



Diálogos

del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco Noviembre 1999 Gaceta número 1

**La Ciencia:
¿por qué y para quién?**

**Libre acceso o culto
del secreto**

**La Historia de la Ciencia
y la Formación de los Científicos**

**La ética de la ciencia:
entre humanismo y modernidad**



Edición:
Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Tabasco

Selección de textos
Mónica Isela Gómez Solano

Diseño e ilustraciones:
Ricardo Torres Baños

Las opiniones contenidas en los discursos y artículos de la presente edición, no reflejan necesariamente las del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco o de la Secretaría de Educación del Estado.

Toda correspondencia deberá dirigirse al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco

Av. Carlos Pellicer Cámara s/n,
Zona CICOM, A. P. 1039,
C. P. 86090,
Villahermosa, Tabasco, México.
Teléfono 12*3966, 12*0917
Fax 14*2076
e-mail: simpotab@inforedmx.com.mx

Noviembre de 1999

Directorio

Lic. Victor Manuel Barceló Rodríguez
Gobernador del Estado

Graciela T. de Cobo
Secretaría de Educación y
Presidenta de la Junta
Directiva del CCYTET

Miguel O. Chávez Lomeli
Director General del Consejo de
Ciencia y Tecnología del
Estado de Tabasco

I N D I C E

- | | |
|-----------|--|
| 5 | La Ciencia: ¿por qué y para quién?
Federico Mayor |
| <hr/> | |
| 7 | Libre acceso o culto del secreto
David Dickson |
| <hr/> | |
| 10 | La Historia de la Ciencia y la Formación de los Científicos
Ma. Cristina Hernández Rodríguez |
| <hr/> | |
| 18 | La ética de la ciencia: entre humanismo y modernidad
Noélie Lenoir |
| <hr/> | |
| 31 | Reseña de la Conferencia: "Pantanos Artificiales para el saneamiento de aguas negras" |
| <hr/> | |
| 32 | Lecturas Recomendadas |

Presentación

Impulsado por el interés de promover las actividades científicas y tecnológicas en favor del desarrollo, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, presenta "Diálogos", punto de partida de un esfuerzo editorial orientado a consolidar un vínculo de comunicación y a formar opinión en torno a la expectativa social que identifica al desarrollo científico con una oportunidad de mejorar el nivel de vida.

En esta etapa inicial, «Diálogos» se ocupará de incluir en su contenido aportaciones sobre temas que se encuentren en el centro del debate que necesariamente habrá de impulsarse si se aspira a que la consolidación de las capacidades para la generación de conocimientos y los instrumentos de su aplicación puedan ponerse en el plazo más corto posible al servicio de la sociedad, destino final del esfuerzo científico y tecnológico.

El interés de involucrarse en estos temas no concierne por supuesto de manera exclusiva a la comunidad académica, concierne a la sociedad en su conjunto y por ello, la importancia de hacer accesibles no solo los avances en el plano estrictamente técnico, sino por igual aquellas aportaciones que se ubiquen en un contexto más amplio, que despierten el interés de un público más diversificado: productores, estudiantes, docentes en servicio, tomadores de decisión y medios de comunicación entre otros sectores destacados.

Esta posibilidad de encuentro entre posiciones diversas acerca de la ciencia y la tecnología, es lo que ha querido reflejarse a partir título de este proyecto: «Diálogos»: conversación entre dos o más personas, debate entre personas o grupos de opiniones distintas.

En este primer número de **diálogos**, se han incluido cuatro artículos, previamente publicados que se pueden agrupar en dos temas. El primero de ellos aborda la problemática más general de los valores que subyacen la actividad científica y tecnológica. «La ciencia porqué y para quien», el título con el que el anterior Director General de la UNESCO, Federico Mayor, confronta al lector con la responsabilidad social frente a la generación y el uso de los conocimientos, puede ilustrar igualmente el sentido de las colaboraciones de David Dickson y Noëlle Lenoir, quienes abundan en cuanto a la propiedad del conocimiento y a la ética de la ciencia.

El segundo tema incluido en este número inicial de **diálogos**, aborda el siempre vigente problema de la relación entre ciencia y educación, a través del ensayo de María Cristina Hernández Rodríguez.

Complementa la edición la reseña de una de las actividades recientes del CCYTET, así como una pequeña sección de lecturas recomendadas en torno al tema central de este número.

Hacemos una invitación para que, a través de sus comentarios, sugerencias y colaboraciones, configuremos juntos la estructura ideal de la publicación y podamos consolidar este esfuerzo orientado, fundamentalmente, hacia el progreso de Tabasco.

Miguel O. Chávez Lomelí

La ciencia triunfa: jamás su poder ha sido tan imponente. Ha logrado vencer enfermedades que diezmaban a poblaciones enteras, abolir trabajos extenuantes, suprimir tareas repetitivas y fastidiosas. Ha tornado próximo lo lejano y ha ampliado el alcance de nuestros conocimientos de lo infinitamente grande y de lo infinitamente pequeño, del mundo inerte y del mundo viviente. En resumen, ha conquistado el poder de moldear nuestra existencia, de modificar la vida. Pero también ha perfeccionado el poder de aniquilarla. La fuerza de un ejército depende del número y la determinación de los combatientes, pero también, principalmente, del grado de perfeccionamiento tecnológico de sus armamentos: después de Irak, los bombardeos en Serbia constituyen el último ejemplo.

Y, sin embargo, la ciencia se tambalea. Por primera vez, desde el siglo de las Luces, la utilización que de ella puede hacerse se cuestiona: el vínculo entre progreso científico y progreso social se distiende, a tal punto que aquí o allá surgen resabios de oscurantismo. Hiroshima retumbó como un primer trueno. Luego la crisis ambiental, fruto del modelo de desarrollo dominante, confirió a este cuestionamiento de la ciencia una dimensión planetaria. Ahora bien, ese modelo es indisoluble de una utilización desenfrenada e indiscriminada

de lo que se da en llamar la innovación tecnológica. Por último, los progresos biotecnológicos, que entrañan también inmensos peligros para la dignidad del ser humano, persiguen con demasiada frecuencia satisfacer el mero afán de lucro de sus promotores.

No se reprocha a la ciencia que no lo sepa todo: nadie la critica, por ejemplo, por no haber obtenido aún una vacuna contra el SIDA o por no llegar a una conclusión sobre la teoría del Big Bang. Nunca ha pretendido haber llegado a su fin, como algunos lo proclamaban para la historia. Debe pues, qué duda cabe, seguir sondeando incansablemente los innumerables misterios que perduran.

Pero ya no puede — y sobre todo ya no podemos, gracias a ella y a su lado — eludir la pregunta primordial: la ciencia, ¿por qué y para quién?

Dicho de otro modo, las prioridades de los investigadores, las orientaciones de sus trabajos, sus formas de organización, los niveles de financiación que reciben, la circulación de los conocimientos a los que llegan, ¿se orientan hacia el bien y el interés públicos? O, en perjuicio de la investigación fundamental y del largo plazo, ¿se destinan sobre todo a los

La Ciencia: ¿por qué y para quién?

Federico Mayor



consumidores con un mayor poder adquisitivo? A causa de la "privatización" creciente de la investigación, ¿no se están dejando de lado necesidades esenciales y universales, por el hecho de que no son inmediatamente rentables?

Los excluidos de este nuevo "poder científico" deben hacer oír su voz. Por ejemplo, los habitantes de las 600.000 aldeas privadas de electricidad o los dos mil millones de seres humanos sin acceso al agua potable tienen derecho a exigir de la investigación que les brinde respuestas adaptadas a sus tan escasos medios.

Más aún, toda la humanidad tiene derecho a exigir que la investigación se ocupe, con la máxima prioridad, de las causas de los problemas planetarios y de las formas de contrarrestarlos. Asimismo, los ciudadanos tienen derecho a exigir que se entiendan mejor los mecanismos de las desigualdades y la exclusión que minan poco a poco la paz y la democracia.

Para avanzar en ese nuevo contrato entre ciencia y sociedad, la UNESCO, conjuntamente con el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), congrega a fines del próximo mes de junio, en Budapest, a científicos, empresas privadas, gobiernos y actores sociales. Con una preocupación primordial: que los beneficios de la ciencia alcancen en primer lugar a los que deja de lado. Su poder es tan grande que el progreso de estos últimos es a ese precio.

Los conocimientos procedentes de la investigación fundamental eran considerados antes como un bien público indiscutible. Como los trabajos se sufragaban esencialmente con fondos públicos (sobre todo en las universidades financiadas por el Estado) y en provecho de toda la sociedad, no era posible limitar el acceso a sus resultados. Hoy día todo ha cambiado. El papel crucial de la ciencia como base de la "economía inmaterial" está transformado gradualmente el bien público de ayer en una mercancía privada. Dos ramas industriales son responsables de este vuelco. La primera es la biotecnología. Los conocimientos sobre la estructura detallada de las células vivas y de los genes, que anteriormente interesaban sobre todo a la biología pura, son ahora rápidamente transformables en productos farmacéuticos lucrativos o en tecnologías médicas de diagnóstico. La segunda es la industria de las tecnologías de la información. Las fórmulas matemáticas eran consideradas antes demasiado abstractas y accesibles a todo individuo dotado de las capacidades intelectuales indispensables como para ser declaradas propiedad privada. Pero hoy día, como el tratamiento de la información depende de computadoras muy potentes y se basa en algoritmos sumamente complejos, se admite cada vez más que incluso las fórmulas matemáticas pueden, en ciertas circunstancias, constituir un bien privado.

Una apasionada controversia

En ambos casos se deja de lado la importante distinción que tradicionalmente fijaba los límites del campo de aplicación de la patente: oponía el "descubrimiento" científico (no patentable) al "invento" técnico (patentable). Hoy, un descubrimiento científico puede conducir tan rápidamente a un producto tecnológico y generar tales beneficios que la distinción entre descubrimiento e invento es cada vez más difusa. Por consiguiente, en el plano ético, la frontera entre lo que hay y lo

que no hay que patentar ha vuelto a ser objeto de una apasionada controversia.

El razonamiento de la industria carece de matices: si una firma ha "pagado" por un descubrimiento científico, financiando a los investigadores que son sus autores - en sus propios laboratorios o en una universidad -, tiene derecho a rentabilizar su inversión facturando su utilización por otras personas, e incluso reservándose la exclusividad. "En la práctica, en campos como la genética y las tecnologías de la información, el distinguo entre invento y descubrimiento ya no tiene sentido", estima Simon Cohen, abogado especializado en derecho de patentes de la compañía londinense Taylor Johnson Garrett.

La justicia acepta cada vez más este punto de vista. En diversas decisiones que han sentado jurisprudencia, tribunales norteamericanos o europeos han considerado patentable el conocimiento de la secuencia química que sirve de base a un gen humano

Libre acceso o culto del secreto

David Dickson

o animal, lo que indiscutiblemente es un "descubrimiento" muy importante, como demuestra su publicación en prestigiosas revistas científicas como Nature y Science. Unica reserva jurídica: hay que probar que el saber en cuestión tiene efectivamente un valor comercial potencial. En la mayoría de los casos, ello no es difícil. Supongamos que se trate del conocimiento de un gen que se sabe interviene en el cáncer de mama: siempre se podrá concebir un test para determinar las mutaciones de ese gen, que indicarán una mayor vulnerabilidad a esa enfermedad. Los tribunales también han admitido patentes de algoritmos matemáticos. Pero esta tendencia - y en particular la posibilidad de patentar descubrimientos científicos sobre formas de vida, como células animales modificadas o animales transgénicos - suscita también una oposición cada vez más decidida, en particular entre los ecologistas y los defensores de los animales, inquietos por las consecuencias potenciales de este control privado sobre el acceso a los conocimientos científicos. Tres grandes críticas dominan.

Se levantan muros de silencio

La primera emana sobre todo de la comunidad científica: como los "descubrimientos" se vuelven patentables, se incita a los investigadores a levantar en torno a sus trabajos un muro de silencio que amenaza directamente

la tradición de libre comunicación a la que la ciencia moderna debe su vitalidad y su éxito. Muchos avances científicos nacieron del intercambio de ideas en la cafetería del laboratorio o en los coloquios internacionales. Pero hoy día se pone sistemáticamente en guardia a los investigadores. Si exponen abiertamente sus resultados antes de publicarlos en una revista científica, corren dos riesgos. El primero es que si sus análisis son consignados por escrito en las actas de un coloquio, por ejemplo, ello podrá considerarse como una forma de "publicación" que comprometerá sus posibilidades de obtener una patente. Toda solicitud de patente, en Europa por lo menos, debe ser presentada antes de que un invento o descubrimiento se haya hecho público. En Estados Unidos, las reglas son más flexibles: un científico disfruta, después de la publicación, de un plazo de doce meses para solicitar la patente. El segundo riesgo es que un científico sin escrúpulos, al oír la idea original de un colega, la incorpore rápidamente en su propia solicitud de patente sin revelar la fuente. Para evitar esas dos situaciones, se aconseja ahora a los científicos - en especial por abogados especializados - que no den a conocer a sus colegas los resultados que han obtenido antes de la conclusión definitiva de las investigaciones y la presentación de la solicitud de patente que les garantiza una protección total.

Una terrible amenaza para la ciencia

Como consecuencia de ello, una "cultura del secreto" está en pleno desarrollo en las universidades. Afecta incluso a los investigadores que trabajan en los mismos laboratorios. Ese gran silencio que se instaura en los centros de investigación fue objeto recientemente de un coloquio organizado conjuntamente por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y la American Association for the Advancement of Science. "El problema se debe en parte a que los universitarios se dicen: Dios mío, voy a ser rico", declaró en esa oportunidad Goldhammer, de la Biotechnology Industry Organization. John Deutch, ex decano de las disciplinas científicas del MIT, calificó el secreto de "terrible amenaza para la ciencia, en contradicción total con la razón de ser de las universidades".

La segunda crítica procede esencialmente de los adversarios de la ingeniería genética: autorizar patentes sobre descubrimientos médicos — como los nuevos genes, o incluso de partes de un gen — les parece intrínsecamente inmoral, pues los seres humanos no tienen ningún fundamento, en el plano ético, para reivindicar derechos comerciales sobre la materia viviente.

La tercera objeción tiene relación con el problema Norte-Sur. En un mundo en el que

el saber científico como el poder económico están repartidos de manera desigual, la evolución del régimen de patentes permite a los países económicamente más poderosos acentuar aún más su predominio, brindándole el control del acceso a un saber científico que constituye, cada vez más, la base del poder económico.

La batalla dista mucho de haber concluido. Numerosos científicos están ejerciendo presión para que los conocimientos nuevos, fruto de sus esfuerzos, permanezcan en el dominio público. En febrero de 1996, durante el coloquio internacional de las Bermudas que fijó el marco del trabajo colectivo para secuenciar el genoma humano — descifrar la secuencia precisa de las bases de aminoácidos en un fragmento de ADN humano —, los participantes encarecieron que se publique todo dato sobre el genoma obtenido por centros financiados en el marco de ese proyecto.

La mayoría de los participantes en esos debates admiten que la distinción entre descubrimiento e invento ya no constituye una base viable para separar los conocimientos públicos de los privados. El desafío actual es enunciar nuevas reglas, en términos socialmente justos y moralmente aceptables.



La Historia de la Ciencia y la Formación de los Científicos

Ma. Cristina Hernández Rodríguez

Introducción

Con el propósito de transformar el enfoque positivista de la educación tradicional y de las diversas metodologías de enseñanza empleadas en los programas escolares, en diversos estudios se ha analizado la importancia de que los estudiantes comprendan el proceso histórico de construcción de los conceptos, principios y teorías científicas (Novak, 1982; Moreno, 1986; Gagliardi y Giordan, 1986; Jiménez y Fernández, 1987; Polo y López, 1987; Peñalver, 1988; Gagliardi, 1988; Matthews, 1989; Gil y Pessoa, 1992).

Particularmente en la formación de los científicos, la enseñanza debe estar enfocada no sólo al conocimiento disciplinario que debe manejar el alumno en este nivel educativo, es necesario también que los planes de estudio ofrezcan a los estudiantes elementos que los capaciten para aprender, construir y manejar el conocimiento, con el fin de que comprendan los conceptos y teorías de su especialidad para que se concienticen acerca de la repercusión social que el trabajo de los científicos ha jugado históricamente (Ruiz, *et al.*, 1993; Suárez, *et al.*, 1993; Hernández,

1992, 1993). En este sentido, la comprensión del proceso histórico de producción del conocimiento, de la construcción teórico - conceptual y de las estrategias metodológicas empleadas para ello, es básico para lograr un mejor aprendizaje de su disciplina, al mismo tiempo que favorece la formación integral de los futuros científicos.

Desde esta perspectiva, la incorporación de la historia de la ciencia en los programas escolares represente una alternativa para lograr este tipo de formación, ya que incorpora problemas estrechamente vinculados, como el desarrollo teórico de la disciplina, la metodología utilizada en la construcción de la misma y la problemática de la enseñanza de la ciencia.

Antecedentes

A pesar de que la formación de investigadores es uno de los objetivos fundamentales de la educación superior en el área científica, generalmente los planes de estudio y los métodos de enseñanza no ofrecen adecuadamente al estudiante los elementos que lo capaciten para enfrentar y solucionar problemas concretos de investigación o para la toma de decisiones en cuanto a las políticas científicas en el área en que se desempeñan (Suárez, 1993; Hernández, 1992, 1993).

Los estudiantes de ciencias conocen poco acerca de la construcción teórico metodológica relacionada con su área de conocimiento (Gil, 1986; Suárez, 1993). Con relación a la actualización teórico-conceptual, normalmente existe un desfase entre el momento en que se produce el conocimiento científico y su introducción en los programas de enseñanza (Mendoza y Rojo, 1992). Además, en la mayoría de los casos no se señala la forma como se construyeron los paradigmas vigentes (Matthews, 1989; Gil, 1986; Kuhn, 1982; Winchester, 1989).

En términos generales, la educación tradicional generalmente ofrece una imagen poco real de la actividad científica. Así, en la escuela se supone que la ciencia se caracteriza por tener un desarrollo progresivo, acumulativo y lineal, y que los conocimientos que se enseñan son hechos acabados y verdaderos. No siempre se presenta una idea clara del proceso de producción del

conocimiento científico y de los errores que los expertos en ciencia enfrentan para llegar a la construcción de una teoría. De esta manera, la mayoría de los programas escolares tienen una concepción positivista sobre la naturaleza y la producción del conocimiento científico (Novak, 1982; Gil, 1986).

La enseñanza de la ciencia casi nunca muestra los problemas que se han planteado a lo largo de la historia; poco se analiza acerca de las diversas aproximaciones que desee posiciones filosóficas, marcos teóricos y estrategias metodológicas distintas, interpretan algún problema científico (Suárez et al., 1993; Hernández, 1992, 1993).

La historia de la ciencia, la mayoría de las veces se enseña como el "relato" de los acontecimientos y de los "personajes famosos" que han dado las bases para fundamentar el conocimiento actual (Hernández, 1992). De esta manera se le concibe como una trayectoria continua hacia el conocimiento presente, al mismo tiempo que éste se valida (Kuhn, 1982).

Los contenidos conceptuales de planes de estudio, cursos, libros de texto y otras herramientas de enseñanza, por lo general se enfocan al análisis del conocimiento que las comunidades científicas actualmente considera válido. En este contexto, el contenido de los libros de texto, por ejemplo, debe ser aceptado por los estudiantes, ya que proviene de fuentes "autorizadas" o "autoritarias" como son las comunidades científicas (Kuhn, 1971).

Kuhn ha planteado que los científicos se forman con base en el análisis de los "paradigmas" dominantes. Así, los alumnos estudian detalladamente los marcos teóricos y metodológicos que el "paradigma" actual considera válidos; sin embargo, esto no incluye la reflexión sobre éste, ni ubica a la ciencia como actividad social (Kuhn, 1971; Matthews, 1989).

El contenido de cursos, libros de texto, etcétera, que está estructurado con base en teorías y enunciados, ha resuelto un cierto tipo de "problema", sin plantearles las diferentes formas y estrategias por las que éste ha sido interpretado o explicado (Winchester, 1989). Es decir, el contenido conceptual que se presenta a los alumnos

no contiene problemas, sino únicamente soluciones (Otero, 1986). La consecuencia de que el conocimiento científico parezca un conjunto de datos arbitrarios e inconexos, tiene profundas implicaciones en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y en su capacidad de formular y resolver problemas de investigación (Moreno, 1986; Otero, 1986; Peñalver, 1988).

Otero señala que de acuerdo con la teoría del aprendizaje de Ausubel, el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el que aprende conecta de manera no arbitraria la nueva información a ideas que ya posee. Por tanto, al suprimir los elementos involucrados en las reformulaciones conceptuales de la ciencia con fines pedagógicos, desaparece el componente que hace menos arbitrario su contenido (Otero, 1986).

Sin embargo, el conocimiento es transmitido casi a manera de "recitaciones" que el estudiante debe aprender y reproducir en exámenes y otros instrumentos de evaluación (Moreno, 1986; Peñalver, 1988). Normalmente se le presenta una exposición de teorías, seguidas de experimentos y demostraciones que las refuerzan. Pero esta corroboración sólo puede percibirla quien ha comprendido previamente cuáles han sido las bases conceptuales, metodológica e históricas en las que se fundamentan dichas teorías y el contexto en que se construyeron; cuando esto no sucede los resultados de la experiencia se transforman en un dato más al que debe creerse (Moreno, 1986; Peñalver, 1988).

De todo lo anterior, se puede afirmar que la enseñanza de la ciencia constituye un problema

altamente complejo. Normalmente se observan dos tendencias:

- a) la ciencia presentada como un cúmulo de resultados pero sin historia;
- b) la ciencia tratada como algo que puede ser captado por los ejemplos de trabajo expuestos en los libros científicos.

Ambas actividades, es decir, el análisis de los resultados de la ciencia y de los ejemplos científicos estándares, son importantes para la iniciación en las complejas actividades involucradas en una disciplina científica. Sin embargo, de acuerdo con Winchester, fallan al no transmitir al estudiante: la excitación del descubrimiento científico; la comprensión de los problemas conceptuales para el desarrollo de nuevos dominios en la investigación científica o el avance de los viejos; la gran cantidad de dificultades en la interpretación y construcción de las teorías; y la trayectoria de los problemas filosóficos y éticos que enfrentan los científicos durante el proceso de construcción de una teoría (Winchester, 1989).

Por ello, la razón de este trabajo se fundamenta en la convicción de que la toma de conciencia de la dimensión histórica y filosófica de la ciencia, en particular por parte de los profesores, puede hacer una contribución importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, en el desarrollo de un currículo más coherente, y en la formación integral de los futuros científicos.

Los usos de la historia de la ciencia

La función de la historia de la ciencia ha sido analizada en numerosos trabajos, sin embargo, su empleo en el aula ha sido muy limitado (Jiménez y Fernández, 1987; Hernández, 1995). La enseñanza de esta disciplina constituye una tarea difícil. En el contexto de la educación tradicional, aunado a las dificultades existentes en los cursos de ciencias, se suma la introducción de estos temas, que ante la amplitud de los programas escolares, la falta de tiempo para abordarlos de manera adecuada y las deficiencias en la formación de los profesores, trae como resultado la fatiga de los estudiantes debido a la falta de comprensión de los procesos históricos, ya que se transforman nuevamente en datos, nombre y fechas que deben aprender, o en el más común de los casos, memorizar (Gagliardi, 1988).

No obstante, recientemente la teoría educativa ha puesto énfasis en la necesidad de replantear el enfoque para la enseñanza de la ciencia, destacando el papel de la construcción del conocimiento en su nivel escolar y científico. En este contexto, es posible dar a la historia de la ciencia una nueva orientación que posibilite un mejor aprendizaje de los estudiantes y la toma de conciencia de la dimensión social de su disciplina.

La introducción de la historia de la ciencia en los programas escolares tiene un enorme potencial y puede considerarse no sólo en la parte introductoria de cursos específicos, sino también como una herramienta básica para definir contenidos fundamentales de enseñanza.

Existen diversas formas mediante las cuales la historia de la ciencia puede ser empleada en la enseñanza. A continuación se presentan algunas de las orientaciones más importantes.

Tema de enseñanza

La historia de la ciencia como materia de enseñanza puede ser utilizada de la siguiente manera:

- a) como parte introductoria de los cursos o unidades de aprendizaje;
- b) como criterio para organizar los temas de una unidad didáctica;
- c) en forma de biografías o mediante la utilización de textos científicos que den cuenta de una investigación o descubrimiento importante.

Aunque estas estrategias aporten elementos para la comprensión de los temas a estudiar, es importante que estén enmarcadas dentro de un marco general de aprendizaje que ofrezca una visión real del desarrollo histórico de una disciplina, y que no constituya una masa más de información que el estudiante no pueda asimilar.

Como tema de enseñanza la historia de la ciencia puede ser empleada, por ejemplo, para generar discusiones sobre el caso de la "verdad" científica. Mediante el uso de esta herramienta didáctica puede mostrarse que los conocimientos que actualmente se consideran válidos, no son "verdades eternas", sino construcciones realizadas en un contexto social definido con una validez temporal (Gagliardi y Giordan, 1986).

Las discusiones en torno a los periodos de grandes transformaciones científicas puede demostrar la influencia de los factores sociales, económicos y políticos que entraron en juego en la aceptación y legitimación de una teoría. Esto puede ofrecer al estudiante herramientas conceptuales para comprender el estado actual de la ciencia como institución social, que le sirva para conocer su estructura actual, su relación con el poder, su ideología, así como los sectores que la controlan y se benefician con los resultados de esta actividad (Gagliardi, 1988).

Entonces, la historia de la ciencia puede utilizarse como un medio para analizar la relación de la ciencia con la política, la generación de tecnología y los mecanismos de apropiación y control de los conocimientos científicos por parte de la sociedad. La escuela debe lograr que los alumnos comprendan los mecanismos sociales que conducen a la apropiación de los conocimientos y los riesgos que implica su utilización (Gagliardi, 1988). En este mismo sentido, la historia de la ciencia puede mostrar cómo se reproducen y se legitiman las ideas dominantes de una sociedad. Estos elementos pueden ayudar a la comprensión de sistemas tan complejos, y con tantas interacciones, como son las sociedades humanas (Gagliardi, 1988).

Foco de discusión

La historia de la ciencia puede ser un excelente medio para introducir discusiones sobre los mecanismos de construcción del conocimiento

científico. Esto es importante debido a que puede favorecer el rechazo de la concepción positivista de la ciencia tan generalizada en la escuela, y que ofrece una imagen falseada de la ciencia y de su desarrollo histórico (Gagliardi y Giordan, 1986). La historia debe dejar de verse como la serie de descubrimientos sucesivos, realizados por "genios", que de manera continua han aportado una piedra al "gran edificio del saber". Es necesario que los estudiantes comprendan las dificultades, los obstáculos y los errores de todo tipo que los científicos tuvieron que franquear, para llegar a la elaboración de una teoría, sin dejar de lado el contexto en el cual se construyó (Gagliardi y Giordan, 1986).

La historia de la ciencia, de esta manera, puede constituirse como una herramienta para generar discusiones sobre lo que es conocer y cómo se conoce. Debe mostrar que el conocimiento actual es resultado de un proceso largo, donde algunas experiencias no son suficientes para cambiar una teoría, donde los factores sociales tienen un peso importante. Esto puede ayudar a desmitificar la imagen de la ciencia y sobre todo, a favorecer la comprensión de las teorías actuales, ya que finalmente el conocimiento de éstas constituye uno de los objetivos centrales de la enseñanza de la ciencia.

Construcción de conocimiento

Todo modelo de enseñanza de las distintas disciplinas científicas se basa implícita o explícitamente en una concepción de lo que es la ciencia y cómo se construye. A partir de ésta concepción, se definen estrategias (prácticas de laboratorio, desarrollo de experimentos, etcétera) que pretenden reproducir en la escuela el trabajo que llevan a cabo los científicos. Sin embargo, la mayoría de los programas de enseñanza asumen un enfoque inductivista, que dista mucho de ser el método que siguen los científicos para llegar a la construcción de teorías (Ruiz, 1993). Además de que se omiten muchos de los aspectos centrales de la actividad científica.

En este sentido, la historia de la ciencia puede ayudar a diferenciar el proceso de construcción de conocimiento a nivel científico y escolar, que tan frecuentemente se confunde en los programas escolares. Gagliardi y Giordan (1986) plantean: "los alumnos no hacen ciencia en clase. La ciencia es una actividad institucional, integrada, en la que se aceptan implícitamente o explícitamente ciertas teorías previas, y en la cual se utilizan métodos aceptados por la comunidad científica. La actividad en clase de los alumnos no es similar a la actividad científica".

La discusión y análisis de estos problemas pueden ayudar a definir currícula más coherentes y consistentes tanto con el aprendizaje de los estudiantes, como con la realidad del quehacer científico.

Actualmente se plantea que el aprendizaje de los alumnos constituye un proceso de construcción de conocimiento. Es decir, el estudiante deja de concebirse como el sujeto que recibe pasivamente la información, para convertirse en un individuo que selecciona, asimila, procesa, interpreta y construye significados. Por ello, uno de los objetivos de la pedagogía de la ciencia es estimular a los estudiantes para superar los obstáculos en la construcción de su propio conocimiento (Gagliardi, 1988). Esto significa abandonar el estilo de enseñanza basado en la repetición de información que el alumno no puede comprender, para generar estrategias y definir contenidos que posibiliten al estudiante realizar un trabajo cognitivo que le permita superar los obstáculos del aprendizaje (Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988).

Gagliardi señala además que existen tres tipos de obstáculos en el aprendizaje de las ciencias:

- a) Los derivados del desarrollo de la inteligencia (obstáculos lógicos);
- b) Los producidos por problemas afectivos o psicológicos (rechazo a la clase; desvaloración del alumno, tabús, etcétera);
- c) Los provenientes de la estructura del sistema cognitivo (obstáculos epistemológicos).

Así, la capacidad para construir un nuevo conocimiento resulta de la influencia de estos tres tipos de obstáculos, los cuales están íntimamente relacionados. Sin embargo, Gagliardi señala que al tratar específicamente los obstáculos epistemológicos puede llevarse a cabo la modificación de los otros dos. Esto es posible debido a que la transformación cognitiva del alumno (que implica una transformación en su estructura lógica) puede estimular su autoestima, y con ello favorecer la superación de múltiples obstáculos afectivos.

Determinar los obstáculos epistemológicos es uno de los aspectos fundamentales en la transformación de la enseñanza de las ciencias, ya que se parte de la perspectiva de la construcción del conocimiento y no de la memorización de la información. De esta manera, la determinación de los principales obstáculos epistemológicos significa la posibilidad de conocer la transformación con-

Conceptos estructurantes

ceptual de los alumnos para poder establecer currícula más flexibles, que puedan ser modificados en función del tiempo empleado en la superación de los obstáculos más importantes (Gagliardi, 1988).

En este contexto, la historia de la ciencia puede jugar un papel muy importante, ya que su empleo

posibilita la

comprensión de los

principales

conceptos y

teorías que

conforman una

disciplina, así

como el

conocimiento

de cuáles han

sido los

principales

obstáculos

que han

determinado

su evolución.

Esto no

significa que

exista un

paralelismo

entre la historia

de la ciencia y

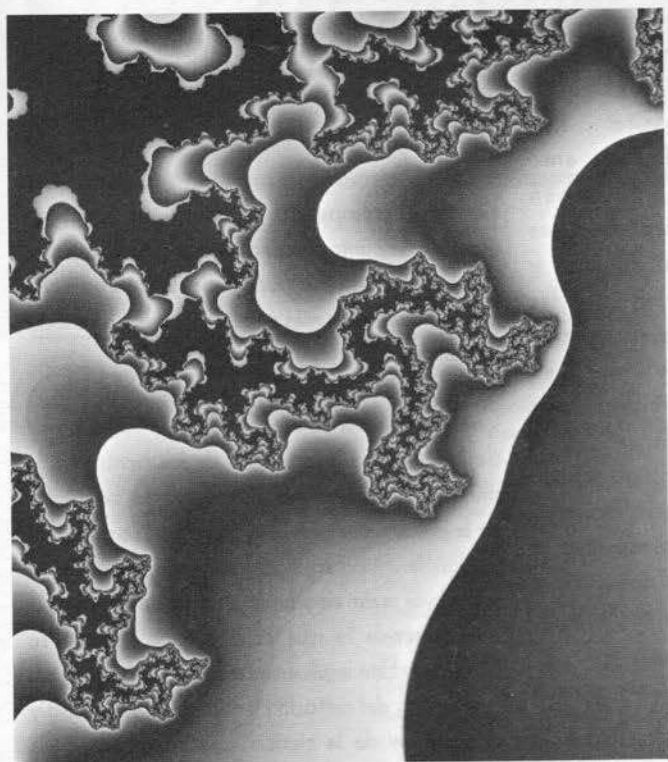
el desarrollo de la inteligencia y del conocimiento individual. Sin embargo, el conocimiento de los obstáculos y trabas que ocurrieron en el desarrollo social de ciertos conocimientos puede ser muy útil para comprender las dificultades del aprendizaje de los alumnos (Gagliardi y Giordan, 1986; Gagliardi, 1988)

A partir de lo anterior, Gagliardi y Giordan proponen la noción de conceptos estructurantes. Para estos autores, dichos conceptos, una vez que han sido contruidos por el estudiante, determinan la transformación de su sistema conceptual, lo que favorece su aprendizaje. Es decir, los conceptos estructurantes permiten superar obstáculos epistemológicos (Gagliardi y Giordan, 1986). El análisis de los obstáculos epistemológicos y de su superación permitirá conocer cuáles fueron los conceptos estructurantes que entraron en juego (Gagliardi y Giordan, 1986).

De acuerdo con estos autores, la definición de los conceptos estructurantes puede llevarse a cabo por diferentes medios: el análisis de las representaciones sociales, el análisis de los momentos de transformación de una ciencia y el análisis de las teorías científicas actuales.

Si mediante la historia de la ciencia es posible definir los conceptos estructurantes presentes en los momentos de profunda transformación de una ciencia, conocerlos puede constituir una forma de determinar éstos en la enseñanza. En el caso de la biología, por ejemplo, saber cuáles fueron los nuevos conceptos ligados al desarrollo de esta disciplina, puede ayudarnos a definir cuáles son las nociones que los alumnos deben construir para comprenderla. Así, si la biología se desarrolló a partir de la definición de un concepto determinado (especie, adaptación, mutación, etcétera), entonces es posible suponer que dicho concepto puede facilitar su aprendizaje. Si una noción sirvió históricamente para superar un obstáculo epistemológico, puede servir también para superar los obstáculos epistemológicos de los estudiantes (Gagliardi y Giordan, 1986).

Una enseñanza basada en los conceptos estructurantes reduce los temas a instruir y se centra en el desarrollo de las capacidades de los alumnos. De esta forma, son a la vez medios para superar los obstáculos epistemológicos y representan una base sólida para continuar aprendiendo (Gagliardi y Giordan, 1986).



Consideraciones finales

Lo planteado en este documento muestra las bondades que ofrece un enfoque histórico en enseñanza. Sin embargo, debemos estar conscientes de que la historia de la ciencia no va a resolver toda la problemática que implica la adecuada formación de los científicos. Indudablemente son muchos los aspectos que

deben considerarse para lograr tal propósito. Los estudiantes, ante todo, deben comprender las teorías actuales y manejar las metodologías que favorezcan su desempeño científico y profesional. Pero no debemos soslayar

que también es indispensable que comprendan lo que es la ciencia, cómo se construye, y que reflexionen sobre el papel que los científicos juegan en la sociedad.



Sabemos también las dificultades que implica la puesta en práctica de muchos de estos planteamientos (formación de los profesores, condiciones laborales, políticas educativas y científicas, presupuesto, etcétera). Sin embargo, constituyen puntos de partida que pueden ayudar a construir una nueva pedagogía de la ciencia que ofrezca una visión más amplia y real del quehacer científico.

Cuando se habla de analizar el papel de la historia de la ciencia en la formación de los científicos, la principal intención no es sólo mostrar las bondades de la historia como recurso didáctico; se pretende resaltar la importancia de que todo científico — con mayor razón aquel que se dedica a la docencia — comprenda lo que es la ciencia y cómo se construye. Esto implica replantear las concepciones de ciencia, del método científico, de la verdad y el progreso de la ciencia, que subyacen en la enseñanza tradicional permeada por el positivismo, para promover una nueva filosofía de la educación, que haga más coherente la relación entre la ciencia que se hace y la que se enseña.

En este contexto, la formación de los científicos deberá centrarse en favorecer la visión de la evolución de los sistemas conceptuales que le posibilite un mejor conocimiento; esto no significa que los contenidos de aprendizaje tomen un papel secundario, sino que sean ubicados en un nuevo enfoque de enseñanza, que involucre una visión histórica de la ciencia, tanto de los aspectos meramente científicos como de los sociales, políticos e ideológicos.

El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, es un organismo público descentralizado del gobierno del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, creado el 9 de junio de 1999, mediante el decreto 203 publicado en el periódico oficial del Estado

Bibliografía:

BENSAUDE-Vicent B.

1982. «Paul Langevin: un alegato en favor de la historia de las ciencias» en: Mundo científico, 22 (3): 184-186.

GAGLIARDI, R. y GIORDAN A.

1986. «La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza», en: Enseñanza de las Ciencias, 4 (3): 253-258.

GAGLIARDI, R.

1988. «Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias», Enseñanza de las Ciencias, 6(3): 291-296.

GIL, D. y PESSOA, A.

1992. «Tendencias y experiencias innovadoras en la formación del profesorado en ciencias», I Taller Subregional sobre formación y capacitación docente en matemáticas y ciencias.

GIL, D.

1986. «La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones contravertidas», en: Enseñanza de las ciencias, 4(2): 111-121

GIORDAN, A.

1987. «Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje», en: Enseñanza de las ciencias, 5(2): 105-110.

GIORDAN, A.

1982. *La enseñanza de las ciencias*, Madrid. Ed. Siglo XXI: 221.

HERNÁNDEZ, C.

1992. *La historia como una alternativa a la enseñanza de la biología a nivel Superior*. I Taller Iberoamericano sobre la enseñanza de las Ciencias Biológicas en la Educación Superior. La Habana, Cuba.

HERNÁNDEZ, C. et al.

1993. «La enseñanza de la ciencia y sus implicaciones epistemológicas, históricas y cognoscitivas». II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor. México.

HERNÁNDEZ, C.

1995. *El papel de la historia de la ciencia en la formación del biólogo*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.

JIMÉNEZ M. y J. FERNÁNDEZ

1987. «El "desconocido" artículo de Mendel y su empleo en el aula», en: Enseñanza de las Ciencias, 5(3):39-246.

KUHN, T.

1982. *La estructura de las revoluciones científicas*. México. FCE:319.

MANUEL, D.

1986. «History and Philosophy of Science with Special Reference to Biology: what Can it offer Teachers?», en Journal of Biological Education, 20(3): 195-200.

MATTHEWS, M.

1989. «A Role for History and Philosophy in Science Teaching», en: Interchange, 20(2): 3-15.

MENDOZA, E.

1992. «La construcción del conocimiento en la investigación educativa de la enseñanza de la ciencia», UNAM, CISE, mecanografiado.

_____ y A. ROJO

1992. «La investigación educativa en la construcción del conocimiento en la enseñanza de la ciencia», UNAM, CISE, mecanografiado.

MORENO, M.

1986. «Ciencia y construcción del pensamiento», en: Enseñanza de las Ciencias, 4(1): 57-63.

NOVAK, J.

1982. *Teoría y Práctica de la Educación*. Madrid. Alianza Editorial: 275.

OTERO, J.

1986. «La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar», mecanografiado.

PEÑALVER, C.

1988. «El pensamiento sistémico: del constructivismo a la complejidad», en: Investigación en la Escuela, 5:11-16.

POLO, C.F. y J. A. LÓPEZ

1987. «Los científicos y sus actitudes políticas ante los problemas de nuestro tiempo», en: Enseñanza de las Ciencias, 5(2): 149-156.

RUIZ, R.

1993. «La metodología de la investigación científica y la enseñanza de la ciencia», II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor. México.

_____ y C. HERNÁNDEZ et al.

1993. «La enseñanza de la ciencia: una aproximación histórico-filosófica». II Conferencia Internacional para Profesores de Ciencias. NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor. México.

SUÁREZ, L.

1993. «La historia de la ciencia: estrategia de enseñanza de la biología en el bachillerato». II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias NSTA-OEA. Oaxtepec, Mor., México.

WINCHESTER, I.

1989. «Editorial-History, Science, and Science Teaching», en: Interchange, 20(2): i-vi.

La ética de la ciencia: entre humanismo y modernidad

Noëlle Lenoir

Hoy en día hacer un balance de la actividad de investigación en el mundo significa reflexionar seriamente sobre el lugar y la responsabilidad de los investigadores y, de manera general, sobre la función de la ciencia en el desenvolvimiento de la civilización. Dicho de otro modo, un *Informe Mundial sobre la Ciencia* no puede dejar de lado una de las cuestiones fundamentales de este fin de siglo: ¿Qué ética debe regir la ciencia? En su excelente introducción al *Informe Mundial* de 1993, el Sr. M. G. K. Menon, presidente del Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), físico de renombre y actual miembro del Parlamento indio, evoca esta cuestión en un capítulo intitulado: «Aspectos éticos, derechos humanos y la imagen pública de la ciencia», en el que intenta demostrar que el progreso científico en sí no garantiza la evolución de la moral, ni basta tampoco para reforzar o preservar los derechos humanos. Corresponde al individuo, responsable aunque no dueño de su destino, y a la sociedad en su conjunto, velar por ello. Y aún más: si nuestro bienestar está en buena medida condicionado por el aporte de las ciencias y las técnicas, hoy en día todos somos conscientes de los peligros que pueden acarrear al ser humano ciertas aplicaciones.

¿Acaso en este siglo no se han visto la ciencia y la técnica puestas al servicio de las mejores y peores empresas? ¿No se han visto, por un lado, descubrimientos prodigiosos en medicina, como la penicilina y, por otro, la explosión de la bomba atómica sobre Hiroshima y Nagasaki; los frutos promisorios de la revolución verde y ciertos estragos irreversibles causados al medio ambiente; la conquista del espacio y el saqueo de valiosos recursos de nuestro planeta? Por supuesto, el problema de la ética de la ciencia no es nuevo. Desde tiempos inmemoriales el progreso de los conocimientos determinó las etapas de la historia de la humanidad. Asimismo, las teorías científicas que ilustraron estos progresos originaron controversias éticas y filosóficas. Esto se comprende fácilmente: los avances de la ciencia suponen mejorar y aun cuestionar el saber anterior que se consideraba definitivamente establecido. Pero, más allá de esta constatación, observamos que la ciencia, tanto la física como la química, la biología, la astronomía o las matemáticas, cuestionan sin cesar a la sociedad al plantear generalmente de manera implícita, una cierta interpretación del universo y del lugar que el ser humano ocupa en él. No es muy probable que este interrogante fundamental encuentre alguna vez una respuesta científica. De todos modos, la aprehensión de la ciencia de los mecanismos del universo tiene repercusiones filosóficas y políticas. De allí que la revolución de Copérnico haya provocado tanta conmoción y que, más tarde, la Inquisición haya procesado a Galileo. El lugar del hombre, creación divina, ¿no quedaba disminuido al dejar de ser la Tierra el centro del universo para convertirse en un simple planeta que gira alrededor del Sol?

Igualmente, las investigaciones que realiza la biología en especial la neurobiología, plantean nuevos interrogantes sobre la especificidad de la especie humana comparada con la demás especies vivas.

Sin embargo, las preguntas que el ser humano se hace con respecto a su propia condición no lo han detenido en su búsqueda perpetua de conocimientos. Al contrario, desde sus orígenes se ha dedicado a modelar el mundo con el fin de adaptarlo a sus necesidades luchando contra el hambre, la enfermedad y todas las otras agresiones de las que es víctima. Y seguirá haciéndolo.

El cambio de la sociedad con respecto al progreso científico es esencialmente de perspectiva. Desde finales de la Segunda Guerra Mundial, corresponde a una toma de conciencia universal de la ambivalencia de dicho progreso: factor de bienestar y de liberación de las coacciones naturales, actualmente es considerado también como un posible instrumento de autodestrucción. En este contexto, la ética permite estar en «estado de vigilia» permanente, con miras a garantizar que la ciencia y la técnica contribuyan positivamente al bienestar común y los adelantos sociales y democráticos.

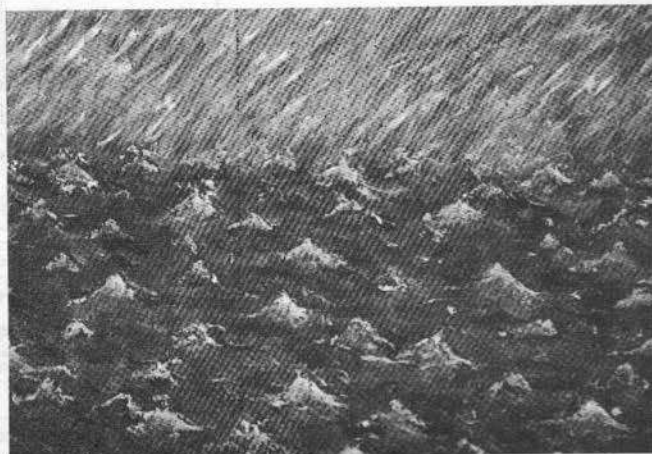
Si se carece de un control ético de este tipo, la desconfianza con respecto a las innovaciones científica y técnicas puede aumentar y fomentar la aparición de movimientos políticos y religiosos que erigen como dogma el rechazo de la modernidad por considerarla el símbolo de la perversión del mundo contemporáneo. Ahora bien, el miedo, «el amigo más fiel del hombre», provoca tensiones en las sociedades (Bedjaoui, 1995); obstaculiza sobre todo la creación de relaciones de solidaridad entre los pueblos que son la base de la paz y prosperidad mundiales.

La ética de la ciencia, como reflexión sobre las consecuencias del progreso, concierne a la comunidad internacional y, por lo tanto, a las organizaciones internacionales, en primer lugar a la UNESCO. De hecho, la trilogía que compone el nombre de la UNESCO – Educación, Ciencia y Cultura – nos remite exactamente al planteamiento ético: ¿qué comportamientos individuales y colectivos adoptar para que la humanidad sea capaz de afrontar los desafíos de la ciencia y la técnica? El mundo se ha vuelto cambiante e inestable y su futuro parece incierto, tanto por el crecimiento demográfico acelerado como por la magnitud del riesgo tecnológico. De ahí la necesidad de valores de referencia, es decir, de una ética que responda al sentimiento de responsabilidad con respecto a las generaciones futuras que experimenta la sociedad actual. Como el mañana se decide hoy, hace falta más que nunca una ética de la

responsabilidad.

Estas responsabilidades atañen a todos los hombres y a todas las mujeres. Pero también incumben, por su parte, a los científicos, dado que sus descubrimientos generan

innovaciones que cambian nuestras vidas. Ya no es posible trazar un límite neto entre la ciencia y la tecnología, entre la investigación y sus aplicaciones. Como señala M. C. K. Menon: «La ciencia ya no es una actividad aislada, al margen de la sociedad, sino que está estrechamente interrelacionada con la medicina, la industria, la agricultura y otros sectores de producción, y con la actividad gubernamental e intergubernamental, de un modo y en unas proporciones que afectan a todo el conjunto de la sociedad». El mito del sabio en su torre de marfil pertenece al pasado. En estas condiciones se plantean dos preguntas fundamentales: ¿Qué responsabilidades sociales atañen a los científicos en particular? ¿Es posible concebir un proyecto ético que garantice la conciliación entre progreso técnico y humano?



ÉTICA DE LA CIENCIA Y RESPONSABILIDADES SOCIALES DE LOS INVESTIGADORES

«Los hombres han olvidado esta verdad. Pero tú no debes olvidarla. Te haces responsable para siempre de lo que has domesticado.» Así le habla el zorro al Principito de Saint-Exupéry. Y del mismo modo se resume el principio ético de la responsabilidad que, efectivamente, significa que nadie, ni siquiera el investigador puede despreocuparse de las consecuencias de un adelanto que transforma tanto la vida cotidiana de las personas como las relaciones entre los Estados.

Si bien el principio de «responsabilidad» puede concebirse según un punto de vista colectivo, tal como lo define el filósofo Hans Jonas, al mismo tiempo, en la actualidad, debemos admitir que existe una responsabilidad específica de los investigadores. Su compromiso para con la sociedad evoluciona de un modo que aunque parezca paradójico no lo es. En efecto, es en el momento preciso en que la ciencia parece haber perdido toda ambición «teleológica» cuando la investigación ejerce verdaderamente una influencia creciente en el curso de la historia.

La ciencia ha perdido su ambición teleológica.

Es real que la ciencia no podría por sí misma establecer un proyecto de sociedad global. Dicho de otro modo, ciencia no es sentido.

Tres factores principales nos conducen a esta constatación: por un lado, la fragmentación de los conocimientos, por otro, la desmitificación del progreso como valor en sí mismo y, finalmente, la secularización de la ciencia:

La fragmentación de los conocimientos es una tendencia que se acentuó con el correr de los siglos. La división del saber en disciplinas cada vez más especializadas es el precio obligado de la ampliación de los conocimientos. Es también, sin duda, una de las condiciones para que la investigación sea eficaz.

Sin embargo, esta «hiperespecialización» puede originar, al mismo tiempo, un empobrecimiento de

la capacidad inventiva, dado que muchas veces los grandes descubrimientos son el resultado inesperado de la combinación de enfoques y conceptos diversos. Cada disciplina, estrechamente limitada en el marco de una especialidad, se ve por esta misma razón obligada a emplear los recursos de las otras ciencias y técnicas, como en el caso de la biología, que utiliza en particular elementos de trabajo de física y química y, en la actualidad, de robótica e informática.

Por lo tanto, ya ninguna ciencia puede tener la pretensión de imponer un esquema unificado para explicar el mundo. Tampoco se espera más que la ciencia explique todo. La fe en la ciencia para aclarar todo y hacer que el universo sea comprensible, en función de un orden coherente de causas y efectos, perdió fuerza, a tal punto que las nociones de inestabilidad y de caos son el centro de interés de ciertas investigaciones.

Ni siquiera el progreso se considera ya una fuente intrínseca de bienestar para la humanidad. Según algunos el progreso es neutro. Para otros, que denuncian los «daños del progreso», provoca nuevos males: deterioro del medio ambiente, perjuicios a la salud del hombre, deshumanización o robotización de la sociedad, aumento de las desigualdades sociales, acentuación de la disparidad entre el Norte y el Sur.

Que el ser humano pueda ser su propio predador es una idea antigua, pero, hoy en día, esa idea se une a una cierta desmitificación del progreso.

Incluso a veces se asocia con actitudes de estigmatización, con respecto a las sociedades industrializadas, que son más o menos justas y apropiadas.

El tercer factor importante de evolución de la forma de concebir la ciencia está relacionado con su secularización. Tal como subraya Jean-Pierre Changeux, presidente del Comité Consultivo Nacional Francés de Ética: «el avance de la ciencia... va acompañado de un progreso acumulativo de los conocimientos y de sus aplicaciones...», la ciencia misma ya no se considera, como el Derecho o la Moral, con respecto al objetivo de dictar el bien y condenar el mal. Retomando las palabras del filósofo de las ciencias Georges Ganguilhem, citado por J. P. Changeux, la ciencia «establece verdades sin finalidad» (Changeux, 1995).

Por ende, ya no es una obligación oponerla a la religión o la moral. Como expresión del pensamiento humano, su vocación es claramente abrir el camino para que el ser humano pueda asegurar su supervivencia, su bienestar y su libertad. Pero el ser humano tiene la responsabilidad de extraer los valores comunes que permitan alcanzar estos objetivos. Es en el núcleo de esta responsabilidad donde se abre el campo de la "ética definida como «el estudio teórico de los principios, y también como el conjunto de principios que guían las acciones humanas» (Changeux, 1995).

La repercusión de la actividad científica en la vida de la sociedad.

Los científicos se han convertido en protagonistas esenciales del cambio social. La alianza entre la ciencia y la tecnología realza, de hecho, la repercusión de la investigación en todos los ámbitos de la actividad humana.

Los cambios tecnológicos provocados por los descubrimientos científicos son sobre todo cada vez más rápidos. Esto se debe a la reducción del tiempo que transcurre entre el momento del descubrimiento y la aplicación de sus resultados. Este fenómeno es más evidente aún en los casos en que, como ocurre en las ciencias de la vida, a menudo resulta imposible establecer una distinción perfectamente neta entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. La investigación en medicina es un caso típico: por ejemplo, la identificación de un gen, cuya disfunción origina una enfermedad, lleva casi inmediatamente a la elaboración de la prueba genética correspondiente.

En informática, que requiere modelos matemáticos, los sistemas amplían sus posibilidades a una cadencia tal que los equipos y programas lógicos pierden actualidad constantemente. Ahora bien, su reemplazo provoca permanentes cambios en los métodos de acción y en las formas de pensar, en todos los sectores de actividad. «La ciencia va más rápido que el hombre», según las palabras del presidente de la República Francesa en el discurso inaugural del Comité Consultivo Nacional Francés de Ética, en 1983.

La ciencia ya no se asocia solamente con las innovaciones tecnológicas que dirige. La ciencia y la economía son cada vez más interdependientes. En efecto, el mercado mundial precisa para crecer las nuevas salidas que brinda la innovación, esto significa que la investigación exige una financiación cada vez mayor. Por esta razón la investigación, además de la ayuda pública, debe solicitar el apoyo de los fondos privados. Esa compensación se acentúa en el sector de la medicina: para crear una molécula nueva, en la industria farmacéutica, se necesita un promedico aproximado de diez años de labor y 500 millones de francos. Esto explica que la idea de rentabilidad haya dejado de ser ajena a la investigación y que ésta sea objeto de una competencia feroz entre industrias y entre países.

La obligación de lograr un rendimiento de las inversiones ejerce una presión sobre la conducta a seguir en materia de investigación. En el debate sobre las biotecnologías, en especial, las consideraciones financieras empujan a los laboratorios de investigación a solicitar patentes con mucha anticipación, para asegurarse las posibles ganancias derivadas de las aplicaciones industriales ulteriores. Esto ha originado la famosa controversia sobre la posibilidad de patentar lo que está vivo. Los opositores sostienen que, de todas formas, es inmoral patentar especies o genes que, por naturaleza, no deberían ser propiedad de nadie. Otros se oponen solamente a la idea de patentar el descubrimiento de genes naturales, puesto que no puede asimilarse a un invento en el sentido de la ley que rige las patentes. Otros, finalmente, se apoyan sobre la antigüedad de las patentes de lo que está vivo y alegan que esto no causa en sí ningún problema ético, y subrayan que, por el contrario, condiciona la continuación de la investigación en biología y en genética. Al asegurar

la remuneración del autor del invento, o mejor dicho, del organismo industrial, financiero o del Estado, la patente aporta una compensación financiera por los desembolsos efectuados anteriormente. Como quedó probado cuando, el 1 de marzo de 1995, el Parlamento Europeo rechazó la propuesta de directriz sobre la protección jurídica de los inventos biotecnológicos, se trata de un debate de fondo que, sea cual sea la solución legislativa, demuestra la magnitud de los intereses que mueve la ciencia.

Uno de estos intereses tiene que ver con la opinión pública y su percepción de la ciencia y la técnica consideradas en cierta medida como actividades «peligrosas».

Es indudable que la amenaza atómica, militar o civil, sirvió de detonador. Sin embargo, actualmente, la inquietud de la población frente al riesgo tecnológico ha aumentado de un modo general.

Es real que la ciencia moderna, al dotar al ser humano de poderes inigualados de transformación del mundo, le ha conferido paralelamente un potencial de destrucción del planeta sin parangón. La «vulnerabilidad» de la sociedad con respecto a las «amenazas técnicas» es una de las características de este siglo.

La prueba es que la comunidad científica se siente cada vez más aludida por las objeciones sobre el poder de la ciencia. Ya en 1970, cuando las técnicas de la ingeniería genética realizaban sus primeras pruebas, las palabras pronunciadas por Jacques Monod, premio Nobel, manifiestan este sentimiento de responsabilidad de los investigadores: «¿Podrán las sociedades modernas dominar indefinidamente los poderes fantásticos que les otorgó la ciencia, basándose en un humanismo difuso matizado con una especie de hedonismo optimista y materialista?». A esta pregunta el gran biólogo añade: «¿Podrán con estas premisas resolver sus tensiones intolerables? ¿O se derrumbarán?» (Russ, 1994).

LA ETICA DE LA CIENCIA: UN NUEVO HUMANISMO

Es importante destacar que Jacques Monod era biólogo. En realidad, fueron los adelantos de la genética lo que suscitó la aparición del movimiento ético, a partir de los años sesenta. Con anterioridad la física nuclear había provocado evidentemente airadas protestas luego del lanzamiento de la bomba atómica en 1945. Pero entonces los debates no habían llevado a una reflexión organizada, como en lo que respecta a la bioética.

En cambio, la ingeniería genética, puesto que es un procedimiento de modificación de los seres vivos, originó una controversia desde el principio. Vale la pena destacarlo, sobre todo porque los primeros interrogantes sobre el alcance y los riesgos de esta tecnología surgieron entre los especialistas en genética. Son ellos quienes, por así decirlo, firmaron la partida de nacimiento de la ética de la ciencia en sentido moderno.

En un congreso celebrado en Azilomar, Estados Unidos, los especialistas en genética reunidos para intercambiar experiencias decidieron efectivamente decretar una moratoria sobre sus investigaciones. Entonces se trataba sobre todo de retroceder para

evaluar los riesgos que podía acarrear a la salud del ser humano y al medio ambiente la utilización de organismos genéticamente modificados (OGM). Esta moratoria se levantó al cabo de un año, y en la actualidad la mayoría de los países cuentan con leyes destinadas a fijar las normas de seguridad que deben respetarse en casos de uso restringido de OGM o de diseminación voluntaria de los mismos. Además, se ha vuelto relativamente frecuente la práctica de establecer una moratoria sobre una forma u otra de investigación o de aplicación tecnológica. Pero en aquella época era un hecho sin precedentes. ¿Cuál es la técnica cuya aplicación se vio coartada desde el principio por voluntad de sus propios inventores?

Además de la energía nuclear y de la genética, existe un tercer campo en el que surge eminentemente la reflexión ética: las tecnologías de la información. Éstas se han desarrollado de modo considerable gracias a la informática, los satélites y todos los otros medios modernos de acopio y transmisión de datos.

Hasta una época reciente la atención se centraba en el riesgo de atentar contra la vida privada y la libertad de las personas cuyos datos se explotaban, sobre todo por lo que atañe su situación financiera o familiar, su salud, sus hábitos de consumo o sus opiniones. Esta preocupación hizo que muchos países adoptaran leyes «de protección de datos», actualmente apoyadas por la legislación internacional, en especial en el marco del Consejo de Europa y la Unión Europea. Es indudable que muy pronto será necesario ocuparse también de la utilización de las técnicas de imagen virtual, que

abren perspectivas totalmente nuevas de reconstitución y, por lo tanto, de simulación de la realidad.

Hoy en día también se efectúa una reflexión ética sobre el inmenso poder de influencia intelectual y moral que a escala planetaria, ejerce la comunicación audiovisual. Al superar las limitaciones de tiempo y distancia, es algo tan revolucionario como lo fue en su tiempo la invención de la imprenta.

La libertad de comunicación, ejercida respetando el pluralismo y el imperativo de honestidad en la presentación de la información, es más que una ventaja para la democracia: es uno de sus fundamentos. Pero la extremada difusión de los medios de comunicación conlleva dos escollos: por un lado, la información puede volverse insustancial, por otro y sobre todo, se corre el riesgo de normalización y hasta de manipulación de la opinión. Ni más ni menos que cualquier otra actividad, la científica, sometida a una creciente influencia de los medios de comunicación, no escapa a esos peligros. Por lo tanto, incumbe a los investigadores la responsabilidad social específica de comunicar al público los resultados de sus trabajos y prevenirlos sobre las posibles consecuencias en la materia (Comité Consultivo Nacional Francés de Ética, 1994).

El primer deber que se imponen los investigadores a este respecto es el de plegarse a las exigencias del rigor y la prudencia que son inherentes a la dignidad y nobleza de su arte. Comunicar sólo los resultados que hayan cumplido con los

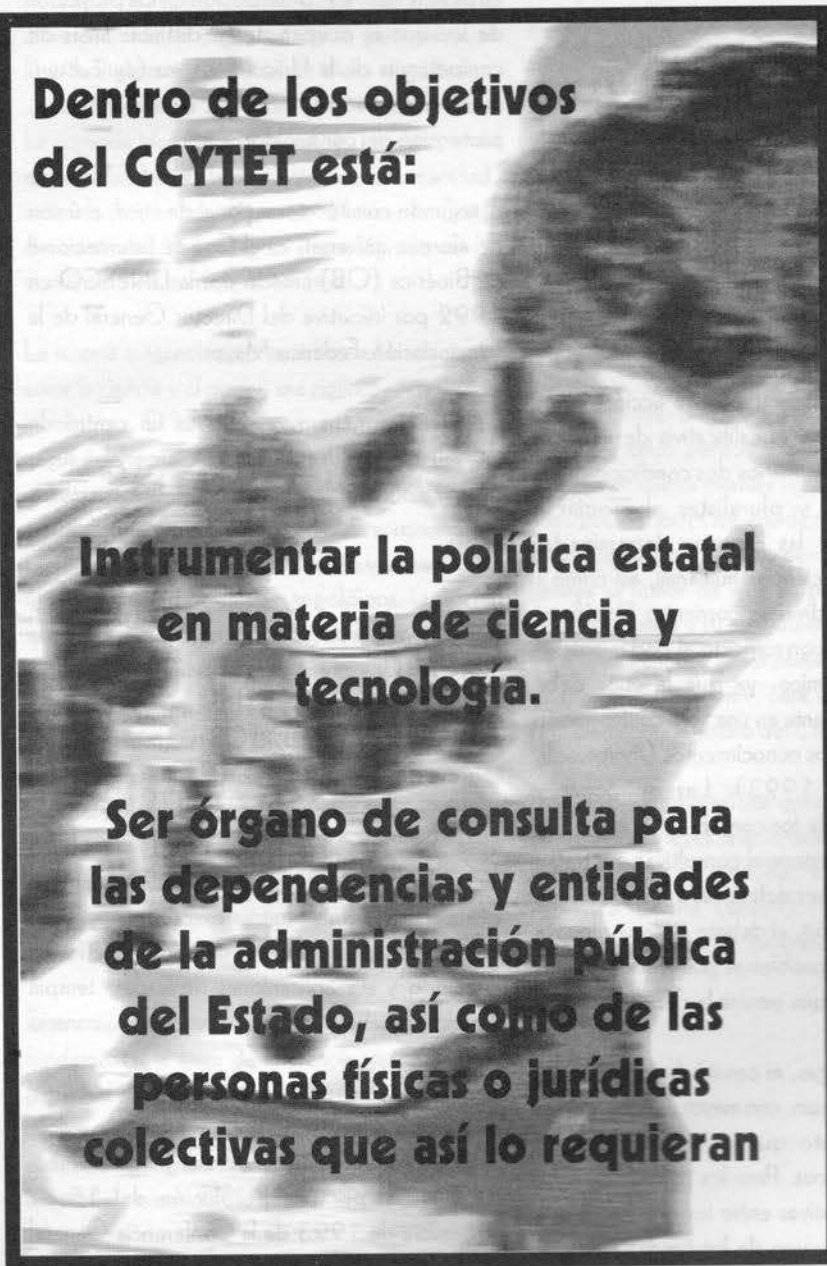
procedimientos indispensables de evaluación y validación es una condición elemental de la ética profesional de la investigación. Ahora bien, existe siempre la tentación de hacer una comunicación prematura y hasta discutible, teniendo en cuenta las posibles repercusiones mediáticas y financieras. La ética, que surge de la toma de conciencia del alcance planetario de los desafíos de la ciencia, no se limita ya a un movimiento de ideas. Se ha creado una institucionalización que se concreta en el establecimiento de instancias éticas específicas. Además, se produce un desplazamiento de «la ética al derecho». Se multiplican las legislaciones nacionales y las tomas de posición internacionales, que son la manifestación del empeño en redefinir los medios de proteger los derechos humanos frente a los retos de las ciencias y las técnicas.

La ética de la ciencia, los científicos y la sociedad

Dada su resonancia psicológica y mediática, la «moratoria de Azilomar» suele considerarse uno de los primeros signos del compromiso de los científicos en el debate bioético.

No obstante, la sensibilidad ética de los investigadores ya se había manifestado en otras ocasiones antes de 1975. Diversas iniciativas más permanentes dan testimonio de la sensibilización de la comunidad científica a las preocupaciones y aspiraciones de los ciudadanos.

En el siglo pasado, los científicos buscaban esencialmente promover sus disciplinas y facilitar



**Dentro de los objetivos
del CCYTET está:**

**Instrumentar la política estatal
en materia de ciencia y
tecnología.**

**Ser órgano de consulta para
las dependencias y entidades
de la administración pública
del Estado, así como de las
personas físicas o jurídicas
colectivas que así lo requieran**

la vulgarización con miras a ganar la adhesión del público. Esta tónica guió, por ejemplo, la creación en Inglaterra, en 1831, de la British Association for the Advancement of Science, seguida en 1848 por el establecimiento de una asociación homóloga en los Estados Unidos.

En la actualidad, los investigadores se organizan más en el plano internacional que nacional y lo hacen con una óptica un poco diferente de la de las sociedades científicas del siglo XIX. El objetivo ya no es sólo fomentar el desarrollo de las ciencias y las técnicas; se trata, al mismo tiempo, de reflexionar sobre las incidencias del progreso en la sociedad y de dar a conocer, según haga falta, la opinión de la comunidad científica sobre algún aspecto determinado.

De este modo, se crearon en el mundo numerosos organismos de concertación y cooperación. Además se crean otros continuamente; sería largo enumerarlos. Algunos son organizaciones no gubernamentales, como el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), o el CIOMS (que se encuentra en la Organización Mundial de la Salud). También hay que nombrar al Movimiento Universal por la Responsabilidad Científica (MURS) animado por Jean Dausset, premio Nobel, quien ha hecho adelantar en gran medida la reflexión ética sobre la ciencia.

El interés de estos organismos es doble: por un lado, son lugares de intercambios pluridisciplinarios, indispensables porque permiten franquear las fronteras entre las diferentes culturas científicas; por otro, las reflexiones que allí se originan, al hacerse públicas, fomentan la democratización del debate ético.

El fenómeno sociológico más original es, empero, la creación de comités de ética en un número creciente de países.

A partir de los años sesenta, estos comités se crearon al comienzo de manera casi espontánea, esencialmente en el campo de las ciencias de la vida y la salud, en los centros de investigación o en los hospitales.

Después se oficializó su existencia. Francia fue el primer país que creó en 1983 un comité consultivo nacional de ética para las ciencias de la vida y la

su legitimidad es garantizar la transparencia del debate ético.

La fórmula del «comité de ética» no se limita la esfera nacional; en efecto, éstos existen también en el plano internacional.

Uno de estos comités funciona en el marco de la Unión Europea: se trata del Grupo de Consejeros para la Ética en la Biotecnología (GCEB), representado en la Comisión de Bruselas. Creado en 1991, cuenta con nueve miembros, todos de distinta nacionalidad, que pertenecen a disciplinas científicas, jurídicas y filosóficas. Su labor consiste en identificar los interrogantes éticos planteados por las tecnologías de la materia viva, para que éstos se tengan en consideración en los proyectos de ley que se ocupan de las distintas áreas de competencia de la Unión Europea (agricultura, salud, alimentación, industria, medio ambiente, protección del consumidor, etc.)

El segundo comité internacional de ética, el único de alcance universal, es el Comité Internacional de Bioética (CIB) creado por la UNESCO en 1992 por iniciativa del Director General de la Organización, Federico Mayor.

Único en su género, el CIB es un centro de intercambio de ideas e informaciones y un lugar de encuentro «Norte/Sur». Sus 50 miembros pertenecen a 35 nacionalidades y representan disciplinas muy diversas. Junto a científicos, juristas, filósofos, sociólogos, colaboran demógrafos, antropólogos, especialistas en nutrición; todas estas especialidades interesan a los países del Sur.

A diferencia del GCEB, el CIB no emite opiniones sobre asuntos específicos. Cada una de sus reuniones plenarias anuales se celebra en la sede de la UNESCO, con la presencia de un público escogido y de la prensa, y tiende solamente a informar, desde un punto de vista prospectivo, sobre la situación de la investigación genética en el mundo y sus aplicaciones derivadas: terapia genética, pruebas genéticas, neurociencias, consejo genético...

La misión esencial del CIB es, empero, de índole jurídica. Se basa en el mandato asignado al Director General por una Resolución del 15 de noviembre de 1993 de la Conferencia General

salud. Desde entonces, éste sirvió de modelo a otros países de Europa y, más adelante, a otros continentes.

En efecto, si nos remitimos a la encuesta efectuada en 1994 por la Unidad de Bioética de la UNESCO, existen más de 200 comités nacionales de ética (Kutukdjian, 1994) con estatutos y atribuciones diversas.

Cualesquiera sean sus campos de acción, estos comités para merecer el calificativo de «éticos» deben cumplir por lo menos dos condiciones: ser pluridisciplinarios y pluralistas al asociar a representantes de las ciencias denominadas «exactas» y de las ciencias humanas, así como a representantes de diversas corrientes filosóficas; ser independientes con respecto al poder político y al poder económico, ya que la ética debe fundarse necesariamente en una libre confrontación de las opiniones y los conocimientos (Ambroselli, 1990; Le Bris, 1993). Las opiniones y recomendaciones de los comités de ética, cuyas atribuciones son en general consultivas, no tratan de aportar soluciones definitivas a los problemas éticos. Por definición, el debate ético se renueva al nutrirse con los problemas planteados por las nuevas situaciones que genera la ciencia.

Ni comité de colegas, ni comité de expertos, los comités de ética no son, con mayor motivo, centros de decisión, puesto que esto incumbe a los responsables políticos. Pero los comités de ética estudian las alternativas entre las que habrá que escoger. Asimismo, uno de los fundamentos de

de los Estados Miembros de la UNESCO, que preveía la preparación «de un instrumento internacional para la protección del genoma humano».

La ética de la ciencia y los principios universales de los derechos humanos

La ética, aun si supone un planteamiento permanente, no se limita a una conducta. Como su objetivo es «guiar las acciones humanas», lleva irremediabilmente a los principios que fundamentan los derechos humanos. ¿Cuáles son esos principios?

En primer lugar, sean cuales fueren las potencialidades de la ciencia, hay que preservar el respeto de la dignidad de la persona y su libertad, elemento esencial de dicha dignidad.

La segunda idea clave, fundada en el principio de responsabilidad, es la protección de la humanidad, amenazada por los propios seres humanos. Tratar de minimizar los riesgos tecnológicos se ha convertido en un imperativo ético.

La tercera exigencia ética se refiere a las relaciones entre la ciencia y el poder, sea político, económico o religioso. Si los científicos, consultados en su calidad de expertos, no deben tratar de reemplazar al poder, del mismo modo, éste debe respetar y garantizar la autonomía de la investigación, y también la libertad de pensamiento. Cabe reafirmarlo de manera solemne a la luz del pasado, que ofrece varios ejemplos de infracciones a estas normas de conducta. Efectivamente, el poder puede sentirse inclinado a defender su hegemonía declarando nulos y sin valor determinados descubrimientos, como en el caso de las tesis copernicanas condenadas en 1616. O bien, inversamente, puede pretender explotar la ciencia para reforzar sus bases ideológicas, como en los extravíos de la «biología proletaria» influenciada por el soviético Lyssenko en los años cincuenta.

Éstos son los tres principios que pueden fundamentar la ética de la ciencia: respeto de la dignidad de la persona y su libertad; prevención de los riesgos tecnológicos de los que depende el futuro de la humanidad; preservación de la libertad de creación científica.

Por último, no es posible hablar de la ética de la ciencia sin enunciar un cuarto principio fundamental: la solidaridad intelectual y moral de la humanidad a la que se alude en el Preámbulo de la Constitución de la UNESCO. En efecto, no se puede ya tolerar que las ventajas del progreso sólo beneficien a las clases o los países más ricos. Compartir los conocimientos científicos es una condición para que los países puedan lograr un desarrollo sostenible y que todos los hombres gocen de condiciones de vida dignas. Como señaló el Director General de la UNESCO, Federico Mayor, en el discurso que pronunció en el Comité Internacional de Bioética, en septiembre de 1994, «...el progreso científico, los conocimientos son universales, por esta razón deberían ser considerados patrimonio común y, en consecuencia, compartidos de manera igualitaria».

Es en el campo de las ciencias de la vida donde el proyecto ético parece haber avanzado más. La genética despierta grandes esperanzas con respecto a las posibilidades de erradicar las enfermedades importantes de este siglo; pero, al mismo tiempo, genera el temor de que se ponga en peligro la especie humana y su medio ambiente. Gracias a la ingeniería genética el ser humano se convierte en «ingeniero del hombre», para utilizar la fórmula de M. Bedjaoui, miembro del CIB de la UNESCO.

Esta doble problemática condujo a la adopción de numerosas leyes relacionadas con la ética de la biomedicina, en Europa, Estados Unidos y América Latina (Brasil). Un proyecto de convención-marco de bioética, elaborado por el

Consejo de Europa, se dio a conocer a principios de 1994. Todos esos textos se refieren a las aplicaciones médicas de la biología y la genética. Progresivamente se completan con textos de alcance más general sobre la investigación en genética que fijan las normas de seguridad a las que deben ajustarse la utilización restringida o la difusión voluntaria de organismos genéticamente modificados (OGM) (reglamentaciones nacionales, directrices europeas).

Las Naciones Unidas han ratificado solemnemente la relación de la ética con los derechos humanos. En la Conferencia de Viena, en junio de 1993, esa Organización instó a los Estados a velar por el respeto de los derechos y la dignidad humana en el campo de las ciencias de la vida y de las ciencias biomédicas. Con anterioridad las Naciones Unidas se habían preocupado por la preservación de la variedad de especies vivas al aprobar el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 6 de junio de 1992). Por su parte, la OMS tiene planeado lanzar un programa «ética y salud». La Unión Interparlamentaria, por último, incluyó en el orden del día de su reunión de marzo de 1995 la cuestión de la relación entre la bioética y los derechos humanos.

El CIB, en conformidad con su mandato definido por la UNESCO en noviembre de 1993, se dedica a preparar el primer instrumento internacional de alcance universal «sobre la protección del genoma humano».

El proyecto de declaración establecido en marzo de 1993 por la comisión jurídica del CIB, dirigida por el embajador Héctor Gros Espiell, se sometió, en el transcurso de 1995, a una amplia consulta de carácter oficioso entre organizaciones internacionales —gubernamentales y no gubernamentales—, grandes universidades y numerosos comités de ética.

Este procedimiento responde a la preocupación de hacer que el futuro texto sea un instrumento de diálogo entre las culturas del mundo.

Pero el principal aporte del proyecto de declaración es el de situar al genoma humano en el «patrimonio común de la humanidad». Con esto la humanidad, así como los derechos de las personas que la componen, se erigen en sujetos de derecho internacional. Siguiendo este tenor, el texto reafirma los derechos de las personas a la preservación de su dignidad y libertad. Niega en especial toda discriminación basada en las características genéticas y expresa entre líneas el rechazo de toda reducción que pretendiera resumir la personalidad de cada uno por su componente genético. El hombre no es «todo genes», escribió el biólogo francés Francois Gros.

El código de Nuremberg, redactado en 1947 por la Asociación Médica Mundial, después de la revelación de las «experiencias» realizadas por los nazis en seres humanos, fue el primer documento internacional que afirmó que el hombre no puede ser simplemente un objeto para la ciencia. Del mismo modo, el proyecto llama la atención sobre la obligación de obtener el consentimiento de la persona antes de que se practique una investigación sobre ella.

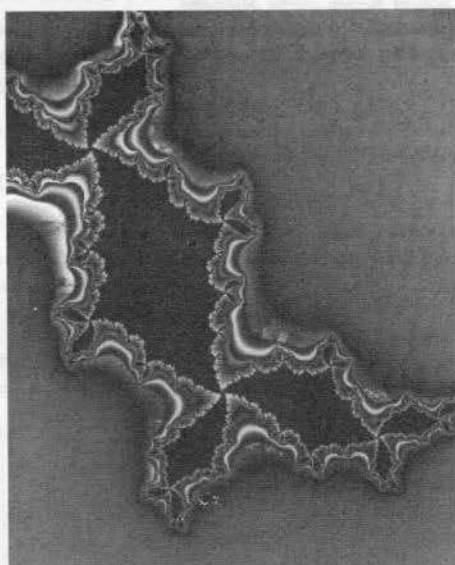
El proyecto de declaración enuncia finalmente otros dos principios que corresponden a derechos culturales y sociales:

- La libertad de creación científica excluye en particular la posibilidad, por lo demás ilusoria, de autorizar sólo las investigaciones capaces a priori de culminar en aplicaciones útiles para el hombre.
- El derecho de cada uno de gozar de los beneficios de los progresos de la genética. Este derecho, que está lejos de ser una realidad, se basa en la igualdad, que la evolución mundial exige más que nunca mantener como objetivo.

Estos principios diversos, primeros jalones de una ética internacional, pueden transponerse a otros campos que no sean las ciencias de la vida, puesto que el objetivo de la ética no es la ciencia en sí, sino el ser humano y, más allá del ser humano, la especie humana.

La ética de la ciencia tiene aún que superar sus contradicciones:

- Conciliar el respeto del pluralismo cultural y el carácter necesariamente universal de los derechos humanos.



- Brindar a la sociedad moderna los medios de velar por la prevención de los riesgos relacionados con las innovaciones tecnológicas sin restringir la libertad de investigación.

- Tener en cuenta las condiciones económicas de una investigación

que cuesta cada vez más, preservando la libre circulación de la información científica y la difusión de la cultura científica en todo el mundo.

- Reconocer la responsabilidad social especial de los investigadores sin dejar de fundamentar en el derecho el principio de la responsabilidad de la sociedad en su conjunto.

«Nuestro patrimonio no está precedido por un testamento», dijo el poeta francés René Char.

La dignidad del hombre depende de la conciencia que éste tiene de sus responsabilidades y la ética de la ciencia, expresión de esta toma de conciencia, es uno de los primeros deberes de la humanidad.

- Academia de Ciencias (1995) *La brevetabilité du génome*, Informe n° 132 (Febrero), París.
- Ambroselli, C. (1990) *Le comité d'éthique*. Colección Que sais-je?, París, PUF.
- Arendt, H. (1992) *La crise de la culture*, París, Gallimard.
- Atlan, H. (1986) *A tort et à raison. Intercritique de la rationalité et du mythe*, París, Le Seuil.
- Bedjaoui, M. (1995) *Le génome humain, comme patrimoine commun d'Humanité ou la génétique de la peur à l'espérance*, en Federico Mayor, Amicorum Liber, Volumen II. Bruselas, Ed. Bruylant.
- Brody, E. (1993) *Biomedical Technology and Human Rights*, París: UNESCO Publishing/aldershot, UK: Dartmouth Publishing.
- Carrington Coutts, M. (1991) *Basic Resources in Bioethics*, Washington D.C.: Georgetown University, National Reference Centre for Bioethics Literature.
- Changeux, J.P. (1984) *L'homme neuronal*, París, Fayard.
- _____ (1995) *Penser la bioéthique: un débat philosophique*, en Federico Mayor, Amicorum Liber, Volumen II. Bruselas, Ed. Bruylant.
- Comité Consultivo Nacional Francés de Ética (1994), París, La Documentation française.
- Dagognet, F. (1988) *La maîtrise du vivant*, París. Hachette/UNESCO/Institut international de philosophie.
- Dausset, J., Dulbecco, R., Galjaard, H., Suleiman, E.N. y Kutukdjian, G.B. (1994) «*nacer o no nacer. ¿Tenemos derecho a manipular la vida?*», En El Correo de la UNESCO, Septiembre 1994.
- Engelhart, H.T. Jr. (1991) *Bioethics and secular humanism: the search for a common morality*, Valley Forge, PA, Trinity Press International.
- Fagot-Largeault, A. (1985) *L'homme bio-étique: pour une déontologie de la recherche sur le vivant*, París, Maloine.
- Gros, F. (1988) *Les progrès de la biologie contemporaine*, Diogenes, 142.
- _____ (1993) *Regard sur la biologie contemporaine*. París, Gallimard/UNESCO.
- Habermas, J. (1983) *Morale et communication: conscience morale et activité communicationnelle*, París, Le Cerf.
- _____ (1988) *Le discours philosophique de la modernité*, París, Gallimard.
- Jonas, H. (1990) *Le principe responsabilité*, París, Le Cerf.
- Jordan, B. (1993) *Voyage autour du génome: le tour du monde en 80 labos*, París, John Libbey Eurotext/INSERM.
- Kutukdjian, G. (1994) «*Comités nationales de ética: observatorios en el mundo entero*». En El Correo de la UNESCO, Septiembre 1994.
- Le Bris, S. (1993) *Study of European Ethics Committees for the Council of Europe*, Council of Europe Occasional Paper.
- Lenoir N. y Sturière, B. (1991) *Aux frontières de la vie: une éthique biomédicale à la française*, Informe al Primer Ministro, París, La Documentation française.
- Lévi-Strauss, C. (1952) *Raza e historia*, París, UNESCO.
- Levinas, E. (1982) *Éthique et infini*, París, Fayard.
- Mayor, F., Fall, I., Bessis, S., Bernard, A., Darbishire, H., Nowak, M., Hessel, S., Fournier, F. y Mock, A. (1994) «*Derechos humanos- Una larga marcha*». En El Correo de la UNESCO, Marzo 1994.
- Meyer, G.R. (1991) *Bioethics in Education*, París. Unión Internacional de Ciencias Biológicas.
- Moulin, M. (1990) *Contrôler la science? La question des comités d'éthique*, Bruselas, De Boeck-Wesmael.
- Rawls, J. (1987) *Théorie de la justice*, París, Le Seuil.
- Ribes, B. (1978) *Biología y ética*, París, UNESCO.
- Ruffié, J. (1976) *De la biologie à la culture*, París, Flammarion.
- Russ, J. (1994) *La pensée éthique contemporaine*. Colección Que sais-je? París, PUF.
- Thomas, J.-P., Mehertens, H., Lecourt, D., Larbi Bouguerra, M., Desus, B., Rabinow, P., Nouvel, P., Châtelet, G. y Legendre, P. (1995) «*Au nom de la science*». *Revue des deux mondes*, Febrero 1995.
- Weber, M. (1979) *Le savant et le politique*, París. Unión générale d'éditions.
- Wigner, E.P., Tinbergen, J., Natta, G., Burnet, F.M., Szent-Györgyi, A. y Cassin, R. (1972) «*Des prix nobels méditent sur la science*», *Impact, Science et société*, vol. XXII (4).

Pantanos Artificiales para el Saneamiento de Aguas Negras

El pasado 4 de octubre del presente año se llevó a cabo una conferencia sobre "Pantanos Artificiales para el Saneamiento de Aguas Negras", esto como parte del ciclo de conferencias "La Ciencia desde Tabasco", propuesta del CCYTET, para que a partir del esfuerzo interinstitucional entre el COPLADET y CEIS, se refuercen los objetivos del Consejo, encaminados a contribuir en el desarrollo científico y tecnológico en el Estado, mediante la exposición de temas de interés para la comunidad científica, impartidos por especialistas de alto nivel, generando espacios de discusión y análisis.

En esta ocasión, el conferencista invitado fue el Ing. Michael Ogden, con amplia experiencia adquirida en más de 30 años en el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales con tecnología ecológica en los Estados Unidos, y otros países.

Mediante su empresa Southwest Wetlands Institute ha diseñado más de ciento cincuenta plantas de tratamientos lo cual lo convierte en el individuo que ha diseñado más plantas de este tipo en el Mundo.

Desde su punto de vista práctico-experimental, el objetivo de los pantanos artificial para el tratamiento de las aguas residuales, es eliminar carbono, y otras sustancias como nitrógeno de las aguas, con procesos naturales sin insumos de energía. Todo ello mediante un sistema natural apoyado por plantas de pantanos.

El costo de la planta de tratamiento, su construcción, su mantenimiento, operación y el consumo de energía, comparado con los beneficios de los otros tratamientos artificiales, es la quinta parte del costo del sistema de lodos activados, poniendo así algunos ejemplos de lo económico que resulta este sistema.



De igual forma el Maestro Ogden comentó algunas de las experiencias en plantas de tratamientos efectuadas en nuestro país y las ventajas que han dejado. El primer pantano artificial para el tratamiento de aguas municipales fue diseñado por el Maestro Ogden y opera en el municipio de Santa Cruz Quilehtla en el Estado de Tlaxcala, atendiendo a la cabecera con una población de 6,000 habitantes. La calidad de agua rebasa las normas establecidas. La segunda planta se encuentra en el Carmen Tequexquitla, trata el agua a nivel terciario para verterlas

directamente en la Laguna de Totolcingo. Esta planta atiende a una población de 18,000 habitantes.

La conferencia del Maestro Ogden fue escuchada por importantes personalidades del medio ecológico del Estado, así como el Ing. Juan Wiley Cárdenas, Coordinador General de Asesores, Lic. Eduardo Estaño Vidal, Coordinador General de Copladet y el M. en C. Miguel O. Chávez Lomelí, Director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco.

INFORME MUNDIAL SOBRE LA CIENCIA 1998

lecturas recomendadas

Este informe es publicado cada dos años por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Ésta última edición está dividida en dos grandes temas: el primero, El Estado de la Ciencia en el Mundo, incluye un análisis de los indicadores de ciencia y tecnología para las diferentes regiones socioeconómicas mundiales; el segundo, Temas Contemporáneos, analiza el aporte científico a la seguridad alimentaria, la ciencia y la gestión del agua, así como la globalización y comunidades científicas en los países en desarrollo.



Aporta material de referencia en temas como abastecimiento alimenticio y el agua, que son afectados por un rápido crecimiento demográfico y el estrés ambiental. Presenta la importancia de la globalización que hace posible una cooperación real en materia tanto de investigación como de desarrollo, reforzados por la existencia de contratos comerciales libres y una mejor protección de los derechos de la propiedad intelectual. Su análisis y reflexión permite adquirir una mayor conciencia de las oportunidades que ofrece la ciencia para acelerar el desarrollo socioeconómico, sin olvidar que cada nación debe orientar su propio rumbo hacia un desarrollo nacional sostenible.

EL CORREO DE LA UNESCO. MAYO 1999.



Este número está enfocado a la Ciencia, presentándonos un panorama internacional de la investigación y sus esfuerzos para responder a las necesidades del mundo. Puntualiza los campos nuevos que la innovación ha permitido desarrollar. Conjuntamente analiza las funciones de la tríada: EEUU - Japón - Europa y la forma en que se establecen las tendencias mundiales para la ciencia.