

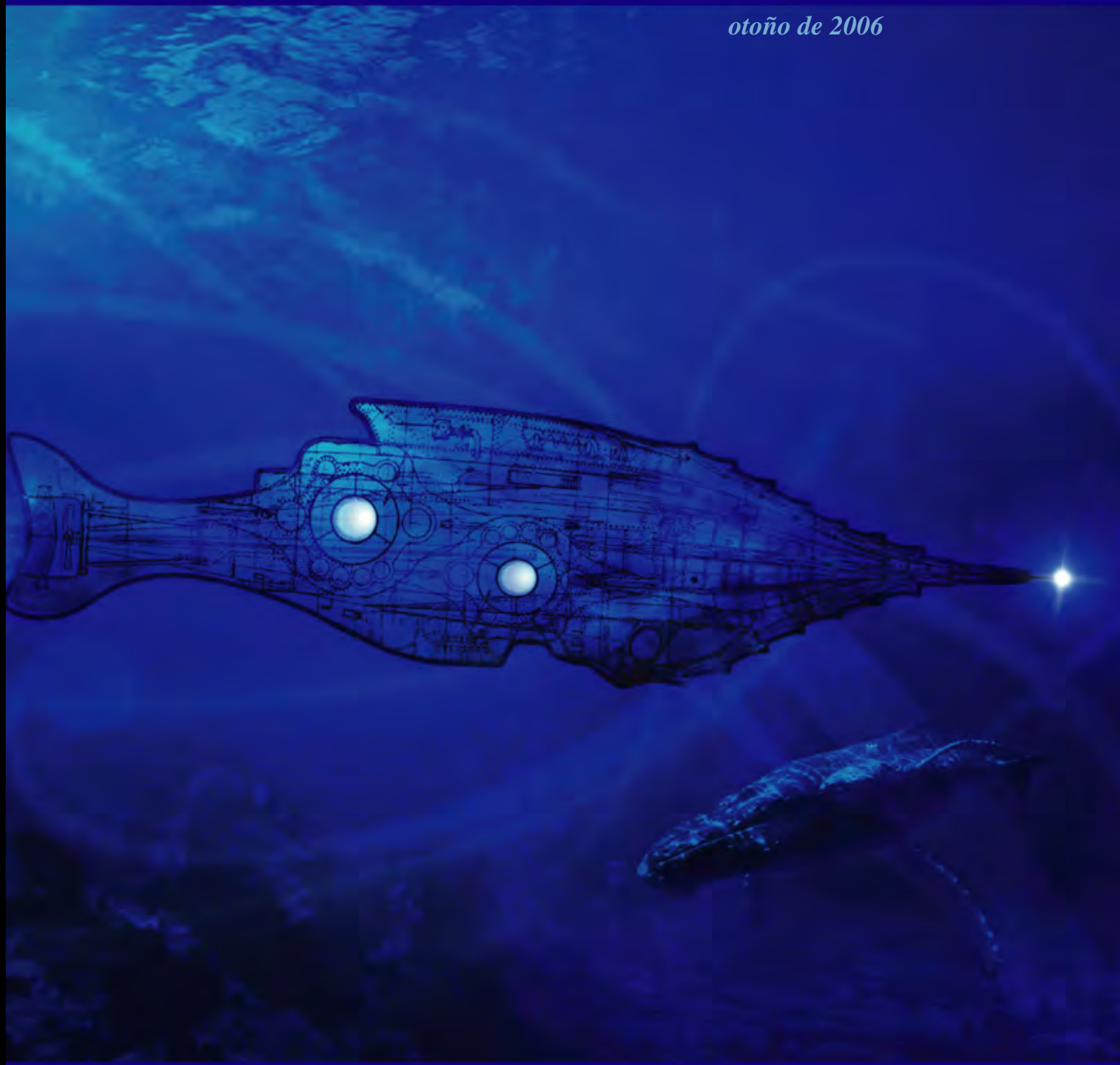
Nautilus

Nuevos Viajes

para que los chicos piensen la ciencia



otoño de 2006



UBA  **R Rojas**

Secretaría de Extensión Universitaria y Bienestar Estudiantil

Universidad de Buenos Aires



Proyecto Nautilus

reflexión y comunicación sobre la ciencia



Del encuentro entre el fabuloso submarino imaginado por Julio Verne y el extraño molusco de delicado caparazón ha surgido este nuevo *Nautilus*, revista nave para viajar por las agitadas aguas del conocimiento.

Exploradores del conocimiento

Claude Bernard

Imágenes de la ciencia

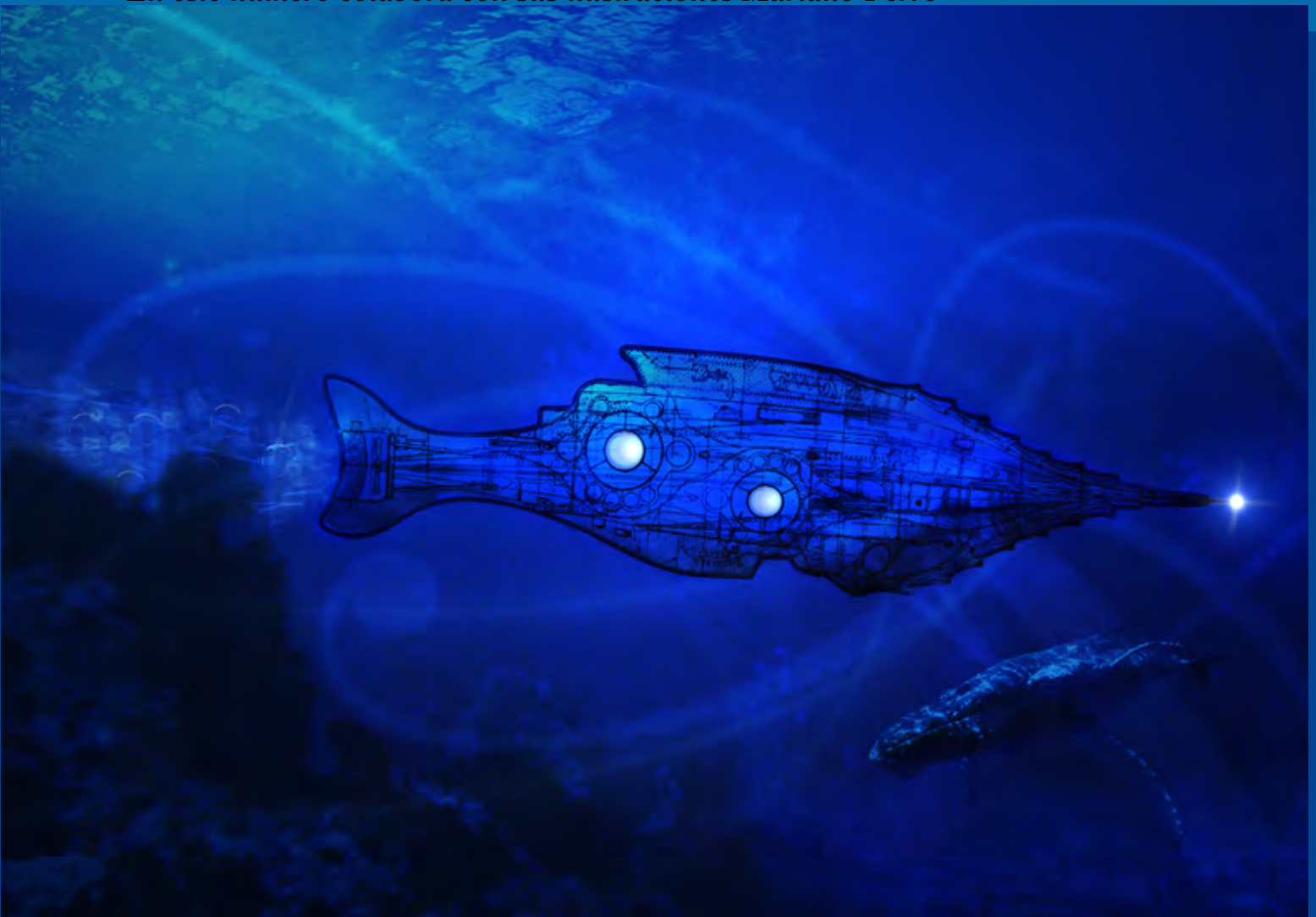
**Los dibujos anatómicos de
Leonardo Da Vinci**

Proyecto Manhattan

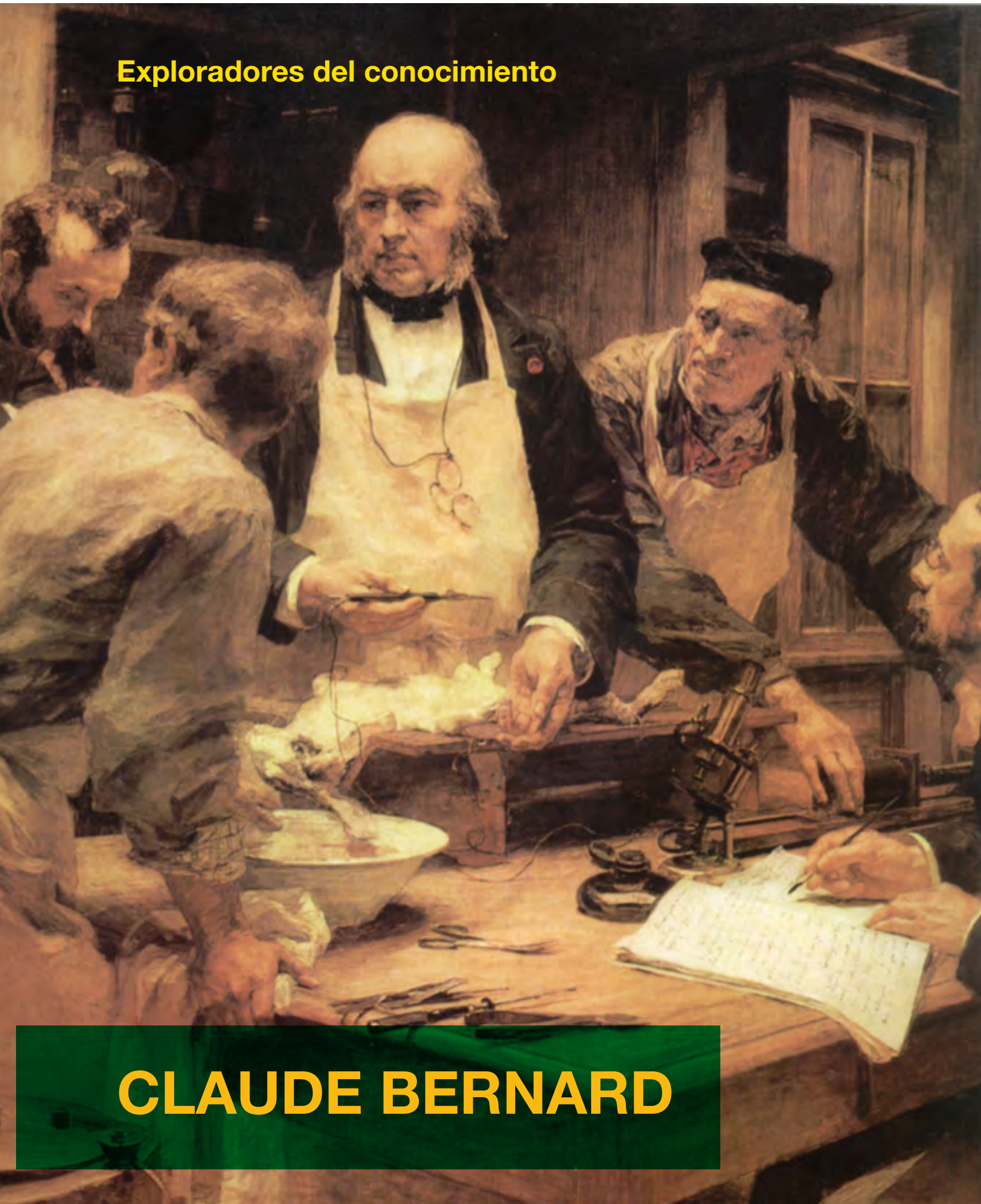
Periscopio

Möbius

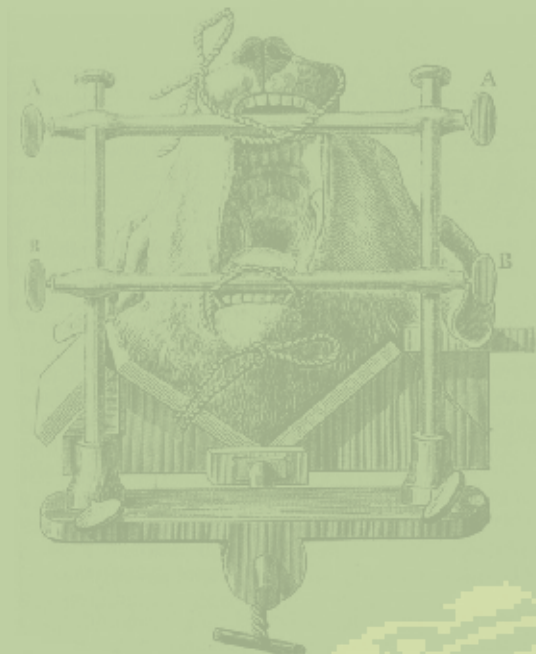
En este número colabora con sus ilustraciones Mariano Ferro



Exploradores del conocimiento



CLAUDE BERNARD



Parado allí, al costado de la mesada, se destacaba por su particular aspecto. Era imposible, para cualquiera que entrase en aquel cuarto, no detener la mirada sobre ese hombre que parecía ser el maestro de quienes lo acompañaban. Vestía un particular delantal, una extensa pechera anudada a la espalda, que nos habría hecho pensar en un cocinero trabajando para satisfacer el gusto de sus comensales o, tal vez, en un carnicero esperando la llegada de sus exigentes clientes reclamando los mejores cortes de las selectas reses que debían colgar en su amplio refrigerador. Alguna vez, cuando era un joven pueblerino, quiso ser escritor. Pero las críticas que recibió por su primer trabajo lo alejaron de ese camino: Saint Martín Girardin, profesor en París, le sugirió que no se dedique a la literatura como forma de ganarse la vida. Sin embargo el mundo de las letras no lo abandonó. Dos décadas más tarde, en 1865, publicó uno de los más importantes libros de medicina para su época y para la nuestra, dado que muchos de los problemas que allí se tratan son cuestiones y asuntos que aun hoy nos inquietan.

EL EXPERIMENTADOR

Claude Bernard, luego de su frustrado intento como escritor, ingresó en la Escuela de Medicina de París. Hay quienes tienen la suerte de encontrarse en su niñez o en su juventud con algún gran maestro que es capaz de mostrar los grandes logros del conocimiento humano y de abrir en las mentes de sus alumnos nuevos caminos para que piensen otros futuros posibles, distintos de aquellos que habían imaginado. Claude Bernard no fue ajeno a esta fortuna dado que tuvo entre sus profesores a François Magendie quien estaba preocupado por entender, con la finalidad de tratar las enfermedades que aquejan a los hombres, algunos aspectos fundamentales del funcionamiento del cuerpo humano.

Muchos años después, cuando sus días como alumno de Magendie sólo eran un difuso recuerdo en su memoria, aun latía con intensidad la emocionante relación entre la investigación en el laboratorio y la posibilidad de tratar los dolores y las dolencias de los seres humanos.

En su escrito más famoso, *Introducción al estudio de la medicina experimental* escribió:

Conservar la salud y curar las enfermedades es el problema que la medicina se ha planteado desde su origen y cuya solución científica aun persigue.





Claude Bernard comprendió que para entender las enfermedades humanas había que saber más sobre las funciones de las diferentes partes del cuerpo y que para lograrlo no era suficiente, cómo se había hecho en el pasado, observar e indagar con cuidado sobre los síntomas y los dolores de los enfermos. Era necesario, además, entrar en el interior y estudiar allí los mecanismos que mantienen la vida humana en movimiento. Por ello Claude Bernard defendió la experimentación con animales:

... por su parecido, algunos de ellos nos pueden enseñar y dar grandes conocimientos sobre el funcionamiento de nuestros cuerpos.

Penetrar en el medio interior de los animales puede resultar una tarea penosa, sin embargo parece ser necesaria si lo que nos preocupa son los dolores y los sufrimientos de los seres humanos. Claude Bernard, con la emoción del médico que desea ver restablecido al paciente que trata, lo expresó a través del trazo firme de su pluma:



Es pues, absolutamente preciso, después de haber disecado en el cadáver, disecar en el vivo, para poner al descubierto y ver funcionar las partes interiores u ocultas del organismo. A esta especie de operaciones se le da el nombre de vivisecciones y sin este medio de investigación no hay fisiología ni medicina científica posible.



Pero dado que el convencimiento de unos es la duda de otros, Claude Bernard tuvo que defender con energía el uso experimental de ciertos animales. El debate fue intenso y apasionado porque numerosas personas, con buenas razones, se oponían a este tipo de experimentación, aunque algunos logros de los médicos del pasado mostraban lo difícil que era conocer el funcionamiento del cuerpo humano si no se penetraba en el interior del cuerpo de los animales.

MONOS Y CERDOS

Hace más de mil quinientos años, en el siglo II de nuestra era, vivió Claudio Galeno quien fue, probablemente, el médico más importante de su época. Estudió en Alejandría, una ciudad al norte de Egipto que debía parte de su fama a su Museo y parte a su gran Biblioteca. Fue en el Museo donde hombres como Herófilo y Erasítrato, mucho tiempo antes que Galeno, disecaron animales y practicaron la vivisección para observar directamente, estando el animal aun con vida, la disposición y el funcionamiento de sus órganos. Tal vez inspirado por el trabajo de quienes lo precedieron, Galeno realizó, frente a grandes personalidades del Imperio Romano, vivisecciones en perros, monos y cerdos y es casi seguro que sus espectadores no pudieron evitar el asombro y la impresión cuando un día enmudeció a uno de sus cerdos al cortarle un nervio en la zona del cuello.

Cuando Galeno murió, en el año 201, también se extinguió el intento de conocer el funcionamiento del cuerpo humano a través del cuerpo de los animales. Muchos siglos después, William Harvey retomó el camino y de esta forma pudo comprender la circulación de la sangre en los seres humanos.

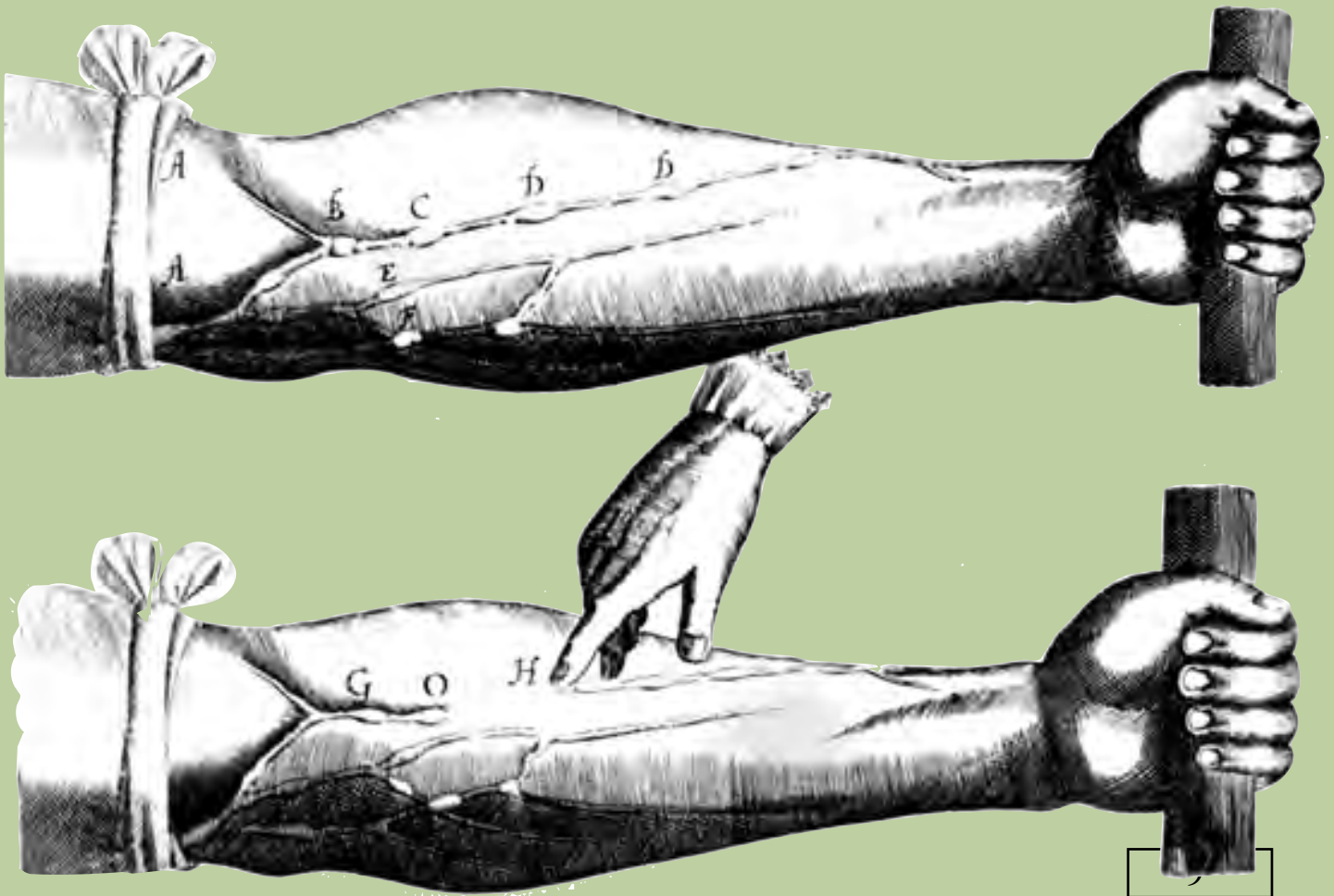
PECES, SAPOS Y SERPIENTES

Solemos pensar que un libro importante debe ser voluminoso, que su grosor debe impresionarnos como un anticipo de la sabiduría que allí está encerrada. Uno de los mejores ejemplos de que el tamaño tiene poca importancia a la hora de reconocer el valor de un libro se debe a la pequeña obra de William Harvey, médico del rey Carlos I de Inglaterra, quien en 1628 publicó un tratado de apenas unas setenta y dos páginas en el que describe la circulación sanguínea en el hombre y otros vertebrados. En ese breve volumen, al que le dio el extenso título de *Estudio anatómico del movimiento del corazón y de la sangre de los animales*, Harvey relató con precisión los experimentos que hizo sobre peces, sapos y serpientes con el fin de estudiar el movimiento de la sangre y las funciones del corazón, el cual no es otra cosa que una bomba que impulsa la sangre permitiendo su movimiento a través de un circuito de arterias y venas:



En serpientes y algunos peces vivos, ligando las venas un poco por encima del corazón, se verá como se vacía rápidamente el espacio comprendido entre la ligadura y el corazón de modo que hay que admitir que la sangre circula.

Los experimentos con animales que Harvey describe en su libro nos muestran a los seres vivos —incluido el hombre— como si fuesen máquinas. Sin duda esta fue una idea importante para el desarrollo de la medicina moderna. Sin embargo el ser humano parece no ser exactamente una máquina. Tiene la libertad de elección para decidir entre el bien y el mal a la vez que manifiesta de manera clara la certeza de ser consciente del dolor, el sufrimiento y la muerte. Estamos seguros de que ninguna de estas cosas les ocurre a los ingenios creados por el hombre, sean computadoras o cualquier otro artefacto. Por su parte los animales se comportan como si ese mundo de sensaciones tan claras e intensas que marcan la existencia de las personas les fuese ajeno. Además parecen quedar fuera de ese universo de leyes morales donde se debe decidir acerca de lo que se cree está bien y de lo que se supone está mal.



PREGUNTAS...

Curar las enfermedades nos obliga a entender como funciona el cuerpo humano pero no es posible experimentar con hombres y mujeres como si fuesen objetos de laboratorio. Por ello los médicos y los biólogos experimentaron, y aun lo hacen, con diferentes animales. Sin embargo debemos preguntarnos si esto es justo. Para Claude Bernard este era un interrogante que tenía una respuesta clara porque estaba convencido de que el avance y el desarrollo de la fisiología —el estudio del funcionamiento de los seres vivos— requería de la vivisección. Además tenía la certeza de que la naturaleza de los animales y la naturaleza del hombre son diferentes, incluso con formas que como el chimpancé nos resultan muy semejantes. Por esta razón los humanos pueden alimentarse de ellos y usarlos, razonablemente, para otros propósitos como la experimentación con fines médicos.

Claude Bernard vivió en el siglo XIX, escribió su libro en la misma época en la que Charles Darwin expresaba en su obra *El origen de las especies* sus ideas sobre la evolución de las formas vivas. Hoy las principales ideas de Darwin siguen siendo valiosas para entender la historia y el origen común de los seres vivos en la Tierra. De la misma forma hay, por lo menos, dos preguntas en el libro de Claude Bernard cuyo valor no ha podido siquiera ser arañado por el paso del tiempo.

¿Hay derecho para hacer experiencias y vivisecciones en los animales? ¿Hay derecho para practicar experiencias y vivisecciones en el hombre?

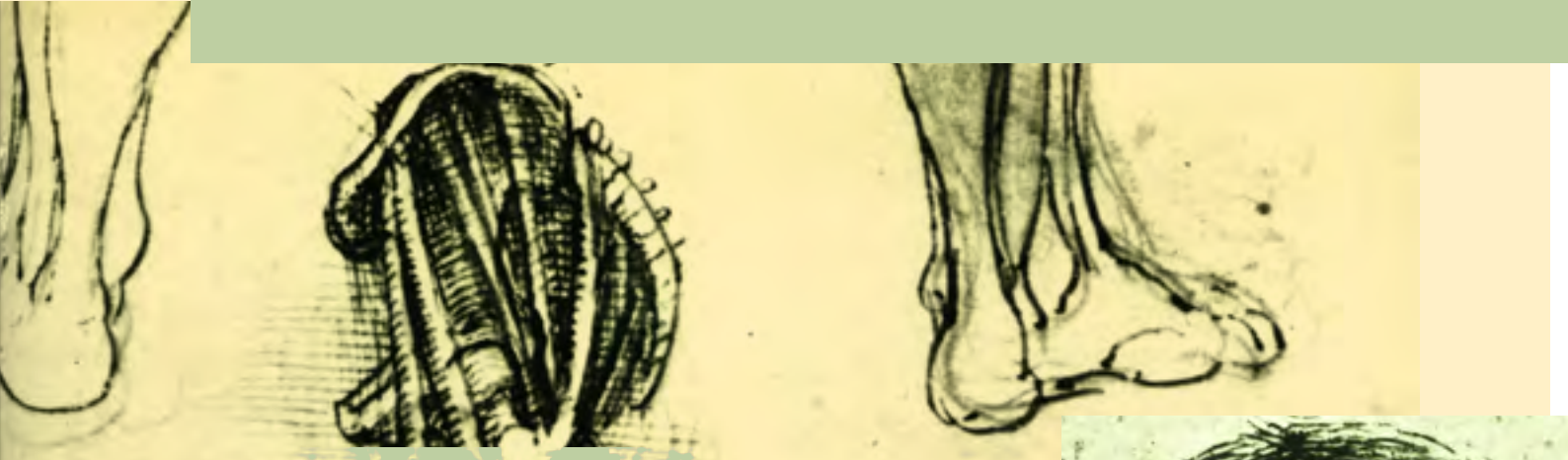
Ha pasado casi un siglo y medio desde que Claude Bernard publicara sus particulares respuestas a estos interrogantes, es posible que sus consideraciones sigan teniendo valor en nuestro mundo actual pero también podría ocurrir que no sea así. Este es la cuestión que a nosotros nos toca resolver.



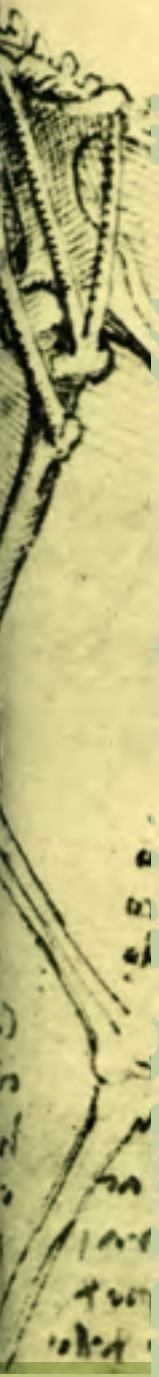
Imágenes de la ciencia

Los dibujos anatómicos de Leonardo Da Vinci





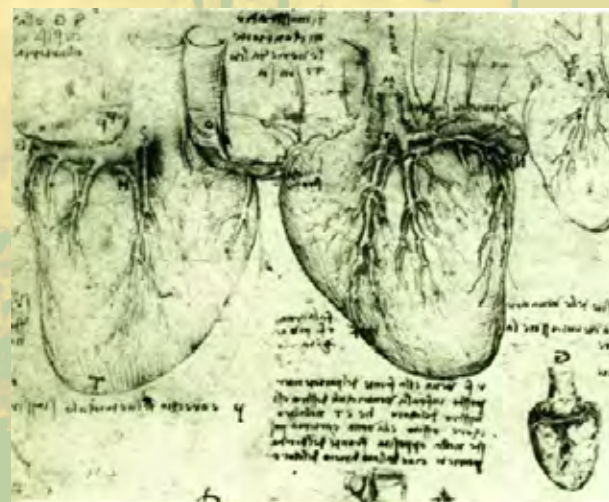
Al hacer la anatomía del ojo, para poder ver bien el interior sin derramar el humor acuoso, tenemos que colocar todo el ojo en clara de huevo y cocerlo hasta que se solidifique, para luego cortar el huevo y el ojo transversalmente, de suerte que no se desparrame nada de la parte seccionada.



Aunque el ingenio humano pueda lograr infinidad de inventos, nunca ideará ninguno mejor, más sencillo y directo que los que hace la naturaleza, ya que en sus inventos no falta nada y nada es superfluo.

Donde hay vida hay calor, y donde hay calor hay movimiento de los humores acuosos.

Lo que mueve el agua a través de los manantiales en contra del curso natural de su gravedad es como lo que mueve los humores de los cuerpos animados.



A large, black and white photograph of a mushroom cloud from the atomic bombing of Hiroshima. The cloud is massive and billowing, with a dark column rising from the ground and a large, white, cloud-like top that spreads out. The background is a clear sky with some lower-level clouds.

Proyecto Manhattan

Pudo ser una mañana como cualquier otra, si es que las mañanas pueden repetirse en una imperceptible rutina cuando el mundo está en guerra. Una guerra que había cambiado a países y pueblos y que ahora, después de cinco años, parecía estar llegando a su fin. Alemania se había rendido y aunque en el Pacífico los ejércitos de los Estados Unidos y del Japón Imperial seguían combatiendo, la guerra parecía decidida. Japón, doblegado militarmente, pronto tendría que capitular.

Pudo ser una mañana como cualquier otra de un país en guerra, pero era la mañana del 6 de agosto de 1945. Cuando las agujas de los relojes marcaron, en característico ángulo, la proximidad de las ocho horas y quince minutos, las compuertas del avión B29 se abrieron. Pocos segundos después la primera bomba atómica arrojada contra una población civil cayó sobre Hiroshima.

Tres días más tarde los habitantes de Nagasaki sufrirían la misma trágica suerte.

La producción de las primeras bombas atómicas fue posible por la intervención en conjunto de físicos, matemáticos e ingenieros y obligó a la construcción de una pequeña ciudad en medio del desierto de Nuevo México en los Estados Unidos.

¿Cómo podemos entender que gran parte de los más grandes científicos y técnicos de la época hayan decidido trabajar y utilizar su conocimiento para la construcción de un arma que podía matar a cientos de miles de personas en pocos segundos?

¿Acaso el conocimiento científico no debía ayudarnos a mejorar la vida humana?





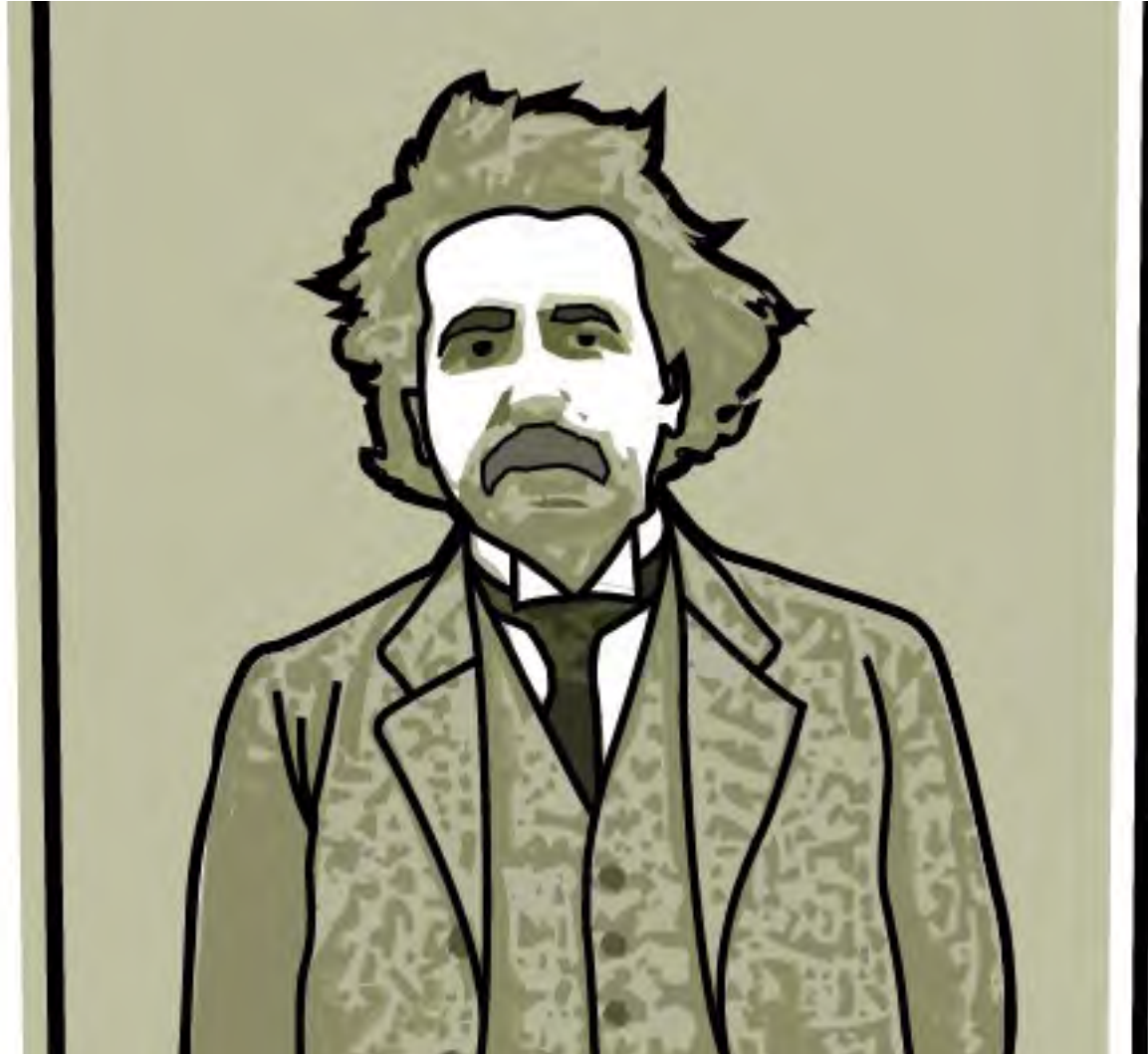
Un mundo en guerra

Corre el año 1933 y el nazismo ya no es una amenaza, es una realidad que ensombrece el panorama político europeo. En Alemania, país marcado por la falta de trabajo y la humillación por la derrota en la Primera Guerra Mundial, Adolf Hitler es nombrado canciller, máximo cargo del poder político en el Reich. Hitler goza del apoyo popular porque parece haber restituido el orden, el trabajo y el orgullo en Alemania. Pero con los nazis en el poder se inicia una época de persecuciones, leyes racistas, campos de concentración y campos de exterminio.

Mientras muchos ciudadanos alemanes eligen para sus mejores esperanzas el peor de los caminos, otros deben exiliarse: científicos, artistas, militantes políticos, muchos de origen judío, deben abandonar su país de origen hacia Inglaterra, Holanda, Suecia o incluso alejarse del continente europeo hacia América.







Max Born, Albert Einstein, Sigmund Freud, Thomas Mann, Bertolt Brecht, Arturo Toscanini, Bruno Walter, Marc Chagall, Enrico Fermi y Leo Szilard, se cuentan entre ellos.

Es justamente Szilard quien comprende el principio de la reacción en cadena y la posibilidad de que esto desemboque en la construcción de un arma de un poder destructivo absoluto por parte de la Alemania nazi.

El desarrollo de la física atómica avanza al igual que el poder político y militar del régimen de Hitler. Otto Hahn y Fritz Strassman desarrollan en esa misma Alemania, de la cual muchos debieron exiliarse, una serie de trabajos que llevan a Lise Meitner, refugiada en Suecia por su origen judío, y a Otto Frisch a proponer que los átomos pueden partirse y liberar de esta forma importantes cantidades de energía. Poco después, al filo del inicio de la Segunda Guerra Mundial, el físico Frédéric Joliot demuestra en Francia la posibilidad de que la división de un átomo de uranio provoque la fisión de otros debido a la liberación de partículas conocidas como neutrones. De esta forma se podría iniciar una descontrolada reacción en cadena. La idea que Szilard había tenido años atrás comenzaba a dejar de ser sólo una imagen garabateada en el papel para convertirse en un hecho que abría las puertas para la construcción de una bomba atómica.

La carta

Preocupado por la posibilidad de que el poder nazi pudiese desarrollar este nuevo tipo de armamento, Leo Szilard visita a su viejo amigo Albert Einstein para que firme una carta en la cual se le advierte al presidente de los Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt, sobre las posibilidades de que Alemania pueda desarrollar un arma de un poder jamás visto hasta ese momento.

Señor:

Hace poco ha llegado a mi conocimiento la versión manuscrita de algunos trabajos de Enrico Fermi y Leo Szilard que dan esperanzas de que el elemento uranio pueda ser convertido en una nueva e importante fuente de energía en un futuro inmediato. Algunos aspectos de la situación actual parecen obligar a la Administración a una gran vigilancia y, si es necesario, a una rápida acción. Considero, por lo tanto, que mi deber es llamarle la atención sobre los siguientes hechos y recomendaciones.

En el transcurso de los cuatro últimos meses, la obra de Joliot en Francia, y Fermi y Szilard en Estados Unidos han demostrado la posibilidad —muy viable— de producir reacciones nucleares en cadena en una gran masa de uranio. Con ellas se generarían grandes cantidades de energía y de nuevos elementos radiactivos. Parece seguro que todo ello puede conseguirse en un futuro inmediato.

Este nuevo fenómeno permitiría la construcción de bombas. Y es concebible —aunque no tan seguro— que podrían construirse bombas extremadamente poderosas de un nuevo tipo. Una sola de estas bombas, transportada por barco o lanzada en un puerto, podría destruir todo el puerto y una gran parte de sus alrededores. Puede ocurrir, sin embargo, que estas bombas sean demasiado pesadas para poderlas transportar por aire.





La carta fue entregada por Alexander Sachs, un banquero amigo de Einstein, al presidente Roosevelt quien agradeció la valiosa información y le hizo saber acerca de la creación de un comité consultivo para tratar el tema del uranio. Hacía poco más de un mes, con la invasión de Polonia por el ejército alemán, que el mundo estaba en guerra.



Tiempo después, en 1941, el presidente Roosevelt otorgó su acuerdo para la constitución de lo que se conoció como proyecto Manhattan, una empresa científica, tecnológica y militar cuyo objetivo era la construcción de una bomba atómica y que reunió a muchos de los más grandes científicos e ingenieros de la época.

Mientras los investigadores intentaban resolver los enormes y difíciles problemas que el desarrollo de la bomba les planteaba, en Europa se sucedían dramáticas batallas y, casi en silencio, millones de personas morían en los campos de exterminio.

En 1944 las tropas de los Estados Unidos llegaron a suelo francés en Normandía. Al ejército lo acompañaba un grupo particular de científicos que tenía la misión de decidir si los nazis habían avanzado de manera significativa en la construcción de la bomba.



—Los nazis no tienen la bomba, no tendremos que usar la nuestra— exclamó Samuel Goudsmit, quien encabezaba aquel grupo particular de investigadores.

—Está usted equivocado, no conoce al general Groves. Si tiene el arma, la usará. Clara y precisa resonó la respuesta del oficial en los oídos de Goudsmit.

La explosión

Descartada la posibilidad de que la Alemania de Hitler pudiese desarrollar un arma atómica, el poder militar norteamericano define un nuevo objetivo: Japón. Algunos científicos se oponen.

Einstein le escribe al presidente Roosevelt para que reciba con urgencia a Szilard pero la carta nunca es leída. Roosevelt muere y es reemplazado por Truman. Entretanto en la Universidad de Chicago una comisión presidida por James Franck, y de la cual Szilard forma parte, propone hacer una explosión demostrativa a las autoridades del Japón en un lugar que no implique riesgo para las vidas humanas. Sin embargo esta idea es desechada, entre otros por Robert Openheimer director del proyecto Manhattan y por los físicos Arthur Compton, Enrico Fermi y Ernest Lawrence. El comité del cual formaban parte recomendó que la bomba fuese utilizada contra una instalación militar o contra una fabrica de armamentos rodeada de casas que pudiesen experimentar grandes daños.





Finalmente el 6 de agosto de 1945 una bomba atómica es arrojada, sin aviso previo, sobre una población civil matando a más de ochenta mil personas. Cuando a Szilard le preguntaron si no era una gran tragedia para los científicos el hecho de que se haya arrojado la bomba atómica contestó: “Es una tragedia para la humanidad”.





Periscopio

Möbius

Mientras espera la impresión del nuevo diseño de la plataforma, que el centro espacial en el que trabaja tiene decidido colocar en Deimos, el ingeniero David Danilov se pregunta cómo una simple torsión puede cambiar todo un mundo. El mundo que Danilov sueña es de papel y es tan sencillo que tiene la forma de un anillo. Imagina Danilov a dos solitarias hormigas, una caminando en un sentido por la cara interna del anillo, la otra caminando en sentido opuesto por la cara externa. Se da cuenta que podrían caminar toda una eternidad y nunca llegarían a cruzarse.



Danilov decide cortar transversalmente su mundo de papel, hacerle una torsión y volver a unir las puntas con pegamento. Con este cambio modifica una característica fundamental de su mundo.

Ahora sus imaginarias hormigas se podrán encontrar fácilmente porque el anillo de papel que antes tenía dos caras, debido a la torsión realizada, ahora tiene una sola.



Pero la imaginación de Danilov no se detiene cuando de buscar problemas se trata. Se da cuenta que ambos insectos no se encuentren a gusto compartiendo el mismo lugar. Por suerte este no parece ser un problema serio. Danilov busca un par de tijeras para cortar aquel universo en dos. Podemos dividir el mundo y que cada una de las hormigas se mueva solitaria y a su antojo en la mitad que le tocó.



Danilov sabe que si corta longitudinalmente un anillo de papel obtiene como resultado dos anillos cuyo ancho se reduce a la mitad. Se dispone a hacer lo mismo con el anillo que tiene una torsión y que sabe se llama cinta de Möbius en honor de un astrónomo y matemático alemán del siglo XIX. Comienza a cortar la cinta de Möbius. Mientras abre y cierra las tijeras el papel se separa. Da el ultimo tijeretazo pero el mundo de Möbius se resiste a ser dividido. A pesar de que lo cortó por la mitad el mundo no se partió. ¿Qué fue lo que obtuvo Danilov?

