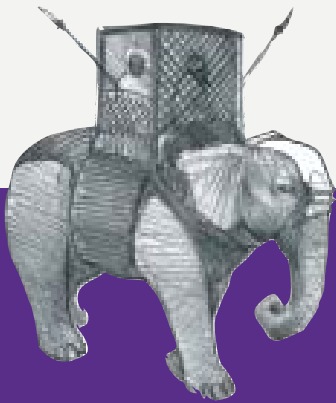
Un millón es un uno con seis ceros (1.000.000); un billón es un millón de millón, o sea, un uno con doce ceros (1.000.000.000.000); un trillón es un millón de millón de millón, un uno con dieciocho ceros (1.000.000.000.000.000.000); y así sigue: un cuatrillón, un quintillón, etc., y cada vez más y más ceros...

¡Qué difícil es hablar de números tan grandes!

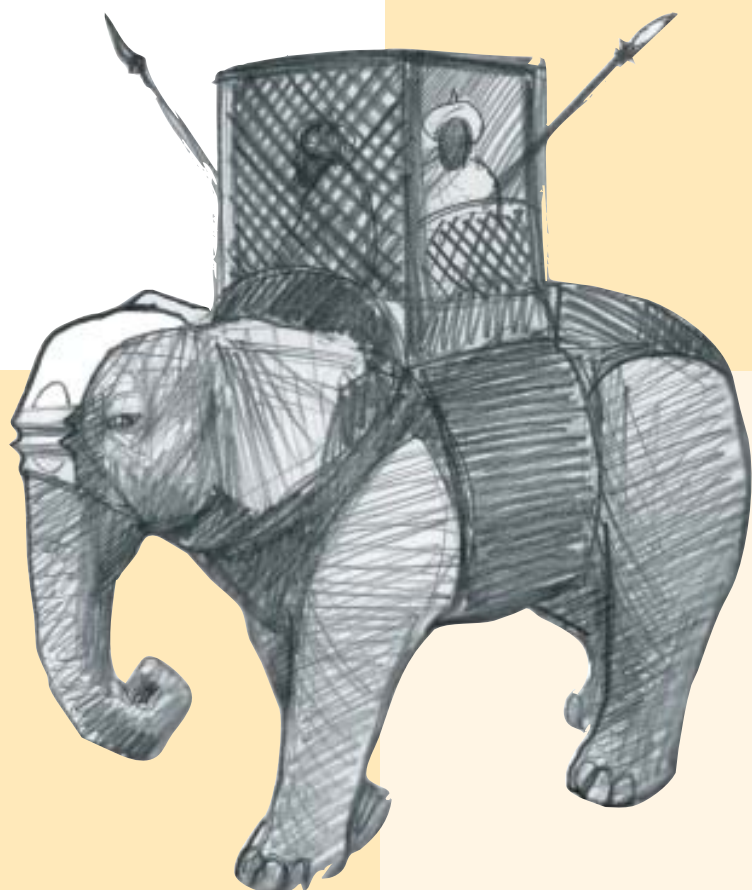




Luego de varias horas de discusiones entre los ministros, los consejeros, los sacerdotes y los médicos del palacio, se decidió por fin dejar pasar a Sessa. ¡Ya no sabían qué hacer para curar al rey! ¡Quizás Sessa pudiera! El muchacho ingresó por una enorme puerta de madera oscura y recorrió un largo corredor de relucientes baldosas de colores que formaban delicadas figuras geométricas. Sessa se detuvo un breve instante para mirarlas con atención. Estaba deslumbrado. Cuando arribó al pasillo que conducía a la sala donde estaba el rey, tuvo un poco de miedo y casi se arrepiente de haber llegado hasta allí. En ese momento se le acercó el gran visir, el principal consejero del rey, y con palabras afectuosas le devolvió la tranquilidad y lo acompañó hasta la enorme habitación donde lo esperaba el rey. Sessa subió una pequeña escalinata y se encontró frente al soberano, que lo miraba con atención. Sessa sólo llevaba consigo una pequeña bolsa de tela y un extraño tablero que sujetaba con fuerza bajo su brazo. El rey le hizo un ademán para que se acercara; luego, se inclinó ligeramente hacia adelante y con voz grave le dijo: “¿Qué traes contigo, muchacho?”, y agregó enseguida, con mucha amabilidad: “Me han comentado que dices haber inventado un juego extraordinario, ¿de qué se trata?”. El rey lo miró bondadosamente. Esto animó a Sessa que, sin perder tiempo, apoyó el tablero sobre el piso y comenzó a sacar de la bolsa, una por una, una serie de extrañas piezas de madera que comenzó a distribuir ordenadamente. El tablero que había llevado Sessa estaba pintado de forma cuadriculada, en blanco y negro, en colores alternados, y tenía ocho cuadraditos, o escaques, por cada lado. Cuando terminó de acomodar las piezas, que representaban figuras guerreras de dos colores diferentes, el rey vio que habían quedado dispuestos dos ejércitos enfrentados.



A partir de allí, Sessa comenzó a explicarle al rey ladava, las reglas del juego, los movimientos de las piezas, las estrategias para jugar mejor, los posibles ardides. Pasaron muchas horas y el rey aprendía rápidamente. Al poco tiempo, se había convertido en un experto y disfrutaba largas horas jugando con sus consejeros, ministros y amigos, ya que todos se habían interesado en el maravilloso juego inventado por Sessa y estaban encantados con él. ladava había recobrado su alegría y, con él, todo el palacio y también toda la población del reino. ¡Por fin el júbilo había retornado! El rey no sabía cómo agradecer a Sessa por tan hermoso e ingenioso regalo. Le ofreció joyas, palacios y territorios, pero el joven brahmán no aceptaba, disculpándose con timidez. “Joven Lahur Sessa, ¡pídemelo que quieras que podré satisfacer tus deseos!, te ruego que no rechaces mis obsequios, tal es la gratitud que te tengo”, le imploró el rey. Sessa se acercó entonces al rey, tomó el tablero de juego y corrió todas las piezas hacia un costado. Apoyando su dedo índice sobre la primera casilla, le dijo al monarca: “Majestad, me conformo con que me des un grano de trigo por la primera casilla del tablero, dos por la segunda, cuatro por la tercera, ocho por la cuarta y así sucesivamente, multiplicando cada vez por dos, hasta llegar al último casillero”. El rey lo escuchó con mucha atención y una vez que hubo finalizado le dijo: “¡Pero, muchacho, tan modesto obsequio me pides!”.



“¡Por supuesto que serás complacido!”. Y ordenó calcular, de inmediato, a los contadores del palacio la cantidad de trigo que deberían entregar a Sessa. ¡Cuál fue la sorpresa cuando los contadores regresaron, luego de muchas horas de discusión, y comunicaron al rey lo que habían calculado! ¡No alcanzaba la producción completa de trigo de todo el reino! La cantidad de granos que deberían disponer sería de 18.446.744.073.709.551.615, un número imposible de satisfacer ¡ni aun con la producción de trigo de todo el mundo!



Esta breve historia no sólo nos cuenta el pintoresco origen del juego que hoy conocemos con el nombre de “ajedrez”, sino también nos plantea unos desafíos matemáticos muy interesantes. ¿Cómo se puede calcular la enorme cantidad de granos de trigo que correspondería al pedido de Sessa? ¿Cómo fue posible que los números hayan crecido tan rápidamente, si empezaban con cifras tan pequeñas: 1, 2, 4, 8, etc.?

*El número de granos que corresponde al regalo de Sessa es 18.446.744.073.709.551.615, un poco más de 18 trillones. Esta cantidad se consigue sumando todos los granos de todas las casillas del tablero de ajedrez. Es decir un grano por la primera, más los dos que corresponden a la segunda, más los cuatro de la tercera, etc., hasta llegar a sumar los granos de la última casilla. Una forma más fácil de obtener esa grandiosa cantidad es resolver la sencilla fórmula:
Cantidad total de granos de trigo = $2^{64} - 1$
¿De dónde saldrá esta formulita?*





La cuestión no es muy complicada, pero requiere algo de paciencia y mucha atención.

Si nos detenemos un poco para pensar y analizar con cuidado la situación que se les presentó a los contadores del reino, veremos que la serie de números 1, 2, 4, 8, etc. —que representa los granos de trigo que corresponden a las casillas del tablero de ajedrez, según el pedido de Sessa— tiene algo de particular: 2 es el doble de 1; 4 es el doble de 2; 8 es el doble de 4 y así sigue, cada número duplicando al anterior. Podemos obtener, entonces, el número de los granos de trigo que corresponderán a cada una de las casillas del tablero de ajedrez.

Tendríamos, entonces:

Casilla 1: 1 grano	Casilla 2: 2 granos <small>(resultado de 2×1)</small>	Casilla 3: 4 granos <small>(resultado de 2×2)</small>	Casilla 4: 8 granos <small>(resultado de 2×4, o bien $2 \times 2 \times 2$)</small>	Casilla 5: 16 granos <small>(resultado de 2×8, o bien $2 \times 2 \times 2 \times 2$)</small>
Casilla 6: 32 granos <small>(resultado de 2×16, o bien $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$)</small>	Casilla 7: 64 granos <small>(resultado de 2×32, o bien $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$)</small>	Casilla 8: 128 granos <small>(resultado de 2×64, o bien $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$)</small>		

No olvidemos que el tablero de ajedrez tiene 8 casillas por cada lado, o sea 64 en total (8×8).

Hasta llegar a la casilla 64, que tendrá nada menos que 9.223.372.036.854.775.808 granos, resultado de multiplicar 63 veces por 2. Hay que multiplicar ($\times 2$) 63 veces porque la primera casilla tiene 1 grano de trigo y se comienza a multiplicar $\times 2$ en la segunda. En detalle sería así:

Casilla 1: **1 grano**

Casilla 2: **2 granos** (2×1) 1 vez

Casilla 3: **4 granos** (2×2) 2 veces

Casilla 4: **8 granos** ($2 \times 2 \times 2$) 3 veces

Casilla 5: **16 granos** ($2 \times 2 \times 2 \times 2$) 4 veces

Casilla 6: **32 granos** ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$) 5 veces.

Y así sucesivamente, hasta llegar a la última casilla:

Casilla 64: **9.223.372.036.854.775.808 granos** ($2 \times 2 \times 2 \times \dots \times 2$) 63 veces.

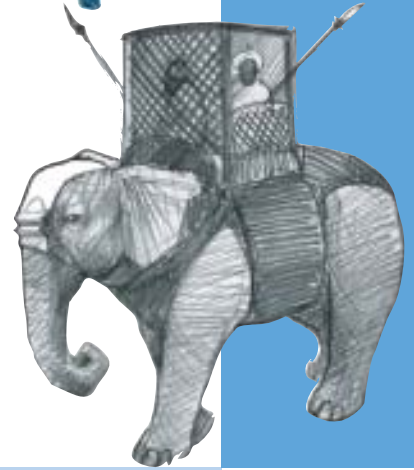




La dificultad de la forma de pago que pidió Sessa al rey Iadava nos advierte de algunas características muy importantes de las progresiones o series de números. Si construimos una serie común de números, por ejemplo la que usamos para contar naturalmente (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), vemos que va aumentando de a uno. Si tenemos en cuenta esta otra: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 (que son los números pares), vemos que aumenta de a dos, pero siempre igual.



Pero ¿qué pasa con la serie de números de los granos de trigo del tablero de ajedrez, que representa el pedido de Sessa?





¡Aumenta de manera vertiginosa!
Veamos:

$$\begin{aligned} & \mathbf{1} \\ \mathbf{2^1} & = \mathbf{2} \\ \mathbf{2^2} & = \mathbf{4} \\ \mathbf{2^3} & = \mathbf{8} \\ \mathbf{2^4} & = \mathbf{16} \\ \mathbf{2^5} & = \mathbf{32} \\ \mathbf{2^6} & = \mathbf{64} \\ \mathbf{2^7} & = \mathbf{128} \\ \mathbf{2^8} & = \mathbf{256} \\ \mathbf{2^9} & = \mathbf{512,} \\ \mathbf{2^{10}} & = \mathbf{1.024, etc.} \end{aligned}$$



Construyamos una serie de estos números:
2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1.024, ...

Con gran sorpresa podemos comprobar que en el quinto paso ya estamos en 32, mientras que en el décimo ya llegamos a ¡1.024! Por esto, resultó imposible satisfacer el pedido del astuto Sessa, quien –según esta leyenda– no sólo fue el sagaz inventor del ajedrez sino que también sabía bastante matemática.



Botella al mar



*Tripuulación del Nautilus: yo también coloco al ingeniero del Nautilus. De ahí surge un dibujo para que lo coloquemos en el panel de instrumentos.
Daniel*



¡Muchas gracias, Daniel!
¡Ahora nuestro panel de control está más colorido!

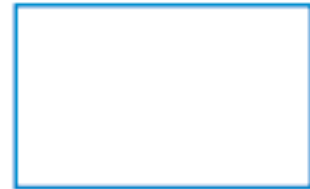


El diseño del *Nautilus*

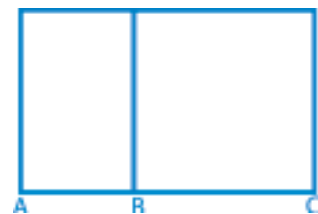
Cuando los ingenieros tuvieron que subdividir en compartimentos el interior de nuestro *Nautilus* pensaron en una sorprendente relación matemática conocida como la "proporción áurea", una representación clásica de la belleza en la pintura y la arquitectura.

En uno de los primeros bosquejos, que se reproduce en la tapa de la revista, se observan una serie de rectángulos y cuadrados de diferentes tamaños. Entre ellos hay una particular relación que los caracteriza.

Consideremos uno de esos rectángulos.



Al subdividirlo, podemos obtener un cuadrado, un rectángulo más pequeño y tres puntos alineados sobre cada uno de sus lados mayores.



Estos tres puntos –que llamamos A, B y C– forman una proporción áurea, si entre la parte pequeña y la grande existe la misma relación que entre la grande y el todo.

Con más precisión: la proporción áurea queda establecida si la relación entre la distancia de los puntos A y B (la parte pequeña o segmento menor) respecto de la distancia de los puntos B y C (la parte grande o segmento mayor) es igual a la relación entre la distancia de B a C respecto de la separación entre A y C (el "todo" o la longitud total).

