

CIENCIA, TECNICA Y SOCIEDAD

ANTONIO MENENDEZ ALARCON

En las ideas de la gente, en general, se puede constatar que existe una confusión entre los resultados de la ciencia y la utilización de esos resultados.

Para la gente común todo lo que tiene relación con la ciencia posee un carácter casi mágico. A esto contribuyen los que tienen en sus manos el poder de los medios de comunicación de masas. A través de la televisión, en la prensa, en libros escolares, se presentan los resultados científicos de tal manera que los individuos reaccionan estupefactos ante dichos resultados. En realidad aparece aquí un poder que, en el fondo, no es muy diferente al poder del mago en las sociedades primitivas.

Bajo el nombre de "ciencia" se presentan, con mucha frecuencia, resultados de tipo tecnológico. Por ejemplo la construcción de un nuevo auto, de un nuevo avión, o un nuevo cohete son sobre todo hechos tecnológicos y la parte de ciencia, en el sentido de descubrimiento de leyes de la naturaleza, puede ser insignificante.

La técnica, por muy elaborada que sea, no es más que la

aplicación de las leyes de la naturaleza, que fueron ya descubiertas y evidenciadas por los métodos científicos (Vasconi, 1982: 1-4).

Es importante esta distinción, porque la responsabilidad del investigador científico es también diferente de la responsabilidad del que aplica los resultados de la ciencia.

Para el investigador la ciencia es un conjunto de conocimientos profundos, es un saber de las propiedades de los fenómenos naturales y sociales, un saber que describe los fenómenos que se pueden observar en la naturaleza o en la sociedad, que se pueden estudiar por diferentes métodos científicos; el fin de la investigación científica es fundamentalmente encontrar y comprender las leyes de los procesos naturales y sociales (Ladrière, 1978: 13-65).

Esta definición de la ciencia nos lleva al mismo tiempo a diferenciar entre la ciencia y los medios con los cuales la ciencia se hace; es decir, las instituciones y los hombres. Evidentemente las instituciones dependen de la sociedad en la que se desarrolle la actividad científica, y los hombres no están aislados de esta sociedad ni en sus relaciones mutuas ni en las relaciones con su entorno. Estos reflejan los grandes fenómenos que dirigen la actividad humana en la sociedad, ya se trate de relaciones de dinero o de relaciones de poder, relaciones dueño/esclavo, explotador/exploitado, etc. Hay una serie de aspectos en la vida del mundo científico donde se encuentran, a veces atenuadas, a veces en forma de caricatura, las relaciones sociales que se dan en la sociedad en general.

Creo que hay que distinguir también entre la adquisición de los conocimientos superiores y los medios institucionales por los que esta adquisición tiene lugar. En este sentido es impropio darle a la ciencia una nacionalidad, como "soviética", "americana", "alemana", etc. El conjunto de conocimientos científicos no tiene nacionalidad. Aunque sí se puede decir que ciertos resultados han sido obtenidos por científicos de tal o cual nacionalidad.

Existe igualmente una terminología que distingue entre ciencia pura y ciencia aplicada. De hecho el término ciencia pura implica una ciencia desinteresada, una ciencia que no se preocupa por los problemas de dinero. Se confunde aquí, por el empleo de la palabra ciencia, con el comportamiento de los individuos en sus relaciones con la sociedad, sus motivaciones y todo el proceso de adquisición de conocimientos.

En todo caso me parece impropio tanto el término de "ciencia pura" como efectuar esa diferenciación. En realidad la mayoría de los resultados de la investigación científica tiene una aplicación a corto o largo plazo.

Otro problema particularmente importante que se debe considerar es la confusión entre racionalidad tecnológica y agresión social. Por ejemplo, ciertas fábricas expulsan humo que contamina el ambiente, y la explicación que se da es que si estas fábricas contaminan es como resultado de la racionalidad. En realidad este tipo de justificación esconde la razón verdadera por la cual la fábrica echaba un humo nocivo, y es que seguramente sale más barato hacerlo así que filtrarlo o reutilizarlo. O sea, que se confunde entre la racionalidad del beneficio máximo y la racionalidad simplemente.

Por eso mucha gente tiene tendencia a asociar todo lo que se relaciona con la ciencia o la tecnología con asuntos políticos, y sobre todo como una forma de represión social. Algunos llegan a asociar directamente racionalidad con represión.

La investigación

La investigación científica es una corriente, una escuela de pensamiento, porque la adquisición de nuevos conocimientos no se puede hacer si no se ponen en tela de juicio los conocimientos adquiridos anteriormente.

Hay ejemplos históricos de cuestionamientos que fueron acompañados de batallas de ideas extremadamente violentas. Por ejemplo, en la Física, cuando Pasteur se enfrentó a las teorías de la generación espontánea que expresaban una serie de ideas aceptadas sobre la manera en que los fenómenos vivientes se reproducían. Demostró que esas ideas eran falsas, pero no lo logró sin lucha y tuvo que probar la validez de sus planteamientos con demostraciones espectaculares en los círculos de los físicos más avanzados. Pero como estos descubrimientos minaban tanto el sentido común, al principio fueron rechazados con fuerza por un gran número de científicos.

Otro ejemplo es la Teoría de la Relatividad. La batalla duró unos treinta años ya que solamente al final de los años treinta son

aceptadas las tesis sobre esta teoría.

Este problema, que se debe enfrentar en las ciencias naturales, es más agudo en el caso de las ciencias humanas y sociales, donde la demostración experimental resulta siempre muy compleja.

Para imponer una nueva tesis científica, o una nueva representación del mundo, casi siempre se deben librar varias batallas que exigen de los investigadores científicos la capacidad de cuestionar y de replantear las ideas recibidas.

Esto quiere decir que en el pensamiento científico no tiene lugar el argumento de autoridad, no debe haber a priori conocimientos intocables que hayan sido encontrados y pensados por nuestros predecesores, por grandes que hayan sido. Los hechos deben ser interpretados y su comprensión no puede hacerse, muy a menudo, si no se cuestiona lo que ya se dijo. Desgraciadamente la disciplina que obliga a respetar a rajatabla la verdad de los hechos descubiertos anteriormente, es muy fuerte.

La investigación científica en nuestras sociedades se desarrolla dependiendo del entorno social, y los descubrimientos científicos van a ser aplicados en estas sociedades.

Un hecho importante de destacar es que los descubrimientos científicos importantes son imprevisibles (ésta es una tesis muy aceptada en los medios científicos) y las aplicaciones de estos descubrimientos no se pueden, por supuesto, hacer antes de los descubrimientos que las han permitido. Por ejemplo, antes de descubrir en 1881 las ondas Hertzianas, o sea las ondas de radio, no hubiera sido posible la comunicación a distancia. O el descubrimiento de los semi-conductores como el Silicium para la realización de receptores, radio, etc.

La función de la investigación científica básica es proporcionar un conjunto de conocimientos científicos de los cuales no se pueden prever todas las aplicaciones posibles (Aigrain, 1967: 18-94).

Es importante que estas características particulares de la actividad científica sean transmitidas a través de la enseñanza.

En efecto, en la enseñanza de las ciencias se puede percibir una tendencia a la enseñanza dogmática, enseñanza dentro de la cual las leyes de la naturaleza y de la sociedad son presentadas

como una especie de catecismo que se trata de repetir y de utilizar según las reglas que se han definido. Esto no da en absoluto a los estudiantes la impresión de que estos enunciados describen efectivamente procesos naturales y sociales.

Está quizás ligado al hecho de que las ciencias son antes que nada experiencias de la realidad, y que la enseñanza de aquéllas en los libros no es lo mismo que la enseñanza de una ciencia como algo que se manipula, se experimenta.

Debemos esforzarnos por llevar una enseñanza en la que se experimente, y por darle un contenido que no sea dogmático.

Por otra parte, en la educación superior me parece imposible que se enseñe un conocimiento científico o incluso técnico de alto nivel si el que enseña no ha trabajado, experimentado lo que está enseñando.

¿Cómo se podría entender a la perfección las revistas, los libros científicos o técnicos especializados, si uno mismo no se ha enfrentado a los problemas concretos de adquisición de conocimientos en tal o cual rama de la ciencia o la tecnología?

Relaciones entre la investigación científica, la economía y el complejo técnico militar

Es un aspecto digno de atención, ya que la responsabilidad de los científicos en el desarrollo de las armas mortíferas modernas es evidente. **Y esto a sabiendas de que ninguna ciencia permite predecir la imposibilidad de una guerra nuclear** (Melman, 1982: p.41-43).

¿Cuál ha sido la actitud de ciertos científicos norteamericanos hacia la bomba de hidrógeno y durante la guerra de Vietnam?

Algunos científicos en 1949 propusieron al gobierno americano trabajar a su servicio para construir la bomba de hidrógeno, expresando en aquel momento un anti-comunismo extremadamente violento y que se basaba en el terror que tenían de la extensión posible de este supuesto comunismo en el mundo y particularmente de la posibilidad de que la Unión Soviética consiguiera primero la bomba de hidrógeno, que ya en aquella época se sabía que era posible realizar.

Otro ejemplo es el de una comisión norteamericana de científicos de todas las disciplinas que fueron consultados en varias oportunidades en el curso de la guerra del Vietnam. Aunque las publicaciones y los informes de estas reuniones no sean totalmente exactas en lo acontecido en esas reuniones, parece ser que ciertos científicos, aunque no siempre miembros de esta comisión, participaron directamente como consejeros del gobierno de Estados Unidos en el empleo masivo de la electrónica, las bombas de aletas, bombas de bolitas y otros.

Se trata, pues, de saber dónde está la responsabilidad de los diferentes científicos, en qué momento tienen la responsabilidad particular de una decisión y en qué momento esta responsabilidad es una responsabilidad social (Menahem, 1977).

Veamos el ejemplo clásico de la bomba atómica. La historia de la bomba atómica comienza en 1905 con el descubrimiento de la relatividad que pone en evidencia el hecho de que existe una especie de equivalencia entre la materia y la energía, y que inmediatamente hizo nacer la noción de que la materia podía ser una reserva de energía gigantesca. Esto fue confirmado desde el principio de los estudios de la radio-actividad. En cuanto se pudieron realizar medidas precisas de la radio-actividad se descubrió efectivamente que cuando se producía una transformación había energía que estaba disponible en desmedro de la masa. La masa tal y como se puede pesar con una balanza cambia en cantidad y lo que desaparece reaparece en forma de energía, es decir, en movimiento. En consecuencia, en cuanto esto fue pensado, hacia 1914, se encontró que había en el radium reservas de energía muy importantes y que podían incluso "representar un peligro para la humanidad" -dijo Pierre Curie.

Cuando el fenómeno de fisión nuclear fue encontrado en 1938-1939, apareció la posibilidad práctica de extraer esta energía de la materia. Hasta entonces se trataba de una especie de ficción. No se sabía cómo extraer energía de la materia. Hasta tal punto que algunos físicos decían en 1930, que "los que creen poder sacar energía del átomo están locos".

Se sabía, pues, en 1938 que la bomba atómica era en principio posible. Pero se trataba de hacerla en la práctica. En 1942 los científicos americanos, alertados por noticias de lo que pasaba en Alemania, pensaron que los alemanes estaban quizás en capacidad de construir una bomba atómica. Por esta razón Einstein le planteó

a Roosevelt que había un peligro real de que los alemanes fabricaran la bomba atómica. Es esta intervención de Einstein lo que inició el proyecto por el cual un gran número de científicos americanos, en gran secreto, se consagraron a su realización (desde las primeras experiencias en Chicago hasta la primera explosión en el desierto de Nuevo México).

Esto ocurrió durante la guerra contra los nazis, y un gran número de científicos que vivían en los Estados Unidos y que participaron en la realización de la bomba atómica, eran anti-nazis. Es decir, que el consagrar sus fuerzas a la nación que les parecía ser la que llevaría a cabo el combate más importante contra el nazismo era una contribución voluntaria.

Nos podemos preguntar: ¿Dónde empieza la responsabilidad? ¿En el momento en que Einstein descubre la relatividad restringida? ¿En el momento de las experiencias de laboratorio en pequeña escala, donde se descubre la fisión nuclear? ¿En el momento de la intervención de Einstein con el presidente Roosevelt?

Para mí está claro que la responsabilidad está en todos los momentos. No hay investigación científica, con potencialidad de ser usada con fines destructivos, exenta de responsabilidad.

Otro aspecto del peso del complejo técnico-militar en la actividad científica, concierne a la posibilidad de realizar ciertos grandes programas de investigación científica. Un gran programa es algo muy costoso, como los grandes programas nucleares; por ejemplo, el de la organización de física nuclear de Ginebra, o los gastos enormes de investigación espacial (Vial-Massenier, 1980: 1-24).

Se trata de determinar si es legítimo realizar estas investigaciones y si efectivamente se pueden hacer los gastos en cuestión. Tres elementos inciden en esta determinación, uno puramente económico.

La investigación científica será orientada según la posibilidad de aplicación rentable, o sea que el descubrimiento se pueda vender. Esto constituye un modo de aumentar el capital y probar técnicas muy elaboradas y de vanguardia, aumentando el potencial científico de estos países. Es el caso de los grandes aceleradores nucleares construidos en Ginebra con aportes de nueve países europeos (Centro Europeo para la Investigación Nuclear).

El segundo elemento se refiere a la potencialidad nuclear: la investigación espacial en los Estados Unidos no hubiera nacido jamás si al lado de los objetivos científicos no hubiera objetivos militares (piénsese en el proyecto de nave espacial). Esto es cierto también en el caso de la Unión Soviética; por ejemplo, la serie de satélites cosmos que hace unos años eran lanzados casi todas las semanas eran satélites espías que tenían como única meta vigilar el globo.

El complejo técnico-militar absorbe entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ de los recursos humanos y materiales dedicados en todo el mundo a investigación y desarrollo (Thee, 1982: 16-18).

Y el tercer elemento está determinado por las necesidades de valoración de ciertos políticos que, para lograr apoyo, alimentarán ciertos sectores científicos de vanguardia.

Ciencia, tecnología e independencia nacional

El conocimiento científico constituye el soporte de alto nivel de todo desarrollo importante. Es muy difícil que una formación adecuada a este desarrollo pueda ser llevada a cabo por personas que no dominen sus características y sus propiedades, y que puedan ellas mismas aportar perfeccionamientos y mejoras en el modelo económico social o en las explicaciones tecnológicas inherentes al cambio. Esto, por supuesto, será muy difícil en una sociedad que en general no tenga un nivel científico elevado.

Esta situación está directamente unida a los problemas de independencia. Un ejemplo concreto lo constituyen en la actualidad los componentes electrónicos y los circuitos integrados. Son piezas esenciales de toda maquinaria electrónica, ya sean los radio-transistores portátiles, la televisión o las computadoras.

Actualmente casi todos los países dependen de la importación de la casi totalidad de los componentes electrónicos de los Estados Unidos y del Japón.

Una función esencial de los científicos por su existencia misma sería aportar conocimientos para resolver los problemas de independencia nacional en cada país.

Rol del científico

El científico, sea de ciencias sociales o naturales, necesita financiamiento para trabajar. Para conseguir esto, muy a menudo deberá responder en sus investigaciones a las inquietudes e intereses de quienes les financian. En algunas pequeñas investigaciones el científico determina de manera autónoma y con cierta libertad la orientación general de su trabajo.

Pero de manera general, aun en estos casos, el entorno social actúa sobre el científico, aunque de forma más sutil que una intervención autoritaria.

El científico tiene siempre presente la valorización social que pueda obtener por su descubrimiento, así como la posibilidad de conseguir créditos para continuar su trabajo investigativo. Indudablemente esto debe influir en su orientación.

Además, existe una jerarquía en las actividades de investigación científica; ciertas investigaciones son más prestigiosas que otras. Esta noción está estrictamente unida a la estructura social.

La clase dominante, de manera general, no se interesa en la investigación científica en sí, sino más bien en sus aplicaciones. Sobre todo cuando estas aplicaciones pueden aportar beneficios inmediatos.

Como para la gran mayoría de los científicos la investigación fundamental no aporta gloria por no hacerse grandes descubrimientos todos los días, es más beneficioso dedicarse a la investigación aplicada.

El saber y el poder

La utilización del saber se hace por medio del experto, por ejemplo los políticos mismos, en general, no poseen el saber en particular. Por lo cual recurren a los expertos en tal o cual ciencia. Y se utiliza el saber para justificar una decisión política muchas veces. Nos dicen: "la ciencia" (a través del experto) dijo "esto", hay que inclinarse, "la ciencia" tiene la última palabra.

Se explota la credulidad del pueblo. En siglos pasados, cuando

el rey quería hacer cualquier cosa, decía "Yo soy rey por derecho divino, soy yo quien decide". Actualmente ya no se puede hacer creer que las decisiones son tomadas porque la divinidad inspiró directamente la medida, y nos dicen que es la ciencia, y se esconden detrás de la máscara de los expertos para hacer creer que las medidas que se tomaron eran las necesarias.

Además, la posesión del saber es extremadamente mal compartida. Esto proviene del hecho de que solamente un pequeño número de personas privilegiadas pueden acceder al conocimiento superior. Son aquellas personas que pudieron, por razones sociales principalmente, consagrar casi todo el tiempo a estudios que de una forma u otra fueron mantenidos por la sociedad y pudieron así ocuparse únicamente en adquirir conocimientos hasta los 23, 24, 25 años y más.

Es absolutamente cierto que son las categorías sociales más adineradas las que acceden a esta posesión del saber y que las capacidades y el supuesto don (para emplear una terminología clásica) no tienen mucho que ver con el acceso al conocimiento superior.

Para que un número cada vez más grande de personas puedan adquirir nociones que no sean puros rudimentos, es preciso que el nivel económico no sea obstáculo y que todo el mundo tenga la posibilidad de continuar estudiando mientras lo desee y aumentar sus conocimientos, no obligatoriamente para servirse de ellos directamente (sería una aberración pensar que todo el mundo sea químico, físico, sociólogo, sicólogo o investigador), sino para permitir a los individuos en general, el conocer y entender con más exactitud el mundo en que viven.

Vivimos en una sociedad cada día más compleja y los seres humanos nos encontramos cada vez más en inferioridad con relación a los problemas que surgen y al desarrollo tecnológico que la gran mayoría no domina. Por lo cual es preciso que en la enseñanza primaria, secundaria y superior, se considere la enseñanza de grandes conceptos científicos generales y algunas nociones precisas importantes para entender mejor nuestro mundo, los problemas sociales, las leyes de la naturaleza, etc.; en fin, nuestra realidad.

BIBLIOGRAFIA

- Agrain, Pierre. **El hombre de la ciencia en la sociedad contemporánea**. México: Siglo XXI, 1967.
- Ladriere, Jean. **El reto de la racionalidad**. Salamanca: Ed. Sígueme, Unesco, 1978.
- Melman, Seymour. "Cómo detener la carrera armamentista". **Viejo Topo** (Extra 15), 1982. Barcelona.
- Menahem, Georges. **La ciencia y la institución militar**. Barcelona: Icaria, 1977.
- Thee, Marek. "La carrera armamentista contemporánea". **Viejo Topo** (Extra 15), 1982. Barcelona.
- Vial-Massemier, Thérèse et Olivier. "Les conséquences économiques et sociales de la course aux armements et les dépenses militaires". **Rev. Alternatives non-violentes** (37): 1-21. 1980.
- Vasconi, Tomás Amadeo. **Técnica, tecnología, tecnocracia**. Caracas: 1982.