

Copenhague, 1941: la era atómica

Introducción

Estamos habituados a pensar que la investigación científica es asunto de unos pocos sabios que, apartados del común de la gente, se ocupan de cuestiones que no nos afectan directamente. Nada más alejado de la realidad: la ciencia nos toca a todos. Sabemos que los descubrimientos científicos -incluso aquellos que parecen más ajenos a nuestras preocupaciones e intereses- transforman nuestra vida cotidiana a través de sus aplicaciones (basta pensar en el desarrollo sorprendente que ha tenido la tecnología, en toda las áreas, en los últimos dos siglos). Pero también la ciencia se encuentra a menudo en el centro de encrucijadas morales y políticas que, aun cuando muchas veces no tengamos conciencia de ello, influyen sobre la historia de todos nosotros: desde el Proyecto Genoma Humano a las polémicas tesis de la sociobiología, desde el Big Bang hasta los alimentos transgénicos, sus ideas modelan nuestra vida y nuestro futuro.

Las lecturas que integran este cuaderno de trabajo plantean una serie de cuestiones que nos muestran claramente hasta qué punto la ciencia y su desarrollo nos competen a todos. Entre los numerosos objetos que ocupan la atención de los científicos, hemos elegido el tema de la energía nuclear como eje en torno del cual girará la discusión, ya que se trata, quizás, de uno de los descubrimientos más revolucionarios no solo de nuestro medio sino también, y particularmente, de nuestra conciencia.

El recorrido que proponemos empieza en la ciudad de Copenhague, en 1941. A partir de ese lugar y ese momento crucial de la historia, reflexionaremos acerca de los peligros que entraña el uso político de los descubrimientos científicos. Más adelante, nos detendremos en los orígenes y el desarrollo de la investigación nuclear en nuestro país para llegar hasta nuestros días, al debate en torno de los usos pacíficos de la energía atómica. A lo largo de este trayecto, las distintas actividades de lectura y escritura que irán organizando el trabajo, nos servirán de guía para reflexionar sobre estos temas.

La ciencia y los problemas del hombre

El texto que se reproduce a continuación es un fragmento de un artículo escrito por dos científicos de prestigio internacional. André Danzin es director del Instituto Nacional de Investigaciones en Informática y Automática y presidente del Comité Europeo de Investigación y Desarrollo. Ilya Prigogine es director de los Institutos Internacionales de Física y de Química de Bruselas y del Ilya Prigogine Center for Statistical Mechanics de la Universidad de Texas; recibió el Premio Nobel de Química en 1977 por su contribución a la termodinámica de no-equilibrio, particularmente la teoría de las estructuras disipativas. Léanlo y discútanlo en grupo para responder a las preguntas que siguen:

La investigación científica es fruto de una necesidad específica y fundamental del espíritu humano: la necesidad de comprender, de discernir, de conocer. Nuestros antepasados más remotos ya sintieron ese llamado que ha seguido inspirando a los hombres hasta nuestros días. La investigación es exploración de lo desconocido, y por ello el hombre de ciencia vive dispuesto a aceptar la irrupción de lo inesperado. El sabe que sus teorías y experimentos pueden desembocar en resultados que

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

rebasen sus propias expectativas y que contradigan, incluso, las hipótesis que él elaborara y por las cuales rigiera su investigación. El científico está dispuesto a tener que modificar profundamente la representación anticipada que el modelo, fruto de su mente, había creado. “Hay en el quehacer científico un rigor lógico esencial, pero su resultado, como el de todo proyecto humano, está revestido de irracionalidad. El resultado de la investigación suele estar lejos de lo que se buscaba, y en la mayoría de los casos es, por sus múltiples consecuencias, mucho más importante de lo que pudieron prever los investigadores. Mutilación grave, y a veces mortal para la fecundidad de la ciencia, sería el olvido de este carácter imprevisible e irracional de la investigación, así como toda limitación de la libertad del investigador, aunque se quisiera justificarla por un propósito de marchar sin rodeos hacia determinados objetivos”. El gran público ve las cosas de una manera muy diferente. Existe la creencia popular de que la ciencia y su aplicación constituyen la expresión más acabada de la racionalidad. El hombre llega a la luna, se adentra en el cosmos, se sumerge en el fondo de los océanos, erradica las enfermedades, realiza injertos de órganos, se comunica a distancia, logra desplazarse más rápidamente que el sonido y dominar el fuego nuclear. Gracias a la ciencia, esa soberana, el hombre se convierte en un ser todopoderoso. Quienes jamás han tomado contacto directo con la práctica de la investigación científica suelen expresar una misma opinión: “Si la investigación científica estuviera bien orientada y fuera libre de los objetivos que hoy la desvían, como la producción de armamentos y el servicio de intereses utilitarios, podría proporcionar a los hombres las respuestas que requieren para satisfacer sus necesidades”. La humanidad se halla ante la necesidad de dar con las soluciones para algunos grandes problemas que se derivan de su actual estado de desarrollo. El desafío tiene ribetes patéticos: ¿cómo dar satisfacción a la confiada esperanza que emana de la idea de la supuesta racionalidad de la ciencia, cuando la esencia misma del progreso científico es detectar lo inesperado, provocar lo aleatorio?

DANZIN, André y PRIGOGINE, Ilya; “Qué ciencia para el futuro” en *El Correo de la Unesco*, París, Año XXXV, febrero de 1982.

1. ¿Cómo se caracteriza a la investigación científica en este texto desde el punto de vista del hombre de ciencia? Comparen esta caracterización con las ideas que ustedes tienen acerca de la actividad del científico.
2. ¿A qué se refieren los autores cuando sostienen que la investigación científica tiene un “carácter imprevisible e irracional”? Comenten esta afirmación y piensen en un ejemplo que pueda ilustrar este aspecto de la tarea del científico.
3. ¿Qué restricciones pueden atentar contra el desarrollo de la investigación científica? ¿Por qué?
4. ¿Cuál es la imagen que la sociedad en general tiene de la ciencia? ¿Qué consecuencias tiene esta opinión sobre la relación entre ciencia y sociedad?
5. ¿Cuál es el desafío que enfrenta la ciencia hoy? ¿Por qué los autores lo califican de patético?

Copenhague, 1941: la era atómica

El objetivo central de toda investigación científica es entender mejor el mundo que nos rodea, interrogarse acerca de las causas de distintos fenómenos y elaborar explicaciones que nos ayuden a comprenderlos. Pero también la actividad de los científicos plantea otra clase de preguntas acerca de las consecuencias de su práctica: ¿Cuál es la responsabilidad que le cabe al hombre de ciencia sobre los usos de sus investigaciones? ¿Cómo es posible mantener su independencia frente al poder del Estado? ¿Cuál es el límite en la búsqueda del conocimiento?

Estos interrogantes, que la ciencia misma ha generado con la naturaleza de sus descubrimientos a lo largo de todo el siglo XX, son tema de debate ineludible de la civilización contemporánea. Les proponemos reflexionar sobre estas cuestiones a partir de la lectura de distintos materiales, entre ellos una obra teatral: *Copenhague*, de Michael Frayn.

Un poco de historia

En 1941 Europa estaba sumida en la mayor contienda bélica de su historia. El conflicto había estallado en septiembre de 1939, cuando Alemania, liderada por Adolf Hitler, invadió Polonia. Gran Bretaña y Francia le declararon la guerra a Alemania en un intento por frenar el avance nazi. Había estallado la Segunda Guerra Mundial. El conflicto se generalizó hasta extenderse prácticamente a todos los continentes y océanos. Durante seis años los países en guerra -el eje nazi-fascista integrado por Alemania, Italia y Japón, y sus adversarios aliados, Gran Bretaña y Estados Unidos- dedicaron todos sus recursos humanos y materiales a la aniquilación del enemigo. Cuando todo acabó, en 1945, habían muerto más de cincuenta millones de seres humanos. En estas circunstancias históricas, en Copenhague, capital de la Dinamarca ocupada, tuvo lugar un encuentro decisivo para el desarrollo de la contienda.



El mapa muestra los territorios ocupados por el eje nazi-fascista integrado por Alemania e Italia en el momento de su máxima expansión, abril de 1942. (Fuente: *Enciclopedia Temática Guinness*)

Así lo explica el texto de presentación de la puesta en escena de la obra *Copenhague* en el Teatro General San Martín de Buenos Aires, en el año 2002, que leerán a continuación.

¿Qué sucedió en Copenhague?



Copenhague De Michael Frayn

Alemania, un avión de las fuerzas armadas de los Estados Unidos arrojó la primera bomba atómica sobre la ciudad japonesa de Hiroshima. Tres días después, la operación se repitió en Nagasaki. Ambas ciudades fueron devastadas. Hubo cien mil muertos y cerca de doscientos mil heridos. Japón se rindió. Fue el final de la Segunda Guerra Mundial y el principio de otro orden en la conciencia de la humanidad. Para llegar a la construcción de ese diabólico artefacto, la bomba atómica, hubo un largo proceso de investigación científica en el que participaron los físicos más brillantes de la primera mitad del siglo XX. En ese proceso se sustenta la inquietante historia que relata el dramaturgo inglés Michael Frayn en *Copenhague*, más precisamente alrededor de un encuentro, rodeado de misteriosos interrogantes, que tuvieron en esa ciudad dinamarquesa dos científicos que contribuyeron de manera decisiva en la investigación de la fisión del átomo y la mecánica cuántica, descubrimientos que posibilitaron la realización de la bomba: el danés Niels Bohr (1885-1962) y el alemán Werner Heisenberg (1901-1976), ambos ganadores del Premio Nobel (Bohr, en 1922; Heisenberg, diez años después). Claro que el trágico suceso de Hiroshima y Nagasaki con el saldo de vidas perdidas y las secuelas físicas y mentales en los sobrevivientes trajo aparejadas otras consecuencias inmediatas: la carrera armamentista mundial basada en la fabricación y acumulación de explosivos capaces de liberar la energía atómica y la nunca despejada -desde entonces hasta hoy- incertidumbre de la humanidad ante la posibilidad de una conflagración en la que se utilice indiscriminadamente ese satánico arsenal. “No sé cómo será la tercera guerra mundial -dijo Albert Einstein- pero la cuarta será con palos y piedras”. Este fue el cargo de conciencia, la culpabilidad, que acosó a algunas de esas mentes brillantes. Y de eso también habla la obra.

Ficha técnica

Autor: Michael Frayn

Adaptación: Federico González del Pino, Fernando Masllorens

Traducción: Mary Sue BruceActúan: Alicia Berdaxagar, Juan Carlos Gené, Alberto Segado

Asesoramiento: Juan Pablo Paz

Dirección: Carlos Gandolfo

Fuente: <http://www.alternivateatral.com>

1. ¿Qué sucede en la ciudad de Copenhague según la obra de Michael Frayn?
2. ¿Qué descubrimientos científicos hicieron posible la construcción de la bomba atómica?
3. ¿Qué consecuencias, según el texto, tuvo la utilización de bombas atómicas en la Segunda Guerra Mundial?
4. ¿Qué significado tiene, en este contexto, la frase de Albert Einstein “No sé cómo será la tercera guerra mundial pero la cuarta será con palos y piedras”?

Copenhague, 1941: la era atómica

Las preguntas de la ciencia

Para entender mejor el conflicto que plantea *Copenhague* es importante conocer cuáles eran las cuestiones científicas que preocupaban a sus personajes, Niels Bohr y Werner Heisenberg, en septiembre de 1941 cuando se encontraron en esa ciudad. Ese es el propósito del artículo siguiente, publicado en la revista del Teatro General San Martín por el Dr. Juan Pablo Paz, asesor científico de la puesta en escena argentina.

Del átomo a la bomba

Notas históricas sobre Copenhague de Michael Frayn

Por Juan Pablo Paz

La historia de la bomba atómica comenzó en laboratorios universitarios donde unos pocos científicos intentaban comprender la composición de la materia, su movimiento y sus transformaciones. Culminó trágicamente cuando en agosto de 1945 una bomba con 50 kilogramos de uranio estalló sobre Hiroshima y en un instante, brillando más que mil soles, evaporó a decenas de miles de seres humanos. Esta historia, reseñada aquí, acecha la conciencia de los personajes de *Copenhague*.

[...]

Heisenberg y la mecánica cuántica

En 1900 el edificio de la física clásica había comenzado a tambalear cuando Max Planck mostró que las propiedades de la luz emitida por cuerpos calientes podían explicarse suponiendo que la energía estaba almacenada en paquetes (cuantos). Einstein aplicó esta idea para explicar el efecto fotoeléctrico en trabajos que mostraron que la luz, a la que hasta ese entonces se concebía como una onda, tenía un carácter granular o discreto. La energía de las ondas de luz estaba cuantizada y, tal como estableció Bohr, lo mismo sucedía con la energía de los electrones en el átomo. [...].

La construcción de una teoría coherente que explicara un comportamiento tan extraño de la naturaleza, que [...] se manifestaba como corpúsculo u onda, fue una tarea turbulenta. Werner Heisenberg en 1925 dio un paso radical: formuló una teoría, la mecánica cuántica [...], que fue puesta a prueba en los años siguientes prediciendo con asombrosa precisión fenómenos de la física de las moléculas, los átomos y los núcleos.

Los neutrones y la física nuclear

Con el tiempo, la evidencia fue mostrando que el núcleo atómico estaba compuesto por partículas de carga positiva, los *protones*, pero que en su interior había otras

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

partículas sin carga. En 1932 Chadwick las detectó, estableció que su masa es casi igual a la de los protones y las denominó *neutrones*. Se encontraron numerosos elementos con el mismo número de protones en su núcleo pero con distinto número de neutrones. Estos átomos, químicamente idénticos pero con distinta masa, se denominaron isótopos y su presencia fue detectada en distintos materiales. Por ejemplo el uranio natural contiene 99% de U-238 (con 92 protones y 146 neutrones) y menos del 1% de U-235 (con 143 neutrones en su núcleo). Por ese entonces los físicos estudiaban la estructura del núcleo bombardeándolo con diversos proyectiles e iniciaban una nueva alquimia transmutando unos elementos en otros. Los neutrones resultaron proyectiles ideales para examinar al núcleo ya que, al no ser repelidos eléctricamente, penetran profundamente en su interior. Heisenberg y otros teóricos propusieron modelos sobre la composición del núcleo. Bohr dio un paso importante en 1937 cuando presentó su teoría sobre el núcleo compuesto en la que se lo concibe como una gota líquida con una mezcla de protones y neutrones en su interior.

La fisión nuclear

En 1934 Enrico Fermi, en Roma, realizó tediosos experimentos bombardeando distintas sustancias con neutrones. Cuando le llegó el turno al uranio detectó la aparición de una sustancia radioactiva que no fue capaz de identificar. En 1938 Otto Hahn, en Berlín, determinó la composición de esta extraña sustancia: era bario, un elemento cuyo peso atómico es casi la mitad del uranio. Hahn, que no comprendía cómo había sido posible producir bario a partir de uranio, envió sus resultados a Lise Meitner, su antigua colaboradora, emigrada a Suecia escapando del nazismo, quien logró desentrañar el misterio junto a Otto Frisch: utilizando el modelo de Bohr comprendieron que los neutrones penetraban en el núcleo de uranio y lo partían en dos fragmentos de tamaño similar. Utilizaron el nombre “fisión” para designar a este proceso en el que se libera una energía cien millones de veces mayor que la producida en una reacción química. La fisión atrajo el interés de los físicos. Bohr llevó la noticia a EEUU donde Fermi, quien había escapado del fascismo, demostró que en la fisión de cada núcleo de uranio se producían también dos o tres neutrones. De inmediato Szilard comprendió que esos neutrones podían utilizarse para producir una reacción en cadena, lo que daba a estos descubrimientos un enorme potencial bélico. La descripción detallada de la fisión del uranio llegó de la mano de Bohr y Wheeler quienes demostraron que sólo los núcleos de U-235 eran fisionables por neutrones lentos mientras que los de U-238 los absorbían sin fisionarse. La escasa abundancia del U-235 parecía un obstáculo insalvable para la construcción de una bomba atómica.

La carrera por la bomba

En 1939, alertado por resultados publicados por Joliot Curie, el físico alemán Harteck presentó una propuesta al ejército de su país para desarrollar investigaciones

Copenhague, 1941: la era atómica

nucleares. Se crea el “club del uranio”, del cual participa Heisenberg. En EEUU, Einstein, a propuesta de Szilard, escribe una carta al presidente Roosevelt instándolo a apoyar estas investigaciones. La carta tuvo pocos efectos prácticos: una comisión para estudiar el asunto y un modesto apoyo a la investigación nuclear en universidades. En 1940, [...] en Inglaterra [...], Peirels decide calcular en forma detallada la masa de U-235 necesaria para producir una reacción nuclear autosostenida. Llega a un resultado sorprendente: la masa crítica sería de tan sólo dos kilogramos, un valor que poco después demostró ser incorrecto. El método utilizado por Peirels y Frisch fue convincente y su resultado mostró que una explosión nuclear no requería cantidades exorbitantes de material fisionable. Este trabajo, rápidamente comunicado a los gobiernos inglés y norteamericano, tuvo un impacto importante en la decisión aliada de iniciar un esfuerzo en gran escala: el proyecto Manhattan. Como parte del mismo, en 1941 Enrico Fermi construye un reactor con uranio natural que logra la primera reacción nuclear autosostenida. Los aliados concentran su esfuerzo en Los Alamos bajo la dirección de Oppenheimer [...]. En este proyecto secreto, al que Bohr se suma en 1943, trabajan decenas de miles de personas. En julio de 1945 se terminan tres bombas: dos de plutonio y una de U-235. Semanas más tarde, dos de ellas destruyen Hiroshima y Nagasaki.

El fracaso del proyecto alemán

Pese a comenzar antes que los aliados, los alemanes fracasaron en sus intentos de obtener aplicaciones de la fisión. Las razones son motivo de debate pero es evidente que errores técnicos y dificultades materiales afectaron al esfuerzo alemán. Ninguno de sus científicos, incluido Heisenberg, quien a partir de 1941 lideró el grupo más importante, fue capaz de comprender que la masa crítica de U-235 podía obtenerse en el mediano plazo. Por el contrario, parecían convencidos de que su valor era cercano a las

Los efectos de la explosión nuclear

El 6 de agosto de 1945 un bombardero norteamericano B-29 lanzó la primera bomba atómica sobre la ciudad japonesa de Hiroshima. La bomba liberó una enorme energía en términos de presión de aire y calor, además de una significativa carga de radiación que devastó a la población civil. El fuerte viento generado por la bomba destruyó la mayor parte de las casas y edificios en una radio de aproximadamente 3 km. Cuando el viento llegó a las montañas, rebotó y volvió a golpear a la población en el centro de la ciudad. La radiación causada por la bomba tuvo efectos a largo plazo. Además de las 140.000 muertes producidas ese mismo día, muchos miles más murieron antes de fin de año, lo que elevó la cifra total, solamente en 1945, a 200.000. El número siguió creciendo en los años siguientes debido a la contaminación radioactiva. Un porcentaje importante de la población sufrió problemas genéticos: nacieron bebés con malformaciones y muchos hombres y mujeres quedaron estériles.

Fuente: A-Bomb WWW Museum
www.csi.ad.jp/ABOMB.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

dos toneladas. Una clara evidencia de esto surge de las grabaciones realizadas en Farm Hall, donde los aliados mantuvieron detenidos a un grupo de físicos alemanes luego de la caída de Hitler. Allí, tras la bomba de Hiroshima y sin percibir que sus palabras estaban siendo registradas, Heisenberg ensayó explicaciones erróneas en donde mostró su desconocimiento sobre la física de la bomba. Los ingredientes básicos para ella, el uso de U-235 fisionado por neutrones rápidos, parecen haber escapado a la brillantez de Heisenberg y sus colegas que concentraron su atención en la construcción de un reactor, que tampoco llegó a funcionar debido nuevamente a errores y dificultades materiales.

Glosario

Electrón: Partícula cargada cuyo movimiento da lugar a las corrientes eléctricas. Su masa es menor que la milésima parte de la de un átomo.

Protón: Partícula dos mil veces más pesada que el electrón y con carga igual y opuesta al mismo. Forma parte del núcleo atómico.

Neutrón: Partícula sin carga eléctrica que se encuentra en el núcleo atómico. Su masa es casi igual a la del protón. Usados como proyectiles pueden penetrar profundamente en el interior del núcleo.

Isótopos: Átomos con igual número de protones pero distinto número de neutrones en su núcleo. Tienen iguales propiedades químicas pero diferente masa.

Uranio 238 y 235: Los dos isótopos más abundantes del uranio. El U-238, que constituye el 99% del uranio natural, contiene 92 protones y 146 neutrones. El U-235 tiene el mismo número de protones y 143 neutrones.

Neutrones rápidos: Neutrones emitidos en el proceso de fisión. Se mueven a velocidades cercanas a las decenas de miles de kilómetros por segundo.

Neutrones lentos: Neutrones que se mueven a velocidades parecidas a las de los átomos de un gas en equilibrio a temperatura ambiente. Sus velocidades típicas son de algunas decenas de kilómetros por segundo.

Plutonio: Elemento con 94 protones en su núcleo que es generado en los reactores a partir del uranio. Es fisionable y fue utilizado en el núcleo de la bomba que destruyó Nagasaki.

La ética de los científicos

Uno de los aspectos más interesantes de esta historia es el vinculado a la responsabilidad de los científicos ante investigaciones con aplicaciones bélicas o cuestionamientos éticos (entre las que hoy se destacan las investigaciones en bioingeniería). La humanidad podría requerir de sus científicos que, ante cuestionamientos éticos, se auto-limiten en sus investigaciones. Suele suceder, sin embargo, que la ciencia sólo es capaz de plantearse esos cuestionamientos cuando ya es demasiado tarde. La historia que aquí se cuenta muestra que el uso de la fisión nuclear fue consecuencia de la sistemática apertura de varias “cajas de Pandora”. Nadie hubiera osado proponer la interrupción de la investigación básica sino hasta el momento en que ya era demasiado tarde. La conclusión es doble: por un lado, la lucha por la utilización humanista del conocimiento científico y tecnológico

Copenhague, 1941: la era atómica

es deber de todos los seres humanos, científicos o no. Por otro, los científicos no pueden diluir su responsabilidad individual ante la disyuntiva de aceptar trabajar o no en investigaciones cuestionables. En ese sentido su actitud debe ser la misma que la de cualquier otro habitante de este planeta que aspire a poder sostener la mirada de sus hijos.

(texto adaptado)

No sólo para destruir

Las aplicaciones tecnológicas que hizo posible la mecánica cuántica son innumerables y hoy casi no podríamos concebir nuestro medio sin su influencia. El desarrollo de la computación, la comunicación satelital, la cirugía de precisión con láser y los diagnósticos por imágenes de resonancia magnética, entre otras muchas innovaciones del siglo XX, han sido posibles gracias a los principios postulados por esta rama de la física.

La explicación científica

Con frecuencia en el lenguaje corriente “explicar” se confunde con “exponer” o simplemente con “informar”. Sin embargo, si pensamos en la función que cumple toda explicación veremos que explicar es mucho más que dar información. Explicamos para comprender y para hacer comprender por qué y cómo se producen o no ciertos fenómenos. Por eso, el punto de partida de toda explicación es un problema que se busca desentrañar. En todos los casos explicar supone, como lo indica su etimología, desarrollar, desplegar, desenvolver algo que resulta confuso u oscuro.

A lo largo del artículo de Juan Pablo Paz se presentan una serie de explicaciones para distintos problemas científicos. Cada una de ellas puede entenderse como la respuesta a una pregunta.

Buscar en el texto los problemas para los que se ofrece una explicación y formularlos como preguntas.

La definición

Al final del texto se incluye un glosario en el que se presentan definiciones de los términos científicos empleados en el artículo. La definición es una forma particular de explicación que establece una equivalencia entre un término y una descripción sintética de las características o propiedades del objeto designado por ese término. Pero además de las definiciones agrupadas en el glosario, a lo largo del texto aparecen otras que el autor considera necesarias para facilitar la comprensión del texto.

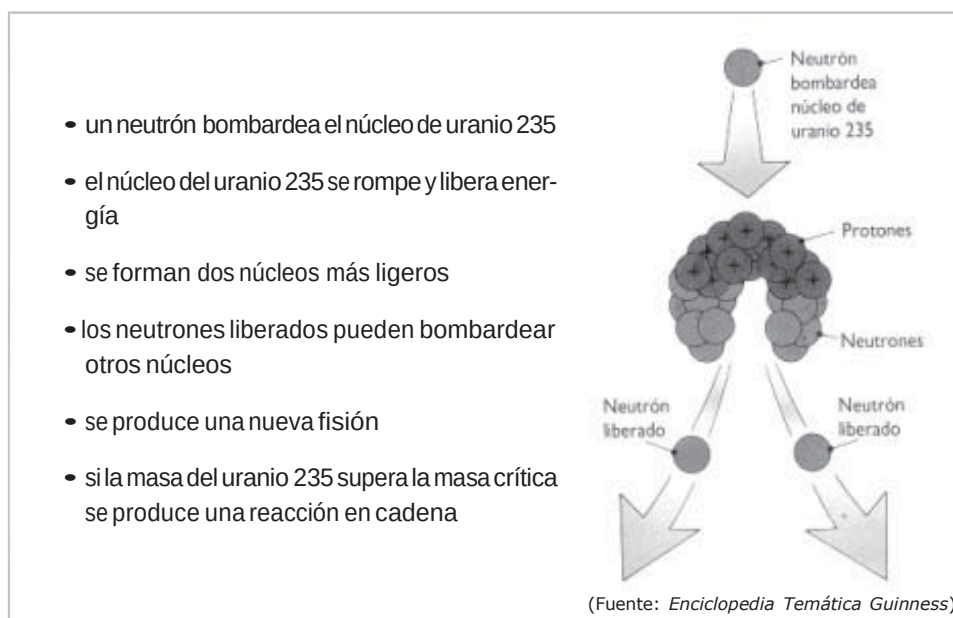
Buscar en el texto información sobre el concepto de *masa crítica* y formular una definición que pueda incluirse en el glosario.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

Escritura: La explicación paso a paso

A diferencia de otras formas discursivas como la descripción, por ejemplo, la explicación requiere que los datos que presenta se organicen siguiendo un orden lógico. Otro requisito, además, consiste en la selección de un vocabulario preciso que limite la ambigüedad. Por otra parte, dado que todo texto explicativo se propone hacer comprender un problema, generalmente recurre a una serie de procedimientos facilitadores -como el uso de gráficos, comparaciones y definiciones- que orientan al lector y lo ayudan a entender la cuestión que se le plantea.

Con la ayuda del gráfico y el conjunto de datos que se presentan a continuación, escribir un texto que explique el proceso de fisión en términos simples, para que pueda comprenderlo un lector que desconoce todo sobre la física nuclear. Para que la explicación sea accesible al destinatario será necesario, además, incluir definiciones de algunos conceptos básicos como *estructura atómica*, *protón*, *neutrón* e *isótopo*.



Estos eran los problemas científicos que ocupaban las mentes de Bohr y Heisenberg (y tantos otros físicos notables) en 1941. Pero no eran los únicos problemas. En las páginas que siguen nos detendremos en el dilema moral que debieron enfrentar en esta terrible circunstancia histórica.

La responsabilidad moral del científico

El texto que sigue es un fragmento de la pieza teatral *Copenhague*. En él, Niels Bohr, Werner Heisenberg y Margarita, la esposa de Bohr, reviven en la ficción de la obra ese encuentro de 1941 al que regresan una y otra vez en su memoria. La obra no se propone mostrar "lo que realmente sucedió en Copenhague" sino lo que desde esa noche y hasta el fin de sus días habitó las conciencias de estos personajes a la manera de fantasmas que no lograban ahuyentar.

A lo largo de este diálogo imaginario Bohr, Heisenberg y Margarita repasan obsesivamente lo que sucedió en la entrevista, recuerdan con nostalgia el pasado que los unió (cuando Heisenberg era el discípulo y mejor colaborador de Bohr) y se proyectan al futuro (hay alusiones a 1945 y los años de la posguerra) en un ida y vuelta que intenta representar no sólo ese encuentro sino también las complejas consecuencias que tuvo esa noche en las vidas de estos personajes y en la historia de la humanidad.

MARGARITA: Así que, ¿qué fue esa cosa misteriosa que dijo?

HEISENBERG: No tiene misterio. Nunca hubo misterio. Lo recuerdo perfectamente porque mi vida estaba en juego, y elegí mis palabras con mucho cuidado. Simplemente le pregunté si, como físico, uno tenía el derecho moral de trabajar en la explotación de la energía atómica. ¿Sí?

BOHR: No me acuerdo.

HEISENBERG: No se acuerda, no, porque casi inmediatamente se alarmó. Se detuvo en seco.

BOHR: Yo estaba horrorizado.

HEISENBERG: Horrorizado. Bien, se acuerda de eso. Se quedó ahí parado, mirándome, horrorizado.

BOHR: Porque la deducción era obvia. Usted estaba trabajando en eso.

HEISENBERG: Y usted se apresuró a concluir que yo estaba tratando de proveerle a Hitler armas nucleares.

BOHR: ¡Y era lo que estaba haciendo!

HEISENBERG: ¡No! ¡Un reactor! ¡Eso era lo que intentábamos construir! ¡Una máquina para producir energía! ¡Para generar electricidad, para impulsar barcos!

BOHR: ¡No dijo nada sobre un reactor!

HEISENBERG: ¡No dije nada sobre nada! No con claridad. No podía. No sabía cuánto podían oírnos. Qué le repetiría a otros.

BOHR: Pero le pregunté si realmente pensaba que la fisión de uranio se podría usar para construir armas.

HEISENBERG: ¡Ah! ¡Ahora recuerda!

BOHR: Y claramente recuerdo lo que me contestó.



Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

HEISENBERG: Le dije que ahora sabía que sí.

BOHR: Eso es lo que realmente me horrorizó.

HEISENBERG: Porque usted confiaba en que para producir armas se necesitaría 235 y que nunca íbamos a poder producir suficiente.

BOHR: Un reactor. Sí, quizás porque ahí no va a explotar. Se puede mantener en funcionamiento la reacción en cadena con neutrones lentos en el uranio natural.

HEISENBERG: De lo que nos habíamos dado cuenta, sin embargo, era que si alguna vez podíamos poner en funcionamiento el reactor...

HEISENBERG: El 238 absorbería los neutrones rápidos. Y a su vez sería transformado por ellos y se convertiría en un elemento totalmente nuevo.

BOHR: Neptunio. Que a su vez se transformaría en otro elemento...

HEISENBERG: Por lo menos tan posible de ser fisionado como el 235 que no podíamos separar...

MARGARITA: Plutonio.

HEISENBERG: Plutonio.

BOHR: Tendría que haberlo descifrado yo mismo.

HEISENBERG: Si lográbamos construir un reactor íbamos a poder construir bombas. Eso es lo que me llevó a Copenhague. Pero no podía decirlo. Y en este punto dejó de escucharme. La bomba ya había explotado dentro de su cabeza. La conversación estaba terminada. Nuestra única oportunidad de hablar se había ido para siempre.

BOHR: Porque ya había comprendido el punto central. Que por un camino u otro veía la posibilidad de proveerle a Hitler armas nucleares.

HEISENBERG: Comprendió por lo menos cuatro puntos centrales, todos equivocados. Le dijo a Rozental que yo había intentado sonsacarle lo que usted sabía de la fisión. Le dijo a Weisskopf que yo le había preguntado qué sabía del programa nuclear aliado. Chadwick entendió que yo intentaba persuadirlo a usted de que no existía un programa alemán. ¡Pero también parece que usted le contó a alguna gente que yo quería reclutarlo para trabajar para nosotros!

BOHR: Muy bien. Empecemos todo desde el principio. No hay hombres de la Gestapo en las sombras. No hay un oficial de inteligencia británica. Nadie nos observa.

MARGARITA: Sólo yo.

BOHR: Sólo Margarita. Vamos a dejarle todo claro a Margarita. Usted sabe que yo creo fervientemente que no hacemos ciencia para nosotros, que la hacemos para poder explicársela a otros...

HEISENBERG: En un lenguaje sencillo.

BOHR: En un lenguaje sencillo. No es su posición, lo sé; usted podría tranquilamente describir lo que está investigando en ecuaciones diferenciales si es posible, pero por Margarita...

La responsabilidad moral del científico

HEISENBERG: Un lenguaje sencillo

BOHR: Un lenguaje sencillo. Está bien, así que aquí estamos, caminando por la calle una vez más. Y esta vez estoy totalmente tranquilo. Lo escucho con atención. ¿Qué quiere decirme?

HEISENBERG: ¡No es sólo lo que yo quiero decirle! ¡Es todo el equipo nuclear alemán en Berlín! No Diebner¹, por supuesto, no los nazis; pero Weizsäcker, Hahn², todos ellos querían que viniera y que lo discutiera con usted. Todos lo vemos como una especie de padre espiritual.

MARGARITA: El Papa. Así lo llamaban a sus espaldas. Y ahora quiere que les dé la absolución.

HEISENBERG: ¿Absolución? ¡No!

MARGARITA: Es lo que dicen sus colegas alemanes.

HEISENBERG: La absolución es lo último que quiero.

MARGARITA: Usted le dijo a un historiador que lo habían expresado perfectamente.

HEISENBERG: ¿Sí? Absolución... ¿Es por eso que he venido? Es como tratar de acordarme de todas las distintas explicaciones de todo lo que hice... Pero ahora la palabra absolución se está sentando entre ellas...

MARGARITA: Aunque yo pensaba que la absolución se otorgaba por los pecados ya cometidos y por su arrepentimiento, no para los pecados que se querían cometer y todavía no se habían realizado.

HEISENBERG: ¡Exactamente! ¡Por eso yo quedé estupefacto!

BOHR: ¿Usted quedó estupefacto?

HEISENBERG: ¡Porque usted me dio la absolución! ¡Eso es exactamente lo que hizo! Mientras regresábamos rápidamente a la casa. Dijo algo en voz baja acerca de que todos durante una guerra estaban obligados a hacer lo mejor posible por su país. ¿Sí?

BOHR: Dios sabe qué dije. Pero ahora estoy acá, muy tranquilo y consciente, entendiendo mis palabras. No quiero absolución. Entiendo. ¿Quiere que le diga que no lo haga? Está bien. Pongo mi mano sobre su brazo. Lo miro a los ojos en silencio más profundo. Regrese a Alemania, Heisenberg. Reúna a sus colegas en el laboratorio. Súbase a una mesa y dígales: "Dícele a Niels Bohr que desde su estudiado punto de vista, proveerle a un homicida anónimo un instrumento sofisticado de asesinato masivo es..." ¿Qué puedo decir? "...una idea interesante." No, ni siquiera una idea interesante. "...en realidad, más bien, una idea seriamente poco interesante". ¿Qué sucede? ¿Todos abandonan instantáneamente sus contadores Geiger, cierran todo con llave y se van a la casa?

1 El militar Kurt Diebner, un fervoroso partidario de Hitler y miembro prominente del partido nazi, estaba a cargo del proyecto nuclear alemán dirigido por el ejército.

2 Los científicos Weizsäcker y Hahn eran miembros del proyecto nuclear dirigido por Heisenberg. Ambos, al igual que Heisenberg, eran opositores al nazismo.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

HEISENBERG: No, obviamente.

BOHR: Porque los arrestarían.

HEISENBERG: Si nos arrestan o no, no cambia nada. Al contrario, empeorarían las cosas. Yo dirijo el programa para el Instituto de Ciencias. Pero hay otro programa del ejército, dirigido por Kurt Diebner y él es del partido. Si yo no estoy, simplemente harán que Diebner se haga cargo del mío también. Mi única esperanza es seguir yo a cargo del programa.

BOHR: Así que no quiere que le diga sí y no quiere que le diga no.

HEISENBERG: Lo que quiero es que escuche atentamente lo que voy a decirle ahora y que no salga disparado como un loco por la calle.

BOHR: Muy bien. Acá estoy caminando muy lenta y papalmente. Y escucho atentamente mientras me dice que...

HEISENBERG: Que las armas nucleares requerirán un enorme esfuerzo técnico.

BOHR: Cierto.

HEISENBERG: Que demandarán enormes recursos.

BOHR: Recursos enormes. Cierto.

HEISENBERG: Que antes o después, los gobiernos tendrán que preguntarles a los científicos si vale la pena comprometer esos recursos; si existe la esperanza de producir esas armas a tiempo para que ellos las usen.

BOHR: Por supuesto, pero...

HEISENBERG: Espere. Tendrán que venir a usted y a mí. Nosotros somos los que tendremos que aconsejarles si vale la pena seguir adelante o no. Al final de cuentas la decisión estará en nuestras manos, nos guste o no.

BOHR: ¿Y eso es lo que quiere decirme?

HEISENBERG: Eso es lo que quiero decirle.

BOHR: ¿Es por eso que le ha costado tanto llegar hasta aquí? ¿Por eso tiró por la borda casi veinte años de amistad? ¿Simplemente para decirme eso?

HEISENBERG: Simplemente para decirle eso.

BOHR: ¡Pero, Heisenberg, esto es más misterioso todavía! ¿Para qué me lo cuenta? ¿Qué quiere que haga? ¡El gobierno de ocupación de Dinamarca no va a venir a preguntarme si deberíamos producir armas nucleares!

HEISENBERG: ¡No, pero tarde o temprano, si logro permanecer a cargo del programa, el gobierno alemán va a preguntármelo a mí! ¡Me preguntarán a mí si continuamos o no! ¡Yo tendré que decidir qué responderles!

BOHR: Entonces tiene una salida fácil a sus problemas. Sencillamente cuénteles la verdad que me acaba de contar a mí. Les dice que es muy difícil. Y quizás se desanimen. Quizás pierdan interés.

HEISENBERG: Pero, Bohr, ¿a dónde lleva eso? ¿Cuáles serán las consecuencias si logramos fracasar?

BOHR: ¿Qué puedo decirle que no pueda decirse usted mismo?

La responsabilidad moral del científico

HEISENBERG: Leí en un diario de Estocolmo que los americanos están trabajando sobre una bomba atómica.

BOHR: Ah, era eso. Era eso. Ahora entiendo todo. ¿Usted cree que estoy en contacto con los americanos?

HEISENBERG: Puede ser. Es posible. Si hay alguien en la Europa ocupada que está en contacto, tiene que ser usted.

BOHR: Así que, *sí* quiere saber sobre el programa nuclear de los aliados.

HEISENBERG: Simplemente quiero saber si existe uno. Una pista. ¡Un indicio! Acabo de traicionar a mi país y arriesgar mi vida para advertirle de la existencia de un programa alemán.

BOHR: ¿Y ahora yo tengo que devolverle el cumplido?

HEISENBERG: ¡Bohr, tengo que saberlo! ¡Yo soy el que tiene que decidir! Si los aliados están fabricando una bomba, ¿qué estoy eligiendo para mi país? Sería fácil equivocarse y pensar que porque el país de uno es culpable, uno lo ama menos. Nací en Alemania. Es donde me convertí en quien soy. Alemania es todas las caras de mi infancia, todas las manos que me levantaron cuando me caí, todas las voces que me dieron aliento y me señalaron el camino, todos los corazones que le hablan a mi corazón. Alemania es mi madre viuda y mi hermano imposible. Es mi mujer. Alemania es nuestros hijos. ¡Tengo que saber qué estoy decidiendo para ellos! ¿Es otra derrota? ¿Otra pesadilla como la pesadilla en la que me crié? Bohr, mi infancia en Munich terminó en medio de la anarquía y la guerra civil. ¿Van a pasar hambre más niños como nosotros lo pasamos? ¿Van a tener que pasarse las noches de invierno, como yo cuando iba a la escuela, arrastrándose a través de las líneas enemigas, en la oscuridad, para buscar entre la nieve comida para mi familia? ¿Van a pasarse toda una noche, como lo hice yo a los diecisiete, con un fusil en la mano, hablando y hablando con un prisionero aterrorizado que iban a ejecutar en la mañana?

BOHR: Pero, mi querido Heisenberg, no tengo nada para decirle. No tengo idea de si hay un programa nuclear aliado.

HEISENBERG: Se está poniendo en marcha mientras usted y yo estamos hablando. Y puede ser que esté eligiendo algo peor que la derrota. Porque la bomba que están construyendo es para ser usada contra nosotros. La noche de Hiroshima, Oppenheimer³ dijo que era lo único que lamentaba. Que no habían fabricado la bomba a tiempo para ser usada sobre Alemania.

BOHR: Se atormentó mucho después.

HEISENBERG: Después, sí. Por lo menos nosotros nos atormentamos antes. ¿Acaso uno solo de ellos se detuvo a pensar por un instante qué estaban haciendo? ¿Lo hizo Oppenheimer o alguno de sus colegas? ¿Lo hizo Einstein cuando le escribió a Roosevelt en 1939 urgiéndolo a financiar una investigación sobre la bomba? ¿Lo hizo usted cuando escapó de Copenhague dos años más tarde y se unió al equipo de Los Álamos?

³ Se refiere a Robert Oppenheimer, director del Proyecto Manhattan en Los Álamos, Estados Unidos, conocido como el padre de la bomba atómica.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

BOHR: ¡Mi querido, mi buen Heisenberg, no le estábamos suministrando la bomba a Hitler!

HEISENBERG: Tampoco la estaban dejando caer sobre la cabeza de Hitler. La estaban arrojando sobre viejos en la calle, sobre madres con sus hijos. Y si la hubieran fabricado a tiempo hubiera sido sobre mis compatriotas. Mi mujer. Mis hijos. Esa era la intención, ¿sí?

BOHR: Esa era la intención.

HEISENBERG: No tenían la menor idea de qué es lo que pasa cuando se tira una bomba sobre una ciudad. Ni siquiera una bomba convencional. Ninguno de ustedes lo había padecido. Ni uno solo. Me fui caminando una noche desde el centro de Berlín a los suburbios, después de uno de los grandes bombardeos. Toda la ciudad en llamas. Hasta los charcos en las calles están ardiendo. Son charcos de fósforo derretido. Se pega a los zapatos como una caca de perro incandescente. Me lo tengo que sacar constantemente, como si las calles hubiesen sido ensuciadas por una jauría del infierno. Se hubiese reído, mis zapatos estallaban en llamas todo el tiempo. A mi alrededor, supongo, hay miles de personas muriendo quemadas. Y lo único que puedo pensar es: “¿cómo voy a conseguir otro par de zapatos en tiempos como éstos?”

BOHR: Usted sabe por qué los científicos aliados trabajaron en la bomba.

HEISENBERG: Por supuesto. Por miedo.

BOHR: El mismo miedo que los consumía a ustedes. Porque ellos tenían miedo de que ustedes estuvieran trabajando en ella.

HEISENBERG: ¡Pero, Bohr, usted podría haberles dicho!

BOHR: ¿Decirles qué?

HEISENBERG: ¡Lo que yo le dije en 1941! ¡Que la elección estaba en nuestras manos! ¡En las mías, en las de Oppenheimer! ¡Que si yo puedo decirles la sencilla verdad cuando me lo pregunten, la desalentadora verdad, él también puede!

FRAYN, Michael, *Copenhagen*, Acto primero

Informar, sugerir, interpretar

En medio de la tensión que rodea el encuentro, el diálogo entre Heisenberg y Bohr está plagado de silencios y suposiciones nunca aclaradas del todo, por eso resulta tan complejo desentrañar el sentido de esta conversación. Para entender cabalmente lo que pasa en *Copenhagen* es necesario, en primer lugar, distinguir la información explícita de la que queda presupuesta en las palabras de los protagonistas.

1. ¿En nombre de quién/es habla Heisenberg? ¿Por qué?
2. ¿Qué información le transmite a Bohr acerca de la investigación en física nuclear que se desarrolla en Alemania?

La responsabilidad moral del científico

3. ¿Cómo la interpreta Bohr?
4. Según Heisenberg, ¿en qué situación se encuentran él y sus colaboradores en Alemania en ese momento?
5. ¿Qué información le pide Heisenberg a Bohr para poder decidir finalmente cómo seguir adelante con la investigación nuclear en Alemania?
6. ¿Qué propuesta le hace Heisenberg a Bohr?
7. ¿Qué juicio hace la obra teatral sobre la conducta de Heisenberg?

El dilema de Heisenberg

En este pasaje, Heisenberg se ve enfrentado a una alternativa: tiene que decidir cómo actuar y cualquiera de las opciones que se le presentan son igualmente penosas por las posibles consecuencias resultantes de sus acciones. Una situación como ésta es la que habitualmente se conoce como “dilema”.

Los dilemas plantean problemas de orden lógico o moral que se presentan bajo la forma de razonamientos hipotéticos (*Si hiciera esto, los resultados serían desfavorables; pero si hiciera lo contrario, también. Entonces, ¿cómo debo actuar?*). Con frecuencia, los dilemas constituyen una herramienta fundamental de la enseñanza de la ética y están también presentes en la base del conflicto trágico.

1. ¿Cuál es la disyuntiva que se le plantea a Heisenberg en esta circunstancia histórica?
2. ¿Qué alternativa elegirían en la situación de Heisenberg? Escribir un texto breve en el que se analice el dilema y se justifique la opción elegida.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

Las otras preguntas

En el comienzo de este trabajo centramos nuestra atención, a propósito de la lectura del artículo de Juan Pablo Paz, en un conjunto de preguntas científicas que condujeron a algunos de los descubrimientos más trascendentes de la física moderna. Y decimos “trascendentes” porque no sólo contribuyeron a cambiar nuestro conocimiento y nuestra percepción del mundo sino que, sobre todo, transformaron radicalmente la conciencia de la humanidad. Esos hallazgos (y otros como los que se produjeron, por ejemplo, en el campo de la genética y la biotecnología) obligan a los hombres de ciencia a plantearse otro tipo de preguntas ya no acerca de cómo es el mundo que nos rodea sino acerca de cómo su práctica incide sobre ese mundo y cuál es la responsabilidad que les toca en su condición de científicos. Un excelente ejemplo de esta clase de reflexión es el artículo de Albert Einstein, el padre de la teoría de la relatividad, que se reproduce aquí.

La responsabilidad moral del científico

por Albert Einstein

VIVIMOS en una época en que la inseguridad exterior e interior es tan grande y los objetivos firmes son tan raros que la mera confesión de nuestras convicciones puede ser de importancia, aun cuando esas convicciones, como todos los juicios de valor, no puedan ser justificadas por la lógica

Surge inmediatamente una pregunta: ¿debemos considerar la búsqueda de la verdad -o, para decirlo más modestamente, nuestros esfuerzos por comprender el universo cognoscible mediante el pensamiento lógico constructivo- como un objetivo absoluto de nuestro trabajo? ¿O debe nuestra búsqueda de la verdad estar subordinada a otros objetivos, por ejemplo, de carácter “práctico”? No es en la lógica donde podremos hallar la respuesta. Sin embargo, ésta influirá considerablemente en nuestro pensamiento y en nuestro discernimiento moral, a condición de que se origine en una

convicción profunda e inalterable. Pero permítaseme hacer una confesión: a mi juicio, el esfuerzo por conseguir una mayor percepción y ampliar nuestros conocimientos es uno de esos objetivos absolutos sin los cuales ningún ser pensante puede adoptar una actitud consciente y positiva frente a la existencia.

Por su naturaleza misma, nuestro esfuerzo por comprender trata, por una parte, de abarcar la vasta y compleja diversidad de la experiencia humana y, por otra, de alcanzar la sencillez y la economía en las hipótesis fundamentales. El convencimiento de que estos dos objetivos pueden coexistir es, dado el estado primitivo de nuestros conocimientos científicos, una cuestión de fe. Sin una fe semejante, yo no podría tener la convicción firme e inalterable del valor absoluto del conocimiento.

Esta actitud, en cierto modo religiosa, del hombre de ciencia influye en el

La responsabilidad moral del científico

conjunto de su personalidad, porque para él no existe, en principio, autoridad alguna —fuera del conocimiento que brinda la experiencia acumulada y de las leyes del pensamiento lógico— cuyas decisiones y afirmaciones puedan pretender ser en sí mismas la “Verdad”. Llegamos así a la paradójica situación en que una persona que dedica todos sus esfuerzos al estudio de la realidad objetiva se convierte, desde el punto de vista social, en un individualista irreducible que, por lo menos en principio, no confía sino en su propio juicio. Se puede afirmar que el individualismo intelectual y la aspiración al conocimiento científico aparecieron simultáneamente en la historia y siguen siendo inseparables desde entonces.

Podría objetarse que el hombre de ciencia así definido no existe en la realidad, es sólo una abstracción, a la manera del *homo economicus* de la economía clásica. Sin embargo, creo que la ciencia, tal como hoy la conocemos, no habría podido nacer ni conservar su vitalidad si, a lo largo de los siglos, numerosos hombres no se hubieran acercado a ese ideal.

Naturalmente, para mí no es hombre de ciencia todo el que ha aprendido a utilizar instrumentos y métodos que directa o indirectamente aparecen como “científicos”. Me refiero únicamente a aquellos en quienes el espíritu científico está realmente vivo.

¿Cuál es, pues, la situación del hombre de ciencia actual dentro la sociedad? Evidentemente, se siente bastante orgulloso de que el trabajo de los científicos haya contribuido a cambiar radicalmente la vida económica de la humanidad al eliminar casi por completo el esfuerzo muscular. Pero le acongoja que los re-



Albert Einstein y Robert Oppenheimer. En 1943 Oppenheimer fue nombrado director del Centro de Investigaciones sobre Energía Atómica de Los Alamos donde se fabricó la primera bomba atómica y en 1947, director del Instituto de Estudios Superiores de Princeton. “A Einstein se le suele criticar o elogiar por esas miserables bombas”, ha escrito Oppenheimer. “Creo que es un error... Su contribución consistió en producir una revolución intelectual y en descubrir más que ningún otro científico de nuestra época, lo profundos que eran los errores cometidos por los hombres hasta entonces... Pero Einstein mismo no es responsable de todo lo que vino después”.

sultados del trabajo científico hayan suscitado una amenaza para la especie humana, al caer en manos de poseedores del poder político moralmente ciegos. Tiene conciencia de que los métodos tecnológicos, que su trabajo ha hecho posibles, han dado lugar a una concentración del poder económico y político en manos de pequeñas minorías que han llegado a dominar por completo la vida de las masas populares, las cuales parecen cada vez más amorfas. Pero hay algo peor: esa concentración del poder económico y político en manos de unos pocos no sólo ha reducido al hombre de ciencia a una situación de dependencia económica sino que además amenaza su independencia interior. El empleo de sutiles métodos de presión intelectual y física impedirá la formación de personalidades independientes.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

Así, el destino del hombre de ciencia, tal como lo vemos con nuestros propios ojos, es realmente trágico. Buscando sinceramente la claridad y la independencia interior, ha forjado él mismo gracias a esfuerzos verdaderamente sobre-humanos, los instrumentos utilizados para esclavizarle y para destruirle desde dentro. No puede evitar que quienes ejercen el poder político le amordacen. Al igual que un soldado, se ve obligado a sacrificar su propia vida y a destruir la vida de otros, aunque esté convencido de lo absurdo de tales sacrificios. Tiene plena conciencia de que la destrucción universal es inevitable desde el momento en que las circunstancias históricas han conducido a la concentración de todo el poder económico, político y militar en manos del Estado. Sabe también que sólo instaurando un sistema supranacional, basado en el derecho y que elimine para siempre los métodos de la fuerza bruta, la humanidad podrá salvarse. Sin embargo, el hombre de ciencia ha llegado hasta aceptar como algo fatal e ineluctable la esclavitud que le impone el Es-

tado. Y se ha envilecido hasta el extremo de contribuir obedientemente a perfeccionar los medios para la destrucción total de la humanidad.

¿No hay, pues, escapatoria para el hombre de ciencia? ¿Debe realmente tolerar y sufrir todas esas ignominias?

¿Han pasado ya los tiempos en que su libertad interior y la independencia de su pensamiento y de su obra le permitían ser guía y bienhechor de sus semejantes? Al exagerar el aspecto puramente intelectual de su trabajo, ¿no ha olvidado su responsabilidad y su dignidad? He aquí mi respuesta: se puede destruir a un hombre esencialmente libre y escrupuloso, pero no esclavizarlo ni utilizarlo como un instrumento ciego.

Si los hombres de ciencia pudieran encontrar hoy día el tiempo y el valor necesarios para considerar honesta y objetivamente su situación y las tareas que tienen por delante, y si actuaran en consecuencia, acrecerían considerablemente las posibilidades de dar con una solución sensata y satisfactoria a la peligrosa situación internacional presente.

Este artículo es una versión ligeramente abreviada de un mensaje que Albert Einstein dirigió en 1950 al 43º congreso de la Sociedad Italiana para el Progreso de las Ciencias. Publicado en **El Correo de la Unesco**, mayo de 1979, p. 31-32

1. Analizar la situación en la que es pronunciado este discurso originariamente: a quién se dirige, en qué ámbito y en qué circunstancia histórica. ¿Cómo incide esto en la comprensión del sentido del mensaje de Einstein?
2. Presten atención a la fotografía y al texto que se encuentra debajo de ella. ¿Qué relación hay entre esta imagen y el artículo de Einstein? ¿Cómo influye esta ilustración en la comprensión de las palabras de Einstein?
3. Señalar en el texto las preguntas que plantea el autor. ¿A quién se dirigen?

La responsabilidad moral del científico

4. ¿Qué clase de problema plantean esos interrogantes?
5. ¿Cuál es la respuesta que propone?
6. ¿Qué opinan sobre la propuesta de Einstein?

Escritura: Ciencia y ética, cuestiones para el debate

A lo largo de estas páginas han ido apareciendo una serie de problemas relacionados con la ética científica. La encrucijada histórica que recuerda *Copenhague* y las reflexiones del artículo de Einstein plantean cuestiones de debate fundamentales como las relaciones entre ciencia y poder político, la libertad del científico, los límites éticos que deberían imponerse a algunas investigaciones. A partir de esta reflexión les proponemos que escriban un artículo de opinión para publicar en la revista o periódico de la escuela en el que se traten una o varias de estas cuestiones. El tema del artículo no debe centrarse necesariamente en los problemas que suscita la investigación en física nuclear, que han sido objeto de estas lecturas, sino que pueden optar por otros igualmente controvertidos. Hoy en día son muchos los temas polémicos que plantea la ciencia: pensemos en los temores que evoca la clonación, por ejemplo, o en la manipulación genética de los alimentos.

Para llevar a cabo esta tarea de escritura es recomendable elaborar previamente un **plan** que:

- defina un **problema** en torno del cual girará la discusión: ese problema puede formularse como una pregunta cuya respuesta admita posiciones contradictorias, es decir, que abra el camino a un debate. (Por ejemplo: una pregunta-problema típicamente argumentativa puede ser: *¿Es posible el desarrollo de un campo científico independiente del poder político?* o *¿Es moralmente legítima la clonación de seres humanos?*);
- proponga un respuesta clara a la pregunta-problema: esta respuesta funcionará en el texto como la **tesis** que se le presenta al lector (en el caso de las preguntas anteriores, las respectivas tesis podrían ser: *El campo científico no puede desarrollarse con independencia del poder político* o *La clonación humana puede ser legítima en determinadas circunstancias.*) ;
- seleccione una serie de **argumentos** capaces de sostener la tesis. Los argumentos son datos o razones que tienden a hacer aceptar una proposición, es decir, que se emplean para convencer a los lectores de la credibilidad de la(s) posición(es) sostenidas en el texto. (Un argumento -entre otros- para sostener la tesis anterior podría adoptar esta forma: *La investigación científica requiere una enorme cantidad de recursos económicos para su desarrollo, por eso el campo científico depende del financiamiento del Estado y, por lo tanto, del poder político.* En cuanto a la tesis sobre la clonación, un argumento posible sería: *La clonación puede ayudar a muchas parejas a solucionar sus problemas de esterilidad.*)

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

El debate recién empieza

Hiroshima y Nagasaki inauguran una nueva época en nuestra civilización. Después del desastre atómico ya nada fue como antes. La certeza de que el hombre había llegado a crear, a través de la razón, los medios más eficaces para alcanzar la destrucción total de la humanidad, transformó nuestra conciencia para siempre. La angustia de los personajes de Copenhague, la preocupación de Einstein, son sólo los episodios inaugurales de una discusión que no parece acallarse y que, por el contrario, las fronteras de la ciencia en constante expansión mantienen cada vez más viva.

Investigación y política: los comienzos de la física nuclear en Argentina

A pesar de su posición periférica, nuestro país ha alcanzado un importante desarrollo científico como lo prueban, entre otros muchos datos significativos, los tres Premios Nobel obtenidos por investigadores argentinos. Estos logros fueron posibles gracias a la visión y tenacidad de algunos hombres de ciencia que, enfrentando muchas veces condiciones materiales y políticas adversas, sentaron sólidas bases para la investigación científica.

En este apartado conoceremos las vidas de dos de esos hombres: Enrique Gaviola y José Antonio Balseiro, cuyas historias reflejan los intrincados vínculos que unen la investigación y la política. En particular, nos detendremos sobre dos episodios que los tuvieron como protagonistas durante las décadas del 40 y del 50, y que muestran hasta qué punto las instituciones políticas inciden sobre la evolución del campo científico.

Una vida dedicada a la creación científica

La siguiente biografía fue tomada del *Proyecto Ameghino* del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes. Léanla en grupo para responder a las preguntas que siguen:

Enrique Gaviola

Físico y astrónomo

Nació en Mendoza en 1900.

Murió en Mendoza en 1989.

En 1946, la Revista de la Unión Matemática Argentina publicó un memorándum sobre "La Argentina y la era atómica". El país, entonces, no tenía más que una veintena de físicos y químicos, algunos de primer nivel, que resultaban insuficientes para crear una física nacional a tono con la revolución que había ocurrido en esa disciplina a nivel internacional, durante la primera mitad del siglo. En el memorándum se lee: *"Si tuviéramos mil [físicos y químicos] -y entre ellos tres o cuatro de primera línea- la industria podría abrir laboratorios industriales, las universidades podrían tener profesores que supiesen enseñar a investigar investigando, los institutos y laboratorios podrían publicar trabajos que serían recibidos en las páginas de revistas científicas internacionales y podríamos construir institutos tecnológicos. Pero tenemos veinte..."*

El autor del trabajo era Enrique Gaviola, quien fuera al cabo de los años, uno de los físicos más destacados del país y que, en ese momento, llevaba muchos años ocupado en formar científicos y traer otros del extranjero. Para esta tarea promoto-

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

ra, Gaviola propuso crear una Comisión Nacional de Investigaciones, proyecto que no prosperó. Sin embargo, de la mano de Gaviola había llegado en 1943 Guido Beck, que a la sazón sería una de las figuras fundamentales de la física nacional. También estuvo a punto de arribar Werner Heisenberg, uno de los referentes mundiales de la teoría cuántica, pero algunas circunstancias de último momento impidieron la llegada.

Enrique Gaviola fue un extraordinario científico, docente y político científico. Su formación, comenzada en 1917 en la Facultad de Ingeniería de La Plata, se desarrolló esencialmente en Alemania, adonde llegó en 1922. Allí estudiaría física y sería alumno de los científicos más encumbrados de la época y el siglo: Albert Einstein, Lise Meitner, Walter Nerst, etc.

Obtuvo su Doctorado en la Universidad de Berlín en 1926 y marchó a los Estados Unidos, donde solicitó una beca Rockefeller. Le fue negada, con el argumento de que nunca un latinoamericano había accedido a ella. La situación provocó el enojo de Einstein, que valió tanto como el financiamiento no recibido: *"Yo le mostré eso [la nota de rechazo] a Einstein -recordaría Gaviola- y Einstein se enojó, y ahí mismo, sobre el borde de la escalera, le escribió una carta al representante de la Rockefeller."*

No obstante, Gaviola se quedó en los Estados Unidos, donde trabajó con el eminente físico experimental Robert Wood. Más tarde, entre 1928 y 1929, fue físico asistente del Departamento de Magnetismo Terrestre en el Carnegie Institute de Washington, donde trabajó en un proyecto que sería un importante antecedente de un acelerador de partículas con el que se obtuvo un potencial de cinco millones de voltios.

Regresó a la Argentina en 1930, para iniciar una prédica por el desarrollo científico del país y ocupar importantes cargos, como el de Director del Observatorio Astronómico de Córdoba, y profesor en varias universidades, como la de Buenos Aires, donde dirigió la Cátedra de Físico-Química en la Universidad de Ciencias Exactas y Naturales (1930-1936). También impulsó la creación de la Asociación Física Argentina (AFA), que presidiría, y del Instituto de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba, creado en 1956 para apoyar las actividades de Observatorio. En particular, su labor como primer presidente de la Asociación Física fue preponderante: según una publicación institucional, Gaviola, *"por su propio peso, se dirigía en tal carácter a senadores, diputados y ministros para recomendar o criticar medidas que hacían a la vida científica del país. La importancia de la AFA para el desarrollo de la física en la Argentina es indudable y en épocas aciagas mantuvo encendido el interés por la investigación."*

Gaviola fue también un eminente astrónomo. En 1956 demostró que el Norte Chico chileno era una región de muy alta calidad de cielo, por lo cual propuso la instalación de un observatorio interamericano, en el que participarían la Argentina, Chile y Uruguay. La idea no prosperó, pero el proyecto fue retomado por distintas comisiones norteamericanas y chilenas, que comprobaron, mediante mediciones, la exactitud de la evaluación de Gaviola. Posteriormente, se instalaron en el Norte Chico tres grandes observatorios: el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo,

Investigación y política

el European Southern Observatory y el Carnegie Southern Observatory. Por otra parte, bajo la dirección de Gaviola, el Observatorio de Córdoba se transformó en un centro científico de primer orden, con astrónomos y físicos que tenían una dedicación exclusiva a la investigación, un excelente taller de óptica, cursos académicos de calidad, etc.

Esta labor como astrónomo fue reconocida en 1981, cuando la Unión Astronómica Internacional le dio su nombre al asteroide 2504 descubierto en Córdoba en 1967. Por su labor en física y en óptica había sido premiado en 1978, con la Medalla de Oro Dr. Ricardo Gans, otorgada por la Universidad de La Plata y, en 1980, con la Medalla de Oro del Centro de Investigaciones en Óptica.

Enrique Gaviola falleció en 1989. Sin quitar ningún mérito a su labor científica, se lo recuerda hoy como un infatigable promotor del desarrollo científico nacional, para el cual forjó numerosos proyectos y consagró buena parte de su actividad.

Fuente: http://www.educ.ar/educar/superior/biblioteca_digital/

1. En esta biografía se define a Enrique Gaviola como *"un extraordinario científico, docente y político científico"*. Después de la lectura del texto, ¿cómo definirían ustedes a un "político científico"?
2. ¿Qué valor tiene la anécdota acerca de la beca Rockefeller que se narra en el cuarto párrafo? ¿Por qué razón se la incluye en la biografía? Escribir un breve comentario a propósito de esta anécdota en el que se narre el episodio y se proponga una interpretación de su significado.
3. Cuando se menciona la actividad de Gaviola como presidente de la Asociación Física Argentina, se cita un fragmento de un documento de esa institución para describir su labor al frente de ese organismo. ¿Qué aspectos de su personalidad se subrayan? Comenten el valor de esta descripción en relación con el contexto social en el que Gaviola llevó adelante su obra.
4. La biografía de Gaviola concluye con el siguiente comentario: *"Sin quitar ningún mérito a su labor científica, se lo recuerda hoy como un infatigable promotor del desarrollo científico nacional, para el cual forjó numerosos proyectos y consagró buena parte de su actividad"*. En este enunciado, "labor científica" y "promoción de la actividad científica" parecen entrar en contradicción. Comenten en grupo la suposición implícita en esta aparente incompatibilidad.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

Algo más sobre las “circunstancias de último momento” que impidieron la llegada de Heisenberg a la Argentina

En la biografía de Gaviola que acaban de leer se hace referencia a sus esfuerzos para traer al país a científicos extranjeros de primer nivel. Para saber más sobre este tema les proponemos la lectura de los textos que siguen. El primero corresponde a un fragmento de un artículo publicado en el suplemento cultural del diario *La Nación* por el historiador de la ciencia Diego Hurtado de Mendoza, en el que se aborda en detalle el incidente relacionado con el fallido viaje de Heisenberg a la Argentina. Más adelante, se reproduce un pasaje de un documento, sobre el mismo tema, dirigido por Enrique Gaviola al Contraalmirante Juan M. Carranza, por entonces Jefe de Estado Mayor General de la Armada.

[...]

Argentina en la era atómica

Finalizada la guerra, la ciencia argentina tuvo a Heisenberg como protagonista de un episodio lamentable. A mediados de 1946, el físico Enrique Gaviola —por entonces presidente de la Asociación Física Argentina y director del Observatorio de Córdoba— fue convocado por autoridades de la Marina. Gaviola fue informado de que se estaba trabajando en el proyecto de “una escuela radiotécnica y un laboratorio de investigaciones en radiocomunicaciones de un alto nivel científico”, por convenio entre el Ministerio de Marina y la Universidad de Buenos Aires. También supo de un anhelo de los organizadores: contar con un premio Nobel entre los profesores.

El físico argentino, que había estudiado tres semestres en Göttingen (1922-1923) y defendido su tesis doctoral en Berlín (1926), sugirió el nombre de Werner Heisenberg. Gaviola había escuchado al físico alemán en tres oportunidades, entre ellas, en el verano de 1926, cuando el joven Heisenberg, con veinticinco años, fue el centro de atención del congreso de Düsseldorf. La propuesta fue aceptada. Desde Córdoba, Gaviola le escribió a Heisenberg con fecha del 29 de julio de 1946. Entre otras cosas, le dice que “el Ministerio de Marina está dispuesto a aceptar sus condiciones con respecto al plazo (del contrato) y sueldo” y que se le da la opción de proponer un asistente. Y finaliza: “Su venida abriría una nueva época en la ciencia sudamericana”. Como Gaviola dudaba de que el físico alemán lo recordara, le pidió a Guido Beck, antiguo asistente de Heisenberg que se encontraba trabajando en el país por gestiones de Gaviola, que también le escribiese. En noviembre de 1946, Beck recibió la respuesta. Heisenberg estaba dispuesto a ve-

Investigación y política

nir a Buenos Aires por un tiempo limitado, siempre que obtuviera el permiso de las autoridades de ocupación. Exultante, Gaviola comenzó a trabajar para acelerar la creación del Instituto Radiotécnico. Entre otras tareas, había que ocuparse de conseguir científicos y técnicos europeos de valor. No sólo era imposible obtenerlos de los Estados Unidos debido a la enorme demanda interna, sino que había que competir con ese país, que había creado comisiones especiales para “rastrillar” Europa en busca de científicos. Con amarga ironía, recuerda Gaviola: “En pocos meses más tendríamos, por primera vez en la historia del país, un Instituto científico-técnico de enseñanza y de investigación fundamental y aplicada, al más alto nivel, que sería orgullo del país y de Iberoamérica, y todo ello se debería a la elevada, previsor y práctica política científico-técnica del Ministerio de Marina”. El 24 de febrero de 1947, Gaviola se reunió con las autoridades de la Marina y se enteró “con asombro y pena” de que ya no había interés en el premio Nobel alemán. A las autoridades inglesas de ocupación les disgustaba el viaje. Además, se había decidido que el instituto fuera un laboratorio de técnica aplicada y no un centro de investigación científica. Durante años, Gaviola y Beck se lamentarían del duro golpe que significó esta decisión en la credibilidad de los científicos argentinos. [...]

“Milagros y melancolías nucleares”,
suplemento *Cultura* del diario *La Nación*, 2/7/2002, p.3.

Heisenberg y él

Sobre la Invitación al Premio Nobel Heisenberg y el Instituto Radiotécnico

Córdoba, marzo 11 de 1947

Al señor Jefe del Estado Mayor General de la Armada Contraalmirante Juan M. Carranza.

Señor Jefe del Estado Mayor General:

Ante el revuelo producido por el anuncio de la posible venida al país del Premio Nobel WERNER HEISENBERG, ante las contradictorias noticias aparecidas en los periódicos respecto a la oposición de las autoridades Británicas a su venida y ante la trascendencia nacional y las derivaciones internacionales que este asunto puede tener, creo conveniente puntualizar los hechos a fin de que cada cual asuma las responsabilidades que le corresponden.

Yo soy responsable de haber sugerido el nombre del profesor Heisenberg como posible profesor del Instituto Radiotécnico. [...]

La carta (que envié) a Heisenberg decía así: [...] “Querido señor profesor Heisenberg: La ciencia comienza aquí a caminar con firmeza. La venida del profesor Guido Beck en 1943 fue una gran ayuda. Ya tenemos una «Asociación Física Argentina», cuya Octava Reunión tendrá lugar en setiembre. Es ahora posible invitar a dos o tres físicos o radiotécnicos de Europa para Buenos Aires: el Ministerio de Marina y la Universidad de Buenos Aires organizan una escuela para ‘Radio Comunicaciones’. Ellos quieren mantenerla a un alto nivel científico y están dispuestos a ofrecer a algunos investigadores de primera línea, buenos sueldos y condiciones de trabajo, bajo contrato hasta por 5 años. Los sueldos pueden llegar hasta 800 dólares mensuales. Eso es más de tres veces lo que yo percibo como Director del Observatorio. La Marina me ha pedido, en mi carácter de presidente de la Asociación Física Argentina, que me ponga en contacto con físicos y radiotécnicos de Europa. Yo he mencionado su nombre como posibilidad. En su caso personal, el Ministerio de Marina está dispuesto a aceptar sus condiciones con respecto a plazo (del contrato) y sueldo. Si usted quiere volver a Alemania dentro de dos o tres años, se puede hacer un contrato a corto plazo; si usted quiere permanecer más tiempo, puede usted nombrar el término (del contrato). [...] Sus obligaciones serían las normales de un profesor de física teórica. Puede especificarse en el contrato que sus investigaciones y publicaciones no estarán sujetas a forma alguna de censura o secuestro. Su venida abriría una nueva época en la ciencia sudamericana. Yo le pido por ello que venga, aunque más no sea por un par de años.

Con los mejores saludos, E. GAVIOLA”.

Conocía a Heisenberg desde su época de estudiante [...] Pero era posible y probable que Heisenberg no se acordara de mí. Hombres de ciencia de primera clase no aceptan invitaciones sino de personas que conocen bien y en cuya palabra confían. Por eso le pedí al profesor Guido Beck, su antiguo asistente, que le escribiese también a Heisenberg, con el mismo propósito. Bien sabía que una invitación de Beck sería más eficaz que la mía o la de cualquier personaje oficial.

Las autoridades cometen a menudo el error de creer que para obtener científicos o técnicos buenos basta ofrecerles sueldos suficientemente altos. Por ese medio se obtienen hombres de tercera línea. Los de primera y segunda se obtienen inspirándoles confianza y ofreciéndoles libertad y seguridad. Ello puede ser hecho, únicamente, a través de los pocos científicos y técnicos del país que ellos conocen y en cuya honestidad intelectual y científica confían.[...]

En noviembre de 1946 recibió Beck contestación de Heisenberg indicando que estaba dispuesto a venir a Buenos Aires por un tiempo limitado, si obtenía permiso para ello de las autoridades de ocupación. [...]

La Situación en Noviembre de 1946

La situación era clara: era prácticamente imposible obtener científicos o técnicos de valor en los EE.UU. [...] Había que buscar, pues, candidatos en Inglaterra, Francia, Italia y Alemania, especialmente entre los hombres de valor desplazados por las consecuencias de la guerra. Y había que hacerlo pronto, pues varios países, entre ellos los Estados Unidos mismos, estaban tratando de atraer a esos hombres de ciencia con ofertas tentadoras. Lo que nosotros podíamos ofrecerles y ellos no era libertad científica y seguridad personal y económica.

La Venida de Sabios Extranjeros

La Asociación Física Argentina ha conseguido que un sabio de la talla del Premio Nobel Werner Heisenberg acepte la invitación de venir a este país. La presencia de Heisenberg en Buenos Aires, como profesor de la Universidad, marcaría un jalón histórico en el desarrollo científico y cultural de la Nación y de Sudamérica. Las autoridades inglesas de ocupación parecen oponerse indirectamente a la salida de Heisenberg de la zona ocupada, invocando pretextos baladíes. Lo extraño del caso es que, aparentemente, ciertas autoridades argentinas están complacidas con la actitud de las inglesas. ¿Es que Argentina sigue siendo «Dominio Honorario» inglés como en los tiempos de la Conferencia de Otawa? ¿Acaso alguien teme que Heisenberg le haga sombra? ¿Algún técnico tiene miedo a que su mal fundada fama de sabelotodo se derrumbe? ¿Qué diría Sarmiento, fundador de la Escuela Naval y del Colegio Militar, quien dedicó su vida a sacar al país de la barbarie... sin lograrlo, al contemplar la oposición sorda a la venida de sabios ex-

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

tranjeros, de los que él trajo unos cuantos como Gould, el primer director del Observatorio de Córdoba, al que tanto debemos? Si no hay oposición a la venida de Heisenberg ¿por qué no se toman las medidas necesarias para que las autoridades inglesas de ocupación le permitan salir? [...] Inglaterra no puede oponerse al progreso científico y técnico argentino. El Servicio de Comunicaciones Navales ha contraído compromisos con la Universidad de Buenos Aires y con la Asociación Física Argentina. A su vez, la Universidad de Buenos Aires y la Asociación Física Argentina, confiando en la palabra del Jefe de Comunicaciones Navales, han contraído compromisos materiales y morales con Werner Heisenberg y con otros tres hombres de ciencia europeos. Si esos compromisos no se cumplen, el prestigio internacional del país en el mundo científico y técnico sufriría grandemente.

Argentina y el mundo en 1946

El 24 de febrero de 1946 la fórmula Perón-Quijano gana las elecciones presidenciales que restablecen la democracia tras el golpe militar del 4 de junio de 1943. En el tercer aniversario de esa fecha, Perón asume la presidencia de la Nación. Su victoria electoral le permite contar con la adhesión de todos los gobiernos provinciales, excepto Corrientes, la casi unanimidad del Senado y los dos tercios de la Cámara de Diputados.

El Estado adquiere los bienes de la Unión Telefónica y crea la Flota Aérea Mercante del Estado. Además, el gobierno presenta al Congreso el Primer Plan Quinquenal, un conjunto de proyectos de clara tendencia nacionalista y estatista. Las exportaciones argentinas durante la Segunda Guerra han incrementado considerablemente las reservas de oro y divisas acumuladas por el Banco Central lo que hace posible una política de plena ocupación y altos salarios. Esta bonanza económica sumada a la sanción de varias leyes sociales genera un clima de bienestar social.

Muy distinta era la situación en Europa por entonces en pleno proceso de reorganización. Tras el fin de la Segunda Guerra Mundial los vencedores aliados habían reducido a Alemania a sus fronteras anteriores al comienzo de la contienda y asignado una gran porción del territorio oriental a Polonia. Se establecieron cuatro zonas de ocupación, los dirigentes nazis fueron juzgados como criminales de guerra y se dismantelaron sus industrias. Alemania fue dividida en dos partes. Gran Bretaña, Estados Unidos y Francia, responsables de la ocupación del sector oeste, querían reincorporarla a las grandes potencias de Europa Occidental con el objetivo de contener la expansión de la URSS. En 1948, unieron sus zonas de ocupación e instaron a los alemanes a formar un gobierno democrático. La URSS, por su parte, determinó la creación de otro Estado. En 1949, esta división de Alemania se legalizó tras la creación de la República Federal de Alemania, o Alemania Occidental, y la República Democrática Alemana, o Alemania Oriental.

Investigación y política

Después de la lectura de los textos de H. de Mendoza y Enrique Gaviola, comenten en grupo las razones que impidieron la llegada de Heisenberg al país. Las preguntas siguientes pueden ayudarlos a orientar la discusión:

1. ¿Qué objetivos se proponía alcanzar Gaviola con la invitación a físicos extranjeros?
2. ¿Por qué había tanta demanda mundial de científicos en 1946?
3. ¿Por qué fracasó el proyecto de Gaviola? ¿Cómo interpretan este episodio teniendo en cuenta la situación política internacional en 1946? (No olviden lo que han leído sobre este tema en los dos capítulos anteriores).
4. ¿Qué valores y condiciones considera Gaviola imprescindibles para el desarrollo de la actividad científica? En forma individual, escriban un comentario sobre las conclusiones a las que llegaron en el debate.

Historia de un fraude científico

El fragmento que sigue pertenece al mismo artículo de Hurtado de Mendoza que acababan de leer. En él se cuenta la curiosa historia de otro “sabio” extranjero que no lo era tanto.

La isla de los milagros

En los años siguientes, el desarrollo de la física en el país estuvo signado por un hecho que tornó risueñas las consecuencias del fracaso de Gaviola: Perón conoció a mediados de 1948 al personaje que la prensa norteamericana calificaría tres años más tarde como “alquimista de la corte” y “hechicero atómico”, el técnico nuclear austríaco Ronald Richter.

Perón quedó impresionado con el proyecto de Richter. La idea era producir en el laboratorio la fusión nuclear, el mismo tipo de reacciones que se producen en el interior del Sol. Mientras que la fisión libera energía a través de la fragmentación de núcleos atómicos pesados como el uranio o el plutonio, la fusión lo hace mediante la unión de núcleos livianos como el hidrógeno. El costo prometido de seis millones de dólares era mil veces menor que la cifra invertida, según Richter, por los Estados Unidos en la fisión nuclear. Convencido, Perón le construyó a Richter su laboratorio en la isla Huemul, en el lago Nahuel Huapi, y le otorgó plenos derechos sobre la isla.

El físico argentino Mario Mariscotti se encarga de relatar en *El secreto atómico de Huemul* (1984) una versión sólida aunque algo optimista de esta compleja historia sobrecargada de intrigas, decisiones absurdas y, como siempre en la Ar-

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

entina, de dilapidación de fondos públicos. La notable ignorancia de lo que significaba a mediados del siglo XX una empresa científica de envergadura condujo inexorablemente al estrepitoso fracaso.

En 1946, en su artículo “Memorandum: la Argentina y la era atómica”, Gaviola había sido premonitorio: “Quien crea que con nuestra materia prima, nuestra industria y nuestros investigadores podemos fabricar bombas atómicas o levantar plantas de aprovechamiento industrial de la energía nuclear en 5 o 10 años sufre alucinaciones. Antes de soñar con hacer tales cosas hay que pensar en formar hombres capaces de hacerlas”.

En la mañana del 24 de marzo de 1951, Perón convocó a una conferencia de prensa y anunció: “El 16 de febrero de 1951, en la planta piloto de energía atómica en la isla Huemul, de San Carlos de Bariloche, se llevaron a cabo reacciones termonucleares bajo condiciones de control en escala técnica”. El revuelo reflejado en los ostentosos titulares de la prensa local tuvo una contrapartida escéptica en los medios internacionales. Heisenberg, consultado por *The New York Times* y por *Neue Zeitung* de Munich, opinó que era poco probable lo que se afirmaba.

El 28 de marzo, imperturbable, la UBA le otorgó a Richter el doctorado *honoris causa*. Finalmente, presiones diversas obligaron a Perón a iniciar una investigación sobre la veracidad de los resultados, siempre espectaculares y secretos, anunciados por Richter. La explosión de la primera bomba de hidrógeno norteamericana en noviembre de 1952 coincidió con la destitución de Richter. Al año siguiente, el reactor de Huemul explotó. El “sabio” naturalizado argentino confesaría tiempo después haber saboteado él mismo su laboratorio antes de la partida.

“Milagros y melancolías nucleares”,
suplemento *Cultura* del diario *La Nación*, 2/7/2002, p.3.

1. ¿Qué le propuso Richter a Perón? ¿Qué interés revestía un proyecto de ese tipo?
2. ¿Cómo se llevó adelante el plan de Richter y qué resultados obtuvo?
3. ¿Cómo se caracteriza en el texto a Richter y a su proyecto? Subrayen las frases empleadas para referirse a la figura del investigador, al proyecto y al lugar donde se desarrolló.
4. ¿Por qué el autor vincula el caso Richter con el episodio del fracasado intento de Gaviola? ¿Qué papel jugó la política en estas dos historias?
5. En forma individual, escriban un texto argumentativo breve en el que comparen explícitamente los dos casos y planteen su opinión acerca de sus consecuencias para el desarrollo de la investigación científica en nuestro país.

La llegada de Balseiro

A pesar de lo deplorable de este episodio, sus consecuencias para el desarrollo de la física nuclear fueron, paradójicamente, muy importantes ya que entre los investigadores convocados por Perón para inspeccionar las instalaciones de la isla Huemul se encontraba un joven físico argentino que por entonces trabajaba en Manchester, Inglaterra. Se trataba de José Antonio Balseiro quien, junto con otros científicos de prestigio designados por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), recorrió el laboratorio de Richter.

El informe que presentó la comisión fue contundente (ver recuadro siguiente), por lo que la CNEA decidió dar por concluido el plan Richter. Después de su intervención, Balseiro quedó vinculado a la CNEA y, poco tiempo después, se convertiría en el primer director del instituto que hoy lleva su nombre.

Opiniones Personales

Cumpliendo con el deseo manifestado por el Señor Ministro de Asuntos Técnicos, debo añadir al informe técnico adjunto mi opinión personal sobre los trabajos realizados y sobre la personalidad del Dr. Richter. De acuerdo con lo expresado en el informe adjunto no me cabe ninguna duda respecto al carácter de los trabajos allí realizados. Las experiencias presenciadas no muestran en ninguna forma que se haya logrado realizar una reacción termonuclear controlada, tal como lo afirma el Dr. Richter. Todos los fenómenos que allí se observan no tienen ninguna relación con fenómenos de origen nuclear.

Es de importancia señalar también que la forma de operar del Dr. Richter deja mucho que desear del punto de vista del método científico. En el informe adjunto se han citado algunos ejemplos que fundamentan esta opinión, que por otra parte, no son los únicos.

Mi experiencia de trato con personas de formación científica y de criterios académicos me sugiere que actitudes tomadas por el Dr. Richter están lejos de ser interpretadas como las divulgadas excentricidades atribuidas a los hombres de ciencia. A esto debo añadir que en conversaciones mantenidas con el Dr. Richter sobre diversos temas de física ha mostrado, o un desconocimiento sorprendente en una persona que emprende una tarea de tal magnitud, o ideas muy personales sobre hechos y fenómenos bien fundados y conocidos.

Dr. José Antonio Balseiro.
Buenos Aires, 16 de septiembre de 1952



Una imagen de la comisión que inspeccionó el laboratorio de Richter. Balseiro se encuentra en el centro.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

Conocer la historia para construir el futuro

El artículo que se reproduce a continuación es la primera parte de un informe especial de la revista digital *El Arca* sobre el desarrollo de la ciencia en nuestro país. Léanlo y discútanlo en grupo:

Saber es combatir el atraso

por JORGE LOMUTO

“A pesar de las dificultades y trabas existentes, pude organizar la cátedra como entiendo que debe ser: indivisible de la labor de investigación”, escribía José Antonio Balseiro (1919-1962), creador del Instituto que lleva su nombre.



Desarrollo, decadencia y sobrevivencia de la ciencia y la tecnología en la Argentina. Una historia de ideales, avances y conquistas que apuestan al futuro, enfrentada a otra de subestimaciones, desmantelamiento, represión y exilios. Pese a todo, instituciones, maestros y discípulos no renuncian a ese futuro y continúan su labor con denuedo. En estas páginas, El Arca pasa revista a nombres, trayectoria, obra y declaraciones de algunos de los protagonistas, comenzando por el Instituto Balseiro y su creador.

“Tengo el más profundo optimismo respecto de las posibilidades intelectuales y del futuro de nuestro país. Pero ese optimismo no implica la creencia de que ese futuro promisorio pueda lograrse sin lucha ni esfuerzo. Otros han abierto para ustedes los primeros senderos y echado los cimientos. A ustedes les cabe participar en la tarea de convertir los senderos en caminos y los cimientos en edificios. Pero no es tarea sencilla o que pueda realizarse sin esfuerzos ni desazones. Como la investigación, la formación de discípulos tiene también algo de creación.”

Siempre imprimió a sus actos un sello de calidez, de hondo contenido humano, al propio tiempo que con gran claridad conceptual desarrolló su erudición científica. Así fue el Dr. José Antonio Balseiro, fundador del establecimiento que hoy lleva su nombre, creado en 1955 por convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Universidad Nacional de Cuyo (UNC). Las palabras transcrip-

tas forman parte del discurso pronunciado por el eminente hombre de ciencia el 7 de junio de 1958, en ocasión de la primera colación de grados en la Escuela de Física de Bariloche, que es hoy el Instituto.

Exhortaba ese creador a cultivar un espíritu crítico, “indispensable en el trabajo científico, en la valoración de la obra propia y ajena. Significa el manejo de normas que nos conducen a aceptar lo correcto y desechar lo incorrecto. En el juicio de las personas, a descubrir su valor y rechazar al relumbrón o al impostor”.

Por caminos fecundos

Trece licenciados en Física recibieron ese día su título, a veinte días de haber asistido a su última clase y después de tres años de estudio. De allí en adelante, el camino tomó impulso y desarrolló progresivamente una meritoria acción, en lo que atañe a la formación de destacados especialistas en Física e Ingeniería Nuclear. El establecimiento forma, junto al Centro Atómico Bariloche (CAB), una unidad funcional acreedora –luego de 45 años de trabajo y esfuerzos– del reconocimiento nacional e internacional por su prestigiosa tarea.

En el Instituto Balseiro (IB) se enseña Física e Ingeniería Nuclear usando un sistema original en el país, basado en la convivencia de estudiantes y profesores con dedicación exclusiva, para lo cual dispone de modernos laboratorios de investigación en temas de avanzada. [...]

Concebido al comienzo para formar investigadores en Física, el IB amplió su órbita cuando, en 1977, la CNEA creó la carrera de Ingeniería Nuclear, a raíz de un convenio firmado el 5 de abril de ese año con la UNC. El 19 de junio de 1981 egresaron los primeros graduados y el 1º de septiembre de 1986 se rindió la primera tesis doctoral.

Al tiempo de su creación, las condiciones mínimas exigidas para el ingreso determinaban que el aspirante contara con el segundo año universitario aprobado, en la carrera vinculada estrechamente con la disciplina a seguir. La CNEA otorga becas para los alumnos, cuyo importe cubre las necesidades de su vida en Bariloche y asegura su dedicación exclusiva. Por ello los estudiantes tienen vedado realizar cualquier otra actividad rentada. El Instituto ofrece a los alumnos alojamiento en el CAB y a quienes acceden se les descuenta de la beca un porcentaje para gastos. Cada alumno debe tener un Seguro Médico Integral, equivalente a 6% del monto de la beca. Se les aconseja, a su ingreso, hospedarse en el CAB, para basarse en su propia experiencia antes de decidir si prefieren la comodidad que ofrece el IB o una vivienda alquilada fuera de él. El Centro de Estudiantes del Instituto Balseiro (CEIB) tiene una biblioteca de interés general, equipos de música y video y elementos para diversos deportes. En las instalaciones del CAB poseen un cine club y una discoteca pública llamada L’Electron Fou. El IB depende académicamente de la UNC, que otorga los títulos y designa al plantel docente.

El ansiado edificio

Así se llegó a concretar el ansiado edificio, pero el mentor de esta realidad pudo compartirla por poco tiempo. El 26 de marzo de 1962, tres días antes de cumplir 43 años, Balseiro murió en Bariloche, dejando un ejemplo de vida preclara y honesta, acreditado por su esposa, María Mercedes Cueto, y sus cuatro hijos. Había nacido en la ciudad de Córdoba y era el cuarto vástago de Antonio –inmigrante español– y de Victoria Lahore, argentina con ascendencia francesa. Bachiller en la urbe natal, en 1939, fue becado por la Universidad de Córdoba para seguir en la de La Plata el doctorado en Ciencias Fisicomatemáticas, del que egresó con notas brillantes. En 1944 asistió al acto inaugural de la Asociación Física Argentina, de la que formó parte activa hasta ser presidente en 1959. Trabajó en el Observatorio Astronómico de Córdoba, de 1945 a 1947, en temas de física teórica, y fue profesor en la Universidad de La Plata. El 2 de septiembre de 1950 viajó a Inglaterra para trabajar en la Universidad de Manchester en temas de física nuclear bajo la dirección del profesor León Rosenfeld.

Volvió prematuramente, al ser requerido por el gobierno argentino, en julio de 1952, para integrar la Comisión Investigadora del Proyecto Huemul. En virtud de ese proyecto, dirigido por el Dr. Ronald Richter, se había instalado una planta de energía atómica en la isla Huemul (situada en el lago Nahuel Huapi), donde –se dijo– se podrían fabricar armas nucleares propias. Tras realizar una inspección a dicha planta, se produjo la difícil circunstancia de que un científico joven y por entonces desconocido tuviese que informar al presidente de la Nación que había sido engañado. [...]

¿Y el futuro?

En las palabras recordadas al comienzo de esta nota, Balseiro dejó formulada su apuesta al futuro, lo que conformó gran parte de su ideal. No llegó a ver, por su temprana muerte, ciertas circunstancias desalentadoras que no tardarían en presentarse. A un año del lamentado deceso, el gobierno de facto que había sucedido al de Arturo Frondizi intervino el Instituto Malbrán, desmanteló el Laboratorio de Biología Molecular y despidió al equipo que conducía el profesor César Milstein, quien a raíz de ese episodio renunció. “A los 15 días estaba trabajando en el Laboratory of Molecular Biology de Cambridge con un contrato que, 31 años más tarde, sigue en pie”, relataba el famoso biólogo argentino a la revista *Viva* el 15/1/1995. Milstein, que obtuvo la ciudadanía británica a poco de su estada en Cambridge, se destacó por sus investigaciones acerca de los anticuerpos monoclonales y obtuvo el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1984.

En 1968, la dictadura militar que había depuesto al presidente Arturo Illia dictó la ley 16.912, que disponía la continuidad administrativa de las autoridades universitarias y reservaba para el Ministerio de Educación las decisiones más importantes. Rectores y decanos entendieron que ello vulneraba los principios de autono-

mía y gobierno compartido de los distintos claustros, por lo que gran parte de ellos rechazó la ley y presentó la renuncia, en tanto otros denunciaron el avasallamiento de la autonomía. Se plantearon medidas de lucha ante lo que significaba quebrar la libertad y la tolerancia democrática y, además, la perspectiva de destrucción del alto nivel de estudios que, en ese momento, habían alcanzado las facultades, en especial en la Universidad de Buenos Aires.

El general Juan Carlos Onganía, a cargo del Poder Ejecutivo, dispuso la represión, que se desató con suma violencia contra estudiantes y profesores en todo el país, con su pico máximo en la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires, donde entre los numerosos heridos se contaron el decano, Rolando García, y el vicedecano, Manuel Sadosky, y hubo doscientos detenidos. Una movilización estudiantil de la Universidad de Córdoba, en la capital cordobesa, registró la primera víctima fatal de la represión: el estudiante Santiago Pampillón, cuya figura, a raíz de ello, fue erigida como símbolo de la lucha por las libertades y el progreso educativo y cultural. Esa jornada de fines de julio del '68 fue conocida como la “noche de los bastones largos”. Desde entonces, mucha agua corrió bajo los puentes, aunque no como debería. La explosión científica registrada en la Argentina a principios de los años '60, que hubiese tenido una enorme importancia en el desarrollo tecnológico y en la biotecnología, según puntualiza César Milstein en el artículo citado, cedió el paso a la cada vez más alarmante “fuga de cerebros” que hace que muchos y talentosos profesionales, en cuya formación nuestro país invirtió enseñanzas, tiempo y dinero, entreguen su capacidad en otros lugares que, justo es considerarlo, les ofrecen el apoyo y la seguridad que necesitan.

El imperativo de la hora

“El siglo que pasó será recordado no sólo por sus tragedias, sino también por sus victorias en investigación y teoría científica; más por sus Nobel (Argentina tiene tres en ciencia) que por sus campeonatos de fútbol o sus medallas olímpicas.” (*El Arca*, N° 44, nota editorial, parte final).

En Gran Bretaña, Francia, Japón, Alemania y Estados Unidos, según destaca la nota aludida, se han dispuesto incrementos para atender las infraestructuras de investigación en sus diversas áreas.

Mientras tanto, en un comentario titulado “La cenicienta de siempre”, Mario Bunge, físico y filósofo argentino radicado en Canadá, señala que, en nuestro país, “la ciencia sigue siendo la Cenicienta de antes: se sigue ignorando que la ciencia y la técnica son los motores de la civilización moderna, y se las sigue confundiendo”. Indica que el presupuesto para investigación técnica, que alcanza a 0,5% del Producto Bruto Interno, es sólo la quinta o sexta parte de lo que se gasta en un país que ya tiene una fuerte comunidad científica. “Los políticos surcoreanos –agrega– entendieron que para robustecer su economía deben reforzar su técnica, lo que a su vez exige apoyar su ciencia básica. Están enterados de que no hay industria sin ingeniería, ni ingeniería sin matemática, física ni química.” (*La Nación Line*, 29/3/2000)

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

Es obvio, y así debería entenderse, que la hora exige –siempre fue así, pero ahora lo es más– un tratamiento permanentemente prioritario para todo aquello que signifique capacitación y búsqueda de conocimientos, puesto que –como afirma Bunge– “hace falta saber mucho más para salir del atraso, aunque sólo sea porque parte del subdesarrollo es la ignorancia”.

Publicado en revista *El Arca* 45/46 - <http://www.elarca.com.ar>

1. A lo largo de este artículo se reseña una serie de hechos, tanto positivos como negativos, que resultaron determinantes para el evolución de la ciencia en nuestro país. Seleccionen en grupo los que les parezcan más significativos y armen con ellos una cronología.
2. ¿Qué episodio se conoce como “la noche de los bastones largos”?
3. ¿Qué impacto tuvo este episodio en el desarrollo científico argentino?

Escritura: Biografía

En forma individual, escriban una biografía de José Antonio Balseiro semejante, en su planteo y extensión, a la de Enrique Gaviola. La biografía, además de referir hechos importantes de la vida de este investigador, debe trazar una semblanza de su personalidad. Para eso debe reproducir por lo menos dos citas textuales del biografiado que contribuyan a describir su carácter. Como fuente de las citas pueden usar tanto el artículo de Jorge Lomuto que acaban de leer como el fragmento del informe sobre Richter que se reproduce más arriba. Por último, el texto tiene que hacer una evaluación de la importancia de la figura de Balseiro para la ciencia argentina.

Científicos y políticos

El texto siguiente fue extraído del documento que Enrique Gaviola le enviara al Contraalmirante Carranza. En el marco del relato de lo sucedido con la frustrada venida de Heisenberg al Instituto Radiotécnico y de la decisión de la Armada de darle un carácter más técnico al instituto que se estaba por crear, Gaviola considera importante “instruir” a las autoridades políticas y militares acerca de la importancia que la investigación en ciencia pura reviste para el desarrollo de un país. De eso se ocupa este apartado que su autor tituló “Científicos e Inventores”. Léanlo y discútanlo en grupo.

Científicos e Inventores

Es común en las gentes no versadas en la historia de la ciencia el creer que los progresos técnicos se deben exclusivamente a la “magia” de los inventores. Esta creencia popular es explotada por la propaganda de las grandes fábricas, con lo que difunden y arraigan la falsa creencia. Así fue creado el “mago de Menlo Park”⁴ y otros.

El hombre de ciencia se interesa, generalmente, por la creación de nuevos conocimientos. El inventor por su adaptación industrial y su explotación comercial. El inventor es en parte técnico y en parte comerciante. Ello no quiere decir que el hombre de ciencia sea inferior al inventor en el campo de las actividades de este último, si se dedica por un motivo o por otro, ya sea porque trabaja en un laboratorio industrial o porque desea ayudar a su país en guerra, a crear aplicaciones industriales de conocimientos científicos. Los laboratorios industriales actuales están llenos de físicos, químicos y biólogos puros. Un físico teórico, E.U. Condon, dirigió durante la guerra los laboratorios de la Westinghouse; dos físicos nucleares, Merle Tuve y Laurence Hafstad, inventaron y fabricaron la espoleta de proximidad; un físico matemático, Robert Oppenheimer inventó y fabricó el cañón que dispara la bomba atómica.

Es un error creer que el mejor constructor de cañones nuevos es el que ya tiene experiencia en cañones viejos. Oppenheimer nunca había fabricado un cañón y estoy seguro de que, al emprender la tarea de hacer uno, no conocía una palabra de balística interna ni había visto el libro de Kranz. El técnico especializado sin una amplia base de ciencia pura no puede salirse del cerco que su especialización prematura le ha construido.

Para ser un buen técnico (también un buen radiotécnico) hay que ser, primero, un buen matemático, o un buen físico o un buen químico. Los otros tienen que limitarse al papel de operadores o de imitadores de aparatos ideados y fabricados en otra parte. Estos aparatos llegan a sus manos cuando en su país de origen han dejado de ser la última palabra de la técnica.

Los dispositivos del radar que la Marina Brasileña usó durante la guerra fueron fabricados, en parte, en la Universidad de Sao Paulo, bajo la dirección de los físicos Gleb Wataghin y Mario Schönberg. El primero es especialista en ensayos cósmicos, el segundo en mecánica cuántica.

En el Observatorio de Córdoba hemos construido un espectrógrafo del que el Decano de Harvard, profesor Birkhoff, dijo hace 5 años, cuando aún no estaba terminado, que era “la verdadera declaración de independencia argentina” y del que el profesor Luyten -quien lo ha visto ya en funcionamiento- ha declarado en un artículo aparecido en el número de enero de la revista *Sky and Telescope*, editada

⁴ Se refiere a Thomas Alva Edison, inventor de la lamparita eléctrica.

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

en Harvard, que es una gema óptica. Lo hemos “inventado” un matemático, Ricardo Platzek, y un físico.

Es también un error creer que la ciencia ya está hecha -por hombres fabulosos como Einstein, Bohr, Rutherford, Heisenberg- y que hoy en día basta con buscarle aplicaciones. La aplicaciones se buscan y se encuentran a medida que la ciencia se va haciendo y, en su gran mayoría, en el propio país o en el propio lugar en el que la ciencia se va haciendo. La razón es doble: 1) los hombres capaces de encontrar la aplicación son los mismos investigadores puros o sus discípulos orientados hacia especialidades técnicas; 2) los adelantos científicos se conocen de inmediato en el lugar, 6 meses o un año después en el resto del mundo (si es que no son mantenidos en secreto).

Si el Instituto Radiotécnico no ha de ser un centro científico, será una escuela de operadores de aparatos comerciales cuya importancia bélica ya ha pasado a la historia. Podría tener cabida en la Escuela Industrial.

1. ¿De qué modo se diferencian, según Gaviola, científicos e inventores? ¿Qué fines persiguen unos y otros?
2. ¿Cómo interpretan el comentario del profesor Birkoff sobre el espectrógrafo del Observatorio de Córdoba?
3. ¿Cómo se vincula la reflexión de Gaviola acerca de la relación entre ciencia y técnica con las palabras de Mario Bunge citadas en el artículo “Saber es combatir el atraso”?

Escritura: A modo de síntesis final

Después de la lectura del conjunto de textos reunidos en este capítulo, les proponemos que, en forma individual, escriban un ensayo breve, de tipo argumentativo, en el que se fundamente la tesis siguiente, tomada de un discurso del Dr. Bernardo Houssay, el primer argentino en recibir un Premio Nobel de ciencia:

“Algunos creen que la ciencia es un lujo y que los grandes países gastan en ella porque son ricos. Grave error [...]. No gastan en ella porque son ricos y prósperos, sino que son ricos y prósperos porque gastan en ella.”

(Conferencia de clausura de la Segunda Reunión Conjunta de Comisiones Regionales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, 4 de abril de 1960.)

La lectura del gran libro

Las lecturas que integran este cuaderno de trabajo recorren algunos aspectos del quehacer científico, en particular, de aquellos que vinculan esta práctica con el medio social en el que se desarrolla. Sin embargo, se ha dicho poco en estas páginas sobre la tarea en sí del científico, sobre su carácter creador. Por eso, para concluir, les proponemos que lean este texto de Albert Einstein y Leopold Infeld sobre el trabajo del hombre de ciencia, ese curioso lector del libro de la naturaleza. Y, por último, un artículo que cuenta en qué andan hoy sus herederos.

el gran misterio

Imaginemos una novela perfecta de aventuras misteriosas. Tal relato presenta todos los datos y pistas esenciales y nos impulsa a descifrar el misterio por nuestra cuenta. Siguiendo la trama cuidadosamente, podremos aclararlo nosotros mismos un momento antes de que el autor nos dé la solución final de la obra. Esta solución, contrariamente a los finales de las novelas baratas, nos resulta perfectamente lógica; más aún, aparece en el preciso momento en que es esperada.

¿Podremos comparar al lector de semejante libro con los hombres de ciencia, quienes generación tras generación continúan buscando soluciones a los misterios del gran libro de la naturaleza? Sólo en parte y superficialmente. En realidad esta comparación no es válida y tendrá que abandonarse luego.

El gran misterio permanece aún sin explicación. Ni siquiera podemos estar seguros de que tenga una solución final. La lectura nos ha hecho progresar mucho; nos ha enseñado los rudimentos del lenguaje de la naturaleza; nos ha capacitado para interpretar muchas claves y ha sido una fuente de gozo y satisfacción en el avance a menudo doloroso de la ciencia. No obstante el gran número de volúmenes leídos e interpretados, tenemos conciencia de estar lejos de haber alcanzado una solución completa, si en realidad existe.

En cada etapa tratamos de encontrar una interpretación que tenga coherencia con las claves ya resueltas. Se han aceptado teorías que explicaron muchos hechos, pero no se ha desarrollado hasta el presente una solución general compatible con todas las claves conocidas. Muy a menudo una teoría que parecía perfecta resultó, más adelante, inadecuada a la luz de nuevos e inexplicables hechos. Cuanto más leemos, tanto más apreciamos la perfecta realización del libro, aun cuando la completa solución parece alejarse a medida que avanzamos hacia ella.

En casi todas las novelas policiales, desde la aparición de Conan Doyle, existe un momento en el cual el investigador ha reunido todos los datos que cree necesarios para resolver al menos una fase de su problema. Estos datos parecen, a menudo, completamente extraños, incoherentes y sin relación alguna entre sí. Pero el gran detective se da cuenta, sin embargo, de que no necesita por el momento

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

acumular más datos y de que llegará a su correlación con pensar, y sólo pensar, sobre la investigación que le preocupa.

Por lo tanto, se pone a tocar su violín o se recuesta en un sillón para gozar de una buena pipa; y repentinamente, “¡por Júpiter!”, exclama: “¡ya está!”. Es decir, que ahora ve claramente la relación entre los distintos hechos, antes incoherentes, y los ve vinculados además a otros que no conocía pero que deben de haberse producido necesariamente; tan seguro está nuestro investigador de su teoría del caso, que, cuando lo desee, saldrá a reunir los datos previstos, los cuales aparecerán como él los previó.

El hombre de ciencia, leyendo el libro de la naturaleza, si se nos permite repetir esta trillada frase, debe encontrar la solución él mismo, porque no puede, como lo hacen ciertos lectores impacientes, saltar hacia el final del libro. En nuestro caso, el lector es al mismo tiempo el investigador, que trata de explicar, por lo menos en parte, los numerosos hechos conocidos. Para tener tan sólo una solución parcial, el hombre de ciencia debe reunir los desordenados datos disponibles y hacerlos comprensibles y coherentes por medio del pensamiento creador.

EINSTEIN, Albert y Leopold INFELD,
La física, aventura del pensamiento
Buenos Aires, Losada, 1945.

Herederos de Einstein

Trabajan en equipo, desafiando las distancias continentales, y quieren que la gente conozca sus ideas. Alternan sus investigaciones con una vida familiar intensa, y dicen que no hace falta ser un talento para hallar nuevas formas de explicar el universo en que vivimos. En esta nota, quiénes son y qué piensan algunos de los seguidores del genio que revolucionó la ciencia.

NUEVA YORK.— Cae la noche en la Costa Este norteamericana. Adam Reiss, de 34 años, acuesta a su beba, se pone su pijama preferido, sus pantuflas con conejitos, y se dispone a mirar el cielo en soledad. Una de las ventajas de ser el hombre que a los 27 años reescribió los textos de astronomía y luego descubrió que el universo está acelerando su expansión lleno de una misteriosa energía oscura (el *Eureka* más importante de la astrofísica desde 1965) es que Reiss usa el Hubble como máquina de fotos personal desde el confort de su casa.

¿Qué se siente? “Calentito, por las pantuflas –confiesa divertido a *La Nación* este profesor del Space Telescope Science Institute, de Baltimore—. En serio: es maravilloso.”

Al otro lado del Atlántico, y a caballo de la frontera francosuiza, más de 2800 empleados –del investigador al cocinero– reciben la madrugada trabajando en el CERN, el Laboratorio Europeo de Física de Partículas. En esta ciudad en miniatura,

con hotel de 550 habitaciones, una orquesta, un coro, equipos de esquí, de basquet y de rugby (este último, campeón de Suiza), se está preparando el LHC, un acelerador de partículas gigante que idealmente permitirá, cerca de 2008, ver aquellas que no están hechas de protones y neutrones (Nobel cantado, dicen los especialistas).

Y yendo bastante más al Sur, el argentino Félix Mirabel, investigador superior del Conicet con premios nacionales de ciencias en Francia y en la Sociedad Astronómica norteamericana, ha aportado las primeras evidencias que confirman una teoría reciente, según la cual algunas estrellas, las más masivas, se apagan en silencio, abriendo un agujero negro –un hueco en el espacio que da a regiones donde las leyes de la física resultan absurdas–. Y saca gran parte de los datos que necesita en forma gratuita, de Internet. “Es el gran avance para que se pueda desarrollar la ciencia en el Tercer Mundo, porque permite el mismo acceso a la información que en Estados Unidos o Europa”, afirma.

Es que, mientras el planeta se prepara para celebrar en 2005 el Año Internacional de Einstein y el Año Internacional de la Física (a raíz del centenario del annus mirabilis, en el que el padre de la relatividad publicó tres artículos que revolucionaron la física moderna, y los cincuenta años de su fallecimiento), los “nuevos Einstein” siguen trabajando para explicar el universo en el que vivimos.

Claro que de maneras distintas entre sí y, sobre todo, diferentes de aquellas que el hombre de ciencia por excelencia del siglo XX supo conocer.

El caso más extremo probablemente sea el del Laboratorio Europeo de Física de Partículas. Ochenta nacionalidades coinciden en este campus dedicado a la física fundamental, un paraíso científico que existe porque los políticos y los responsables de esta iniciativa supieron dejar a un lado sus rivalidades para escuchar a los investigadores. Aceptaron concentrar en la localidad de Meyrin, en Suiza, las potentes y costosísimas máquinas que cada Estado inversor europeo evidentemente habría preferido construir en su propio territorio como símbolo de prestigio.

¿En qué estamos?

“El campo de la cosmología se ha convertido en una ciencia de precisión. En vez de preguntarnos o filosofar sobre el universo, ahora podemos medir sus componentes”, puntualiza Reiss. Claro que, como el equipamiento que se necesita para la física experimental es cada vez más complicado, “se requiere una cooperación cada vez mayor entre las ciencias y entre los científicos de distintas áreas”, explica Charles Seife, periodista de la revista Science. Esto es así a tal punto que “a veces es difícil saber verdaderamente de quién es una contribución, ya que la forma moderna de hacer ciencia es colectiva y la comunidad científica intercambia ideas todo el tiempo”, asegura Fotini Markopoulou-Kalamara, investi-

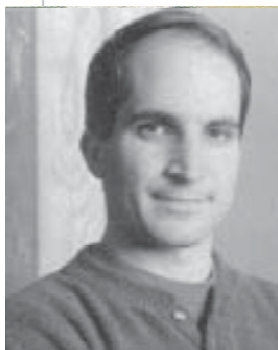


Fotini Markopoulou-Kalamara, investigadora del Perimeter Institute, de Canadá

Sociedad, Ciencia y Cultura Contemporánea

gadora del Perimeter Institute, de Canadá, y una de las pocas mujeres de su especialidad.

Esto no es necesariamente bueno: “Hay un riesgo: el pensamiento original, como el de los primeros artículos de Einstein, a veces se da cuando uno está fuera de contexto”, sintetiza Michael Green, uno de los padres de la teoría de cuerdas, de la Universidad de Cambridge.



Juan Maldacena, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton.

Nuestro país no está fuera de juego. “En la Argentina tuve la posibilidad de estudiar física y conocer los últimos avances”, dice Juan Maldacena, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. Este científico descubrió una relación entre la teoría cuántica de la gravedad y la teoría de partículas. “Estoy muy agradecido a mis profesores y a los contribuyentes que han pagado mis estudios allí”, agrega.

Sin embargo, después de desarrollar una carrera internacional, asegura: “Europa y Estados Unidos brindan posibilidades. En la Argentina, parecería que los que pueden hacer lo que quieren son los que no trabajan; ellos pueden molestar libremente (y con todo el respaldo del Gobierno) a los que trabajan”.

Para Mirabel hay algo más: la valoración social de la producción científica, “que en la Argentina falta; uno toma cualquier suplemento cultural de los diarios y hay artículos de arte y de literatura, pero pocos sobre grandes descubrimientos. Es un gran error no considerar que la ciencia es parte de la cultura”, dice.

El brasileño Marcelo Gleiser va un paso más allá: además de sus cursos hiperespecializados en la Universidad de Dartmouth, enseña Física para Poetas, una materia de grado abierta a los estudiantes de cualquier disciplina. Tiene una aparición constante en los medios de comunicación: dice que es importante que el conocimiento científico llegue a la gente común. “Primero, porque la ciencia básica depende de la inversión pública, y la gente tiene derecho de saber en qué se usan sus impuestos. Segundo: porque la ciencia es parte del legado cultural y debe ser compartida y comprendida por todos. Tercero, por una razón moral: vivimos en una era en la que la ciencia afecta nuestra vida como nunca. Los científicos deben compartir su conocimiento para que la gente pueda participar democráticamente del proceso de elegir el destino de la humanidad.”

Todo esto, claro, haciendo además que las ciencias resulten atractivas para las nuevas generaciones. “A veces siento que se celebra demasiado la figura de Einstein”, señala Andreas Albrecht, responsable del programa de Cosmología de la Universidad de California en Davis.

La lectura del gran libro

“Esto no es un comentario negativo respecto de su contribución –aclara–, sino sobre la manera en que afecta la percepción de la gente acerca de las ciencias. El progreso científico viene de la mano de gente común que trabaja apasionadamente duro. Me preocupa que los jóvenes no se animen a una carrera científica porque no creen que puedan ser un “nuevo Einstein”. Deberían intentarlo. Aprenderán que las ciencias son básicamente mucho trabajo duro, pero a menudo placentero. No es magia. Y no hace falta ser un genio.”

Juana Libedinsky

LA NACIÓN REVISTA, 15 de agosto de 2004