

Pensamiento crítico y responsabilidad ética de la comunidad científica en México

Raúl Alva García
Enrique Mendieta Márquez

LAS CONSECUENCIAS DEL ANALFABETISMO científico son mucho más graves hoy en día que en cualquier época anterior. Es peligroso que la sociedad mantenga su ignorancia o una imagen falsa sobre el calentamiento global, la contaminación del aire, la erosión del suelo, la deforestación tropical, el crecimiento exponencial de la población. En Derecho, el desconocimiento de las leyes no te exculpa de su cumplimiento pero difícilmente te matará. En el Universo, el desconocimiento de las leyes científicas de la naturaleza no te excluye de su cumplimiento y puede costarte la vida.

Muchos científicos consideran que su trabajo es la ciencia y que involucrarse en la crítica política o social es una distracción y antitético a la ciencia. Pero los poderes que la ciencia pone a nuestra disposición deben ir acompañados de gran atención ética y preocupación por parte de la comunidad científica. Por esta razón —y no por su aproximación al conocimiento— la responsabilidad ética de los científicos también debe ser muy alta, sin precedentes. Los programas universitarios de ciencia deben plantear explícita y sistemáticamente estas cuestiones.

En México muchos argumentan en contra del uso extensivo de tecnologías limpias, dicen que son muy nuevas, muy caras y no muy rentables; pero ya son bastante antiguas en el mundo y la inversión y el uso intensivo de las mismas, como el de cualquier otra tecnología, las han ido perfeccionando, han reducido sus costos y los precios finales al consumidor. La historia lo ha probado más de una vez, como lo demuestra la joven trayectoria de las computadoras. Y ¿qué tienen que ver una cosa con la otra?

En un mundo supertecnológico los trabajos y sueldos dependen de la ciencia y la tecnología. Si México no puede producir, a precio razonable, la energía que necesita, las

industrias seguirán emigrando con la consecuente pérdida de prosperidad en nuestro país.

En el discurso político es fácil encontrar relatos falsos que hacen caer en la trampa al crédulo; es mucho más difícil encontrar tratados escépticos.

La ciencia no es sólo el gozo de desentrañar lo desconocido, es un asunto práctico: ofrece la más poderosa herramienta para cuestionar las ideas de justicia política, económica y religiosa de la sociedad. Es el medio para preservar la vida en la Tierra. Es el medio por el cual podemos evitar la destrucción de tesoros invaluable que pertenecen a todos; de otro modo, la gente alrededor del mundo tendrá grandes problemas...

La percepción del Mundo en diferentes culturas antiguas (aún palpable hoy) como la griega, la china o la babilónica era la de una Tierra sólida, estable y en reposo, alrededor de la cual se movían cada día las estrellas, el Sol y la Luna, en una esfera celeste, con su aparición por el Este y su ocultación por el Oeste (*Saber Ver*, 1993). Esto llevó a las sociedades occidentales prerrenacentistas a creer que la Tierra estaba en el centro del Mundo; lo que fue sistematizado en el siglo I de nuestra era por Ptolomeo de Alejandría en su *Μαθηματικη συνταξις*, que consideraba a la Tierra inmóvil como el centro del Universo. El modelo matemático de éste permitía predecir los movimientos estelares y los eclipses con bastante precisión. Su Universo centrado en la Tierra imperó por 1,500 años. Esta percepción es producto de la limitación generada por los filtros naturales que representan nuestros sentidos.

A pesar de que en el siglo III antes de nuestra era Aristarco de Samos esbozó un modelo centrado en el Sol, este sistema del Mundo sólo fue seriamente determinado matemáticamente hasta principios del siglo XVI, cuando el

astrólogo polaco Nicolás Copérnico “puso en movimiento a la Tierra” (su sexto postulado) —como siempre ha estado, sólo que ahora, en la era espacial, podemos observar la evidencia definitiva a través de las imágenes captadas por las cámaras de *Galileo*, en diciembre de 1990 (Nemiroff & Bonnell, 2007), y de *Messenger*, en agosto de 2005 (Roy, 2005), en sus viajes interplanetarios ayudados por la gravedad terrestre rumbo a Júpiter y Mercurio, respectivamente.

Los descubrimientos de la ciencia pueden no ser inmediatamente comprensibles o satisfactorios. El mismo Galileo, antes de 1610, había rehusado defender públicamente el modelo copernicano, a pesar de su convicción en éste, porque las pruebas de que disponía antes de usar el telescopio eran indirectas —sólo se había apoyado en argumentos geométricos y en el uso de las matemáticas (Solís, 1984).

¿Por qué no se aceptó fácilmente el modelo construido mediante los hechos descubiertos por la ciencia?

La censura que hizo Lutero de Copérnico en 1539 no tuvo más argumento que su fe dogmática y acrítica en las “Sagradas Escrituras” de la Biblia. Siglos antes, Plutarco relató cómo Aristarco fue igualmente acusado de impiedad. De acuerdo con la física aristotélica, si la Tierra girase o rotara, las piedras no podrían caer perpendicularmente al suelo. Y las precisiones del modelo copernicano, por su naturaleza técnica o matemática, eran incomprensibles e irrelevantes para el vulgo (Elena, 1983).

A mediados del siglo XIX el físico británico Michael Faraday recibió la visita de la Reina Victoria. Entre los descubrimientos útiles y notables de Faraday estaban la electricidad y el magnetismo. Entrados en el diálogo, la Reina le preguntó sobre la utilidad de tales estudios, a lo que se dice que él contestó: “*Madam, of what use is a baby?*” (Sagan, 1980).

Viviendo a mediados del siglo XIX Faraday tenía idea de que algún día habría usos prácticos para la electricidad y el magnetismo. En la misma época y en la misma isla, el escocés James Clerk Maxwell, basado en los trabajos de Faraday y otros, estableció los principios matemáticos del electromagnetismo que llevaron, finalmente, a la revolución tecnológica de la electrónica. Los productos de la ciencia han cambiado a la sociedad global. El avance en comunicaciones ha desprovincializado gran parte del mundo (Sagan, 1996).

La velocidad del cambio ha sido tan rápida que testigos de los primeros aeroplanos vivieron para ver vuelos supersónicos comerciales, el descenso de los primeros humanos sobre la Luna y las primeras imágenes proporcionadas por naves robóticas desde las superficies de Venus y Marte. Ro-

bots operados por humanos y robots operados por robots. (Trovamala, 2007).

Es razonable que una forma de medir el bienestar de las personas sea mediante la esperanza de vida que se tenga al nacer; es difícil disfrutar del bienestar si se está muerto. A partir del descubrimiento científico de la teoría germinal de las enfermedades realizado por Holmes, Semmelweis, Pasteur y otros, comenzó el desarrollo de medidas sanitarias en las sociedades industrializadas que, junto con el descubrimiento de los bacteriostáticos y los antibióticos, casi duplicaron la esperanza de vida en poco más de un siglo (Pelczar y Chan, 1981). Las enfermedades que antes se llevaban a bebés e infantes se han reducido progresivamente gracias a la ciencia, que también ha permitido que la Tierra pueda alimentar a más de seis mil millones de seres humanos.

Si quiere saber el sexo de su hijo no nato dentro del vientre materno, puede consultar a una adivina o probar con una ecografía. Podemos rezar por un enfermo de cólera o administrarle 500 mg de tetraciclina cada 12 horas. La magia y las religiones se fundan en la creencia del dogma impuesto. La verdad científica se funda en la evidencia del hecho observado y verificado. No se trata de reemplazar una fe dogmática por otra igualmente arbitraria. No es idolatría, es el medio autocrítico y autocorrectivo por el que podemos distinguir a los ídolos falsos. La ciencia funciona porque ha incorporado mecanismos de corrección de errores: no hay preguntas prohibidas ni temas delicados ni verdades sagradas (Sagan, 1996).

Las ideas populares sobre la naturaleza del Universo son puestas a prueba por la ciencia y algunas de ellas son desechadas. Se proponen nuevas ideas que están en mejor acuerdo con los hechos. Hay propuestas imaginativas, debates vigorosos, síntesis brillantes, y el tesoro resultante representa potenciales poderes para las sociedades humanas. Que las leyes científicas de la naturaleza, como las leyes de la mecánica newtoniana, son universales, es una experiencia cotidiana... Los objetos en movimiento permanecen en movimiento. Toda acción tiene una reacción igual y opuesta. Pero la gente no va por ahí probando conscientemente en cada momento todas y cada una de las leyes de la naturaleza, aunque sufra sus consecuencias. Tal vez sería sano comenzar a hacerlo (Alva, 2008).

Muchos de los productos más prácticos y benéficos de la ciencia han sido imprevisibles o consecuencia de la *serendipia*. El teflón (*Du Pont*, 2008) y la penicilina (*Flemming*, 1945) se obtuvieron de esta forma —si bien, de ninguna manera fue azarosa o totalmente casual— y pocos sugerirían que el efecto de tales hallazgos no ha sido positivo.

Sin embargo, tampoco podemos afirmar que la ciencia y la tecnología se han desarrollado de manera absolutamente

eficiente. Gradualmente nos hemos dado cuenta que las actividades humanas pueden tener efectos adversos. Hace menos de medio siglo que surgió la preocupación por el efecto antropogénico sobre el ambiente, no sólo local, sino de alcance global (Carson, 1962).

La ignorancia sobre las características de una civilización basada en la combustión como fuente de energía, que emite enormes cantidades de bióxido de carbono a la atmósfera, ha tenido como efecto el aumento en la temperatura de la Tierra (Revelle y Suess, 1957; Keeling, 1960), dañando, además, gravemente a los ecosistemas acuáticos oceánicos (Orr *et al.*, 2005) y terrestres y amenazando a la vida entera en el planeta.

Las consecuencias del analfabetismo científico son mucho más graves hoy en día que en cualquier época anterior. Es peligroso que la sociedad mantenga su ignorancia o una

imagen falsa sobre el calentamiento global, la contaminación del aire, la erosión del suelo, la deforestación tropical, el crecimiento exponencial de la población. En Derecho, puedes ampararte contra las leyes humanas, y aunque su desconocimiento no te exculpa de su cumplimiento, difícilmente te matará. En el Universo, ningún amparo otorgado por la justicia federal te protege contra el cumplimiento de la Ley de la Gravitación Universal; el desconocimiento de las leyes científicas de la naturaleza no te excluye de su cumplimiento y puede costarte la vida.

El impedimento para el pensamiento científico no es la dificultad de los temas; es político y económico. Se puede declarar que las herejías son peligrosas, se pueden aplicar sanciones contra ideas no permisibles sin causar grandes daños —el gobierno norteamericano le retuvo su pasaporte a Pauling por su activismo pacifista y su crítica pública;



Cuando nos llega el momento, óleo sobre lienzo, 55 x 60 cm, 2008

una forma de arresto domiciliario— (Kreisler, 1983), sin embargo, en circunstancias ambientales y biológicas cambiantes ya no funciona el hecho de copiar y conservar las formas antiguas. Es tarea de los científicos alertar al público de los peligros posibles, especialmente los que derivan de la ciencia o se pueden prevenir mediante su aplicación. Las advertencias deben ser juiciosas y no más alarmantes de lo que exige el peligro; pero si tenemos que cometer errores, teniendo en cuenta lo que está en juego, que sea por el lado de la seguridad.

Durante la primera década del presente siglo se ha estado discutiendo sobre la perspectiva del petróleo en México y una reforma energética, pero la discusión ha sido principalmente política o económica o, si acaso, aparentemente tecnológica. Lo ocurrido en Tabasco en octubre y noviembre de 2007 y la interpretación que públicamente se hizo sobre ello son un reciente ejemplo.

Las celdas fotovoltaicas se han usado en el espacio desde 1958 para suministrar energía eléctrica a los satélites artificiales debido a que son muy eficientes en la conversión de energía solar a energía eléctrica ($\pm 20\%$), aunque tienen el inconveniente de ser muy caras (Romo, 1998). La solución ha radicado en abaratar el procedimiento para poder utilizarlo en la Tierra en forma competitiva.

En Alemania, Holanda y Japón se utiliza la energía solar para hogares y algunas industrias. En Japón, el gobierno financió proyectos de instalación de sistemas fotovoltaicos en los techos de los hogares; en 1994 el costo del *kilowatt* oscilaba alrededor de once dólares y la inversión fue elevada para la creación de las celdas solares; ahora el costo ha disminuido a 5.50 dólares, y continúa a la baja. En este lapso se amortizó el costo de las celdas; ahora los ciudadanos prácticamente tendrán consumo gratuito durante el resto de la vida útil de las celdas, que es de 12 a 14 años (Torres Camargo, 2006).

En la década de 1980, el Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional instaló la primera planta piloto productora de celdas fotovoltaicas de silicio en México. Sin embargo, una década después, la falta de apoyos económicos y de políticas públicas de incentivos impidió que la planta siguiera trabajando. Y lo mismo puede decirse sobre intentos con otras fuentes alternas de “energía limpia” (Reforma, 2008).

Así, en México muchos han argumentado en contra del uso extensivo de tecnologías limpias, han dicho que son muy nuevas, muy caras y no muy rentables; pero ya son bastante antiguas en el mundo y la inversión y el uso intensivo de las mismas, como el de cualquier otra tecnología, las han ido perfeccionando, han reducido sus costos y los precios finales al consumidor (Hamilton, 1975; Wilhelm, 1976;

Weaver, 1977). La historia lo ha probado más de una vez, como lo demuestra la joven trayectoria de las computadoras o de la telefonía celular (Trovamala, 2007).

En un mundo supertecnológico, los trabajos y los sueldos dependen de la ciencia y de la tecnología. Si México no puede producir, a precio razonable, la energía y los bienes de consumo y de capital que necesita, las industrias seguirán emigrando con la consecuente pérdida de bienestar y de prosperidad en nuestro país.

En el discurso político es fácil encontrar relatos falsos que hacen caer en la trampa al crédulo; es mucho más difícil encontrar tratados escépticos.

La ciencia no es sólo el gozo de desentrañar lo desconocido, es un asunto práctico; ofrece la más poderosa herramienta para cuestionar las ideas de justicia política, económica y religiosa de la sociedad. Es el medio para preservar la vida en la Tierra. Es el medio por el cual podemos evitar la destrucción de tesoros invaluables que pertenecen a todos.

Hemos desperdiciado más de tres décadas desde la última revolución supertecnológica digital y en energía. Podemos y debemos movernos ahora, ya que, como otros han demostrado en diversos campos de la actividad humana, aún es posible. Pero la decisión depende de ciudadanos críticos e informados y de la presión que éstos hagan en sus representantes ante el Congreso; no debemos continuar retrasándola porque —parafraseando a la banda de *rock* alternativo *Simple Plan*— “se nos está acabando el tiempo”.

Muchos científicos consideran que su trabajo es la ciencia y que involucrarse en la crítica política o social es una distracción y antitético a la ciencia. Pero los poderes que la ciencia pone a nuestra disposición deben ir acompañados de gran atención ética y preocupación por parte de la comunidad científica. Por esta razón —y no por su aproximación al conocimiento— la responsabilidad ética de los científicos también debe ser muy alta, sin precedentes. Los programas universitarios de ciencia deben plantear explícita y sistemáticamente estas cuestiones (Evans, 2000).

En este tenor, en la División Ciencias Biológicas y de la Salud (DCBS) de la UAM-Iztapalapa se ha propuesto la creación e implementación de un curso-seminario titulado *Pensamiento crítico: Ciencia y sociedad* (<http://docencia.izt.uam.mx/docencia/alva/crithink.html>), que trata sobre diversas influencias que forman principalmente —mas no únicamente— a las ciencias biológicas. Los tópicos incluyen evolución y selección natural, herencia, desarrollo y genética determinista, biotecnología, intervención reproductiva, ecología e impacto ambiental, entre otros. Se interpretan episodios sociales en el pasado y el presente de la ciencia, a la luz del contexto histórico, económico y político de

los científicos, uso del lenguaje, e ideas sobre la causalidad y la responsabilidad. Las respuestas deben ser claramente racionalizadas y críticamente explicadas por el pensamiento de los alumnos del seminario, quienes provendrán no sólo de la DCBS. El curso proporciona la suficiente comprensión de los métodos de la ciencia para detectar casos tales como las pseudociencias, fenómenos paranormales, medicina alternativa y otras afirmaciones extraordinarias, así como el significado de la ciencia y la tecnología como elementos dinámicos en la sociedad. El objetivo no es en sí aprender el pensamiento científico, sino la habilidad para pensar críticamente sobre diversos asuntos como un proyecto para estimular una mayor participación como ciudadanos en el debate público con base científica. •

Referencias

- Alva, R. (2008). Una Reforma Energética para la supervivencia de la vida en la Tierra. Conferencia *Voces sobre la perspectiva del petróleo en México y Reforma Energética*. Sala Manuel Sandoval Vallarta, 14 de mayo. UAM Iztapalapa.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- Copernicus, N. (ca 1514). *The Commentariolus*. Sketch of his hypotheses for the heavenly motions. Obtenido desde <http://dbanach.com/copernicus-commentariolus.htm>.
- Du Pont. (2008). History of Teflon. *News Article*: E.I. du Pont de Nemours and Company. Obtenido desde http://www.teflon.com/NASApp/Teflon/TeflonPageServlet?pageId=/consumer/na/eng/news/news_detail.teflon_history.html.
- Elena, A. (1983). *Nicolás Copérnico, Thomas Digges, Galileo Galilei: Opúsculos sobre el movimiento de la Tierra*. México: Alianza/SEP.
- Evans, J. (2000, November, 30). Terzian brings back Carl Sagan's critical-thinking course. *Cornell Chronicle*. Obtenido desde www.news.cornell.edu/Chronicle/00/11.30.00/critical-thinking-course.html.
- Fleming, A. (1964). Penicillin. In *The Nobel Foundation. Nobel Lectures, Physiology and Medicine 1942-1962*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company.
- Geometría y naturaleza. (1993, julio-agosto). *Saber Ver*, 11, 6-32.
- Hamilton, R. (1975). Can we harness the wind? *National Geographic Magazine*, 148(6), 812.
- Keeling, C. D. (1960). The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere. *Tellus*, 12, 200-203.
- Kreisler, H. (1983). The Peace Movement in Historical Perspective. Conversation with Nobel Laureate Linus Pauling. *Conversations with History* [Interview]. Institute of International Studies, UC Berkeley/Regents of the University of California. Obtenido desde http://webcast.ucsd.edu:8080/ramgen/UCSD_TV/9165.rm.
- Nemiroff, R. & Bonnell, J. (2007). Rotating Earth from Galileo. In *Astronomy Picture of the Day*. Obtenido desde <http://apod.nasa.gov/apod/ap070514.html>. ASD at NASA / GSFC & Michigan Tech. U.
- Orr, J. C. et al. (2005). Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, 437, 681-686.
- Pelczar Jr., M. J. & Chan, E.C.S. (1981). *Elements of Microbiology*. New York: McGraw Hill.
- Ptolemaeus, C. (ca 150). *Almagest*. Book I. In *Ptolemy's hypotheses of astronomy*. University of St. Andrews Ptolemy Page. Obtenido desde JOC/EFR 2006. http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Extras/Ptolemy_hypotheses.html.
- Reforma. (2008, 17 de enero). Exploran empresas nueva generación de materiales para abaratar costos. Obtenido desde <http://erdm-solar.net/noticias.php?id=36>
- Revelle, R. y Suess, H. E. (1957). Carbon dioxide exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric b during the Past Decades. *Tellus*, 9, 18-27.
- Romo, A. (1998). *Química, universo, Tierra y vida*. Colección La Ciencia desde México. México: FCE.
- Roy, S. (2005). See Earth from Mercury-Bound Spacecraft. In *Marshall Space Flight Center*. Obtenido desde <http://www.nasa.gov/centers/marshall/multimedia/video/2004/video05-145.html>.
- Sagan, C. (1980). *Broca's brain: Reflections on the romance of science*. New York: Random House.
- Sagan, C. (1996). *The demon haunted world: Science as a candle in the dark*. New York: Random House.
- Sagan, C. (1997). *Billions and billions: Thoughts on Life and Death at the Brink of the Millennium*. New York: The Estate of Carl Sagan.
- Solís, S. (1984). *Galileo - Kepler: El mensaje y el mensajero sideral*. México: Alianza/SEP.
- Torres, L. (2006). Optimizan en el Cinvestav celdas solares. *Noticia AMC/38/06*. Obtenido desde <http://www.comunicacion.amc.edu.mx/noticias/optimizan-en-el-cinvestav-celdas-solares/>.
- Trovamala, V. (2007). Ciencia y tecnología aeroespacial en la economía de las naciones. Simposio *50 años de ciencia y tecnología aeroespacial*. México, su estado, aplicaciones, marco legal y la sociedad. Sala Cuicacalli, 5 de octubre. UAM Iztapalapa/UNAM.
- Weaver, K. F. (1977). Geothermal energy. The power of letting off steam. *National Geographic Magazine*, 152(4), 566.
- Wilhelm, J. I. (1976). Solar energy, the ultimate powerhouse. *National Geographic Magazine*, 149(3), 381.
- RAÚL ALVA GARCÍA. Es profesor investigador titular del Departamento de Ciencias de la Salud, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, en la Unidad Iztapalapa de la UAM. Correo electrónico: alva@xanum.uam.mx
- ENRIQUE MENDIETA MÁRQUEZ. Es profesor investigador titular del Departamento de Ciencias de la Salud, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, en la Unidad Iztapalapa de la UAM. Correo electrónico: enme@xanum.uam.mx