

TECNOLOGIA MODERNA Y EL AMBIENTE HUMANO

Por

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director
Centro para Estudios Energéticos y Ambientales
Universidad de Puerto Rico



Ponencia ante la Tercera Conferencia Anual sobre Calidad de Vida
Auspiciada por la Cámara de Comercio de Puerto Rico
28 de febrero de 1985



CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH
UNIVERSITY OF PUERTO RICO — U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Introducción	1
El Método Científico	2
El Teorema Incompleto de Godel	4
La Tecnología Moderna	5
Cambio Acelerado	5
El Impacto de la Tecnología	6
El Ambiente	9
Conclusión	10

LA TECNOLOGIA MODERNA Y EL AMBIENTE HUMANO

Por

Dr. Juan A. Bonnet, Jr., Director
Centro para Estudios Energéticos y Ambientales
Universidad de Puerto Rico

Ponencia ante la Tercera Conferencia Anual sobre Calidad de Vida
Auspiciada por la Cámara de Comercio de Puerto Rico
28 de febrero de 1985

*La ciencia es el mayor portento humano,
pero por encima de ella está la vida
humana misma que la hace posible.*

*José Ortega y Gasset
"La Misión de la Universidad"*

INTRODUCCION

Los más grandes problemas que confronta la humanidad hoy día--problemas de sobrepoblación, alimentación, salud y energía--pueden ser atendidos primordialmente por la ciencia y la tecnología. La tecnología moderna ha permitido que se prolongue la vida, se mejore la salubridad y los métodos de producción y distribución de alimentos, que se desarrollen nuevas técnicas de manufactura, y que la transportación y las comunicaciones sean más rápidas y eficientes. Todo esto ha hecho que tengamos un mundo más compacto y mejor informado. Pero aún no se han resuelto los conflictos sociales y políticos que provocan guerras y otros desastres producidos por el mal uso de los recursos humanos. La ciencia y la tecnología han contribuido a humanizar los valores y a liberar el pensamiento, pero también han contribuido al mal uso de los recursos naturales y a la contaminación del ambiente.

Lo más importante no es adquirir el conocimiento sino saber usarlo debidamente en el desarrollo de una mejor calidad de vida. La ciencia es

neutral pero la tecnología, es decir, la aplicación de la ciencia, no lo es ya que está sujeta al manejo y al buen o mal uso que se le dé.

EL METODO CIENTIFICO

Uno de los más importantes atributos de la naturaleza es la luz del sol. Según el Génesis, las primeras palabras del Creador fueron: "Haya luz", y creó el sol y la luna. Es tarea de la ciencia tratar de explicar los fenómenos de la naturaleza para poder predecirlos matemáticamente. Por otro lado, la explicación del porqué de esos fenómenos corresponde más bien a los filósofos y religiosos. El propósito de la ciencia no es encontrar explicaciones finales sino entender racionalmente los fenómenos de la naturaleza utilizando la matemática y otros lenguajes de la naturaleza. La ciencia es obra de la creatividad humana.

Isaac Newton llevó a cabo los primeros experimentos importantes sobre la naturaleza de la luz en 1666 y llegó a la conclusión que ésta se compone de diminutas partículas o corpúsculos. En el 1678, el físico holandés Christian Huygens propuso una teoría opuesta: la luz se compone de ondas minúsculas.

Albert Einstein, en su teoría especial de la relatividad, postuló en el 1905 que la luz se traslada por el espacio en forma cuántica, el fotón, y dio nueva vigencia al concepto de la luz integrada por partículas. Einstein también introdujo una segunda idea trascendental: la velocidad de la luz no varía jamás.

Un aspecto fundamental de la teoría einsteniana fue la negación de la existencia del espacio y el tiempo absolutos. Partiendo de este supuesto, las medidas de espacio y tiempo son relativas respecto a una estructura de referencia elegida arbitrariamente, estableciendo así el fundamento de la

teoría de la relatividad." La relatividad explica todos los fenómenos conocidos del universo. La visión einsteniana del cosmos combinó estrechamente el espacio y el tiempo al punto de crear un universo cuatridimensional.

La teoría especial de la relatividad postula que se puede considerar la masa como una forma de energía. Sobre esta base Einstein desarrolló su famosa ecuación $E = MC^2$, donde E, energía en ergios, M masa en gramos y C velocidad de la luz (cm/seg), de lo cual resulta la energía nuclear de fisión y fusión.

Utilizando el concepto dual de onda y partícula, en 1926 el físico alemán Erwin Schrodinger ideó una descripción matemática del átomo denominada "mecánica cuántica". Werner Heisenberg desarrolló el principio de incertidumbre. Básicamente, este principio postula que cualquier observación de un evento afecta al evento mismo. Por eso se hace imposible llevar a cabo una medida absoluta. Sin embargo, el cambio del sujeto es tan ínfimo en las mediciones ordinarias que podemos descartarlo. Para muchos esto es como hablar en un idioma desconocido; pero que tenemos que aprender y entender. Como le dijera Hamlet a Horacio en la famosa obra de Shakespeare, "Existen más cosas en la Tierra y en el Cielo que las que puedes soñar con tu filosofía."

El proceso de búsqueda que hemos descrito nos da una idea del método científico. Esta es la base de la tecnología moderna. La teoría de la relatividad y la mecánica cuántica, aunque no son conocidas o entendidas por muchas personas, constituyen la base de los artefactos modernos que todos conocemos.

Como decía Planck, "La ciencia es un combate con vistas a un fin que nunca será alcanzado; en su misma naturaleza está su inaccesibilidad,

porque cuanto más se amplía la esfera de los conocimientos humanos, mayor se hace la esfera del misterio que la rodea". Esto también lo dramatiza el poeta noruego Henrik Ibsen cuando dijo, "Una verdad normalmente constituida vive quince, dieciseis, a lo sumo veinte años".

EL TEOREMA INCOMPLETO DE GODEL

El matemático Kurt Godel en 1930 postuló su teorema de la "incompletabilidad", que se considera el más importante avance de la lógica matemática del Siglo 20. Este teorema postula que ninguna prueba matemática es completa, ya que la matemática como el universo es un sistema abierto. Esta lógica es muy difícil de entender; pero veamos algunos ejemplos que nos pueden ayudar a comprenderla.

Una de las contradicciones más inquietantes de nuestra existencia es saber que "hubo un tiempo cuando yo no estaba vivo y habrá un tiempo cuando yo no esté vivo". Por un lado entendemos que somos sólo un "ser humano más", pero por otro lado la no existencia de un ser humano es un aparente contrasentido. Es esta posiblemente la mejor analogía metafórica sobre el teorema de Godel cuando uno trata de imaginarse su propia inexistencia.

El teorema de Godel envuelve asimismo una paradoja filosófica muy antigua llamada la paradoja de Epiménides o del embustero. La aseveración, "Esta oración es falsa" viola la dicotomía de verdad y falsedad puesto que si uno piensa que la oración es verdad se da cuenta de que es falsa. Pero cuando uno decide que la oración es falsa y lo piensa se da cuenta que está aceptándola como cierta.

Toda esta disquisición nos sugiere que la ciencia no ha podido explicar a cabalidad los fenómenos de la naturaleza y que siempre existirá

una zona de incertidumbre donde hace falta más información. En resumen, es imposible llegar a la verdad científica absoluta y por eso el factor humano es indispensable para utilizar adecuadamente los conocimientos científicos.

LA TECNOLOGIA MODERNA

Uno de los desarrollos más importantes en años recientes ha sido la microelectrónica. Esta se basa en los transistores, que han sido posibles debido a la teoría cuántica. Los rayos laser fueron desarrollados teóricamente por Einstein en su teoría de la relatividad. Similarmente la bioingeniería se basa en los conocimientos sobre la mecánica cuántica de las fuerzas moleculares. El desarrollo de nuevos materiales también tiene su base en estos descubrimientos.

CAMBIO ACELERADO

Nos dice el científico y humanista británico C.P. Snow que a través de la historia de la humanidad y hasta el presente el ritmo del cambio social ha sido muy lento. Tan lento que era imposible advertirlo en el lapso de la vida de una persona. Ya no sucede así. El ritmo del cambio se ha acelerado tanto que nuestra imaginación no es capaz de seguirlo. Ya nadie está dispuesto a esperar períodos de mayor duración que el de una vida humana.

Veamos algunos ejemplos de los cambios acelerados que la tecnología moderna está causando. Orville Wright voló el primer aeroplano, el Kitty Hawk, en 1903. Es lo más probable que todas las personas en este salón hayan utilizado alguna vez este medio de transportación y ya estén soñando con ir de turista a una ciudad en el espacio en una nave interplanetaria.

Otras innovaciones a partir de 1945 incluyen:

1. Farmacéuticos: a. antibióticos, b. drogas antihipertensión, c. droga contra úlceras, d. píldoras anticonceptivas, e. vacunas, f. tecnología DNA;
2. Químicas: a. herbicidas, b. fibras sintéticas, c. plásticas;
3. Electrónica: a. transistores, b. circuitos integrales, c. rayos laser, d. celdas solares, e. videotapes, f. grabadoras, e. microfichas;
4. Computadoras: a. computadoras grandes, b. minicomputadoras, c. microcomputadoras, d. calculadoras;
5. Comunicaciones: a. fibras ópticas, b. satélites, c. televisión, d. estéreos;
6. Transportación: a. aviones jet, b. cohetes, transbordadores espaciales;
7. Materiales: a. plásticos, b. aleaciones, c. cerámica;
8. Enseres del hogar: a. cocinas, b. lavadoras, c. acondicionadores de aire;
9. Manufactura: a. herramientas automáticas, b. robótica, c. nuevas técnicas.

Pensar que en cuarenta años se han introducido todas estas tecnologías es para asustarse pero no debe sorprendernos ya que aproximadamente el 90% de todos los científicos e ingenieros que han existido en el mundo están vivos todavía.

EL IMPACTO DE LA TECNOLOGIA

Podemos resumir el impacto de la tecnología en la forma siguiente:

Primero: Durante este siglo el producto nacional bruto ha aumentado más de seis veces; el promedio de vida aumentó de 40 a 70 años y la producción agrícola e industrial ha aumentado por más de un factor de diez.

Segundo: El mundo se ha achicado debido a los avances de la comunicación y transportación moderna.

Tercero: El impacto negativo de la tecnología ha recibido gran prominencia, en especial los peligros a la salud debido a nuevos materiales y a la contaminación.

En general, los avances de la tecnología han hecho posible que el planeta Tierra pueda soportar el creciente aumento en su población pero no ha hecho posible el mejoramiento de una educación ética y espiritual. Tenemos que estar preocupados por el impacto en los cambios tecnológicos en la calidad de la vida. Recordemos las tragedias recientes en San Juan de Ixhuatepec, México, donde murieron 452 personas debido a una explosión de gas natural, y en Bhopal, India donde más de 2000 personas perecieron envenenadas en isocianato de metilo escapado de una planta de pesticidas. En Puerto Rico han ocurrido algunos escapes de agentes químicos tóxicos como los escapes de cloro de la PPG en Peñuelas en 1971-72, de bióxido de azufre de la D.D. Williamson (PR) LTD en Dorado en 1981, de ácido clorídico de la Cyanamid Agrícola de Puerto Rico, Inc. en Manatí en 1978 y varios escapes de gasolina de tanques soterrados de estaciones de servicio, y la contaminación con tetracloruro de carbono (CCl_4) del acuífero de Barceloneta por la Upjohn. Las posibilidades de un desastre de mayores consecuencias como el de México y la India son menores en nuestra Isla

y en los Estados Unidos debido a la reglamentación ambiental y la seguridad ocupacional. De acuerdo con informes de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de la ONU, más de seis millones de personas en Etiopía, 300 mil en Tanzania, 110 mil en Senegal, cuatro millones en Mozambique, 180 mil en Mali, 90 mil en Zambia, 800 mil en Chad, 225 mil en Zimbabwe, un millón en Mauritania, necesitan ayuda con urgencia para poderse alimentar. Esta es la peor hambruna del siglo ocasionada por la falta de lluvia, guerras entre los pueblos y decadencia o desaparición de la agricultura en muchos países del Tercer Mundo.

Varios autores se han preocupado por estos problemas. Entre estos podemos citar a Rachel Carson (Silent Spring, 1962), Barry Commoner (Ciencia y Supervivencia, 1966), el primer informe del Club de Roma publicado en 1971 con el título Los Límites del Crecimiento, E.F. Schumacher (Small is Beautiful), Alvin Toffler (Future Shock y The Third Wave), Julian Simon y Herman Kahn (The Resourceful Earth).

Alvin Toffler en su libro sobre la "tercera onda" pronostica que a nuestra civilización le esperan cuatro grandes movimientos:

1. Las computadoras serán las grandes aliadas del hombre del Siglo 21. Habrá computadoras en casi todos los hogares y los trabajadores podrán trabajar desde sus casas conectados con la oficina.
2. El hombre establecerá ciudades en colonias espaciales y los viajes extraterrestres serán comunes.
3. El hombre explorará y aprenderá a vivir en el océano como proveedor de alimentos y minerales.
4. La biología será la ciencia de mayor impacto. La genética y la bioingeniería serán de suma importancia.

Estos desarrollos tendrían que llevarse a cabo tomando muy en consideración sus implicaciones sociales. No podemos darnos el lujo de cultivar una ciencia sin conciencia. La decadencia que estamos experimentando en la calidad de la vida humana se debe en gran medida a que los desarrollos económicos y tecnológicos acelerados han intensificado la lucha por la existencia y por la adquisición de riquezas en detrimento del desarrollo cabal del individuo. La tecnología moderna está aumentando la productividad y la efectividad, como resultado de lo cual se requerirá un menor esfuerzo de trabajo para poder satisfacer las necesidades básicas del individuo. Una planificación adecuada del tiempo economizado y una división de trabajo equitativa para propiciar la seguridad material del individuo resultaría en un mayor desarrollo humanístico de su personalidad y en un mejoramiento de la vida. En el desarrollo de la personalidad del individuo está el mejoramiento de la calidad de vida.

Nosotros somos en realidad seres primitivos de una nueva gran civilización. Pero no olvidemos que sin el desarrollo integral del individuo y una cultura ética no habrá soluciones que la ciencia pueda encontrar por sí sola a los problemas de la humanidad.

Para lograr esto hay que fundir la cultura científica y la cultura humanística en una sola. Tanto la una como la otra tienen que familiarizarse con su contraparte para propiciar la formación de un ser humano integral y capaz de ver el mundo como un sistema y no partes separadas. Una ciudadanía bien informada es la mejor garantía para un buen futuro.

EL AMBIENTE

La conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente reunida en Estocolmo en junio de 1972 proclamó en síntesis que:

1. El hombre es a la vez obra y artífice del medio que lo rodea, el cual le da el sustento material y le brinda la oportunidad de desarrollarse intelectualmente, moral, social y espiritualmente.

2. La protección y mejoramiento del medio humano es una cuestión fundamental.

3. El hombre debe hacer constante recapitulación de su experiencia y continuar descubriendo, inventando, creando y progresando. Pero esto se debe hacer con discernimiento para canalizar bien el desarrollo y evitar cualquier amenaza a la salud física, mental y social del hombre.

4. En el mundo en desarrollo, la mayoría de los problemas ambientales son causados por el desarrollo. En los países industrializados los problemas ambientales están generalmente relacionados con la industrialización y el desarrollo tecnológico.

5. El crecimiento normal de la población plantea continuamente problemas relativos a la preservación del medio. Los seres humanos son los más valiosos. Con el progreso social y los adelantos en la producción, la ciencia y la tecnología, la capacidad del hombre para mejorar el medio se acrecienta cada día.

6. Debemos orientar inmediatamente nuestros actos atendiendo con mayor solícitud las consecuencias que pueden tener para el medio. Podemos y debemos conseguir para nosotros y la posteridad unas condiciones de vida mejores en un medio más en consonancia con las necesidades y aspiraciones del hombre.

7. Para llegar a esa meta se requiere que todos acepten la responsabilidad que les toca.

El informe citado establece 26 principios para conseguir estas metas.

CONCLUSION

Como nos indica C.P. Snow en Las Dos Culturas: "La revolución científica es el único método merced al cual la mayor parte de los humanos puede obtener los bienes básicos (como años de vida, liberación del hambre, supervivencia de los hijos); esos bienes básicos que nosotros damos por descontados pero que disfrutamos en realidad gracias a que tuvimos nuestra revolución científica no hace todavía tanto tiempo. La mayor parte de la humanidad parece de estas cosas básicas y dondequiera se les dé una oportunidad, la mayoría de los humanos acometen con entusiasmo la revolución científica."

A largo plazo el tema debe ser el establecimiento de un equilibrio global y una sociedad estable. Lo que salvará al planeta Tierra será el alumbramiento de una nueva ética cultural, en relación íntima entre la ciencia y la humanidad con la naturaleza, es decir, una nueva filosofía de la ciencia. Esto lo define Alfred Stern en su tratado Problemas Filosóficos de la Ciencia de la siguiente manera. La filosofía de la ciencia es el estudio de las relaciones entre el hombre como sujeto y el mundo objetivo. Mientras que las ciencias consideran el mundo metodológicamente como si estuviera compuesto de cosas en sí, sin relación con el sujeto, la filosofía refiere todos los objetos, incluso los de la ciencia, al sujeto que los percibe, piensa y evalúa. En la filosofía el hombre como sujeto es siempre el punto de partida y el punto de referencia. La filosofía de la ciencia es una "ciencia de la ciencia" que nos ilustra en su justa y real perspectiva las implicaciones de la ciencia.

Como ya hemos apuntado, la ciencia es neutral; la tecnología no lo es, pues depende de cómo se maneje y utilice. El uso que se le da a la

tecnología se determinan la sociedad y los forjadores de la política pública. La sociedad es responsable por la ciencia, así como los científicos por la sociedad. Por lo tanto, es tan necesario humanizar la ciencia comocientificar la humanidad para que ambas se complementen y refuercen mutuamente.

Como nos recuerda José Ortega y Gasset en su obra Misión de la Universidad, no se puede considerar admisible que se conceda un título profesional, sin estar seguro que ese hombre tiene una idea clara de la concepción finita del mundo a que ha llegado por la ciencia y del carácter y límite de esa ciencia maravillosa con que se ha llegado a tal idea. Y nosotros agradecemos que el obtener ese conocimiento o percepción de la naturaleza o el ambiente en que vivimos, es un elemento esencial para el desarrollo de una mejor calidad de vida.

En este año internacional de la juventud debemos reforzar las raíces formativas de la juventud que forjará el futuro de nuestra Isla. Recomendamos que para mejorar la calidad de la vida se refuercen inmediatamente los programas educativos a nivel primario y secundario. Los talleres de liderazgo de la Cámara de Comercio y el programa de ciencia de verano del Centro para Estudios Energéticos y Ambientales auspiciado por las industrias privadas en Puerto Rico han probado ser medios efectivos para adelantar este objetivo. Exhortamos al sector privado a continuar promoviendo y auspiciando programas similares.

El cultivo de una nueva ética cultural humanística científica por nuestra juventud es un buen medio para propiciar una mejor calidad de vida en Puerto Rico.

