

OPINION

La ciencia en un ambiente crítico*

Science in a critical environment

PETER BURSCHEL

Centro de Investigación y Extensión Andino Patagónico CIEFAP, C.C. 14, 9200 Esquel, Argentina.

INTRODUCCION

Uno de los primeros científicos modernos, Galileo Galilei, 400 años atrás, entre el Renacimiento y el Barroco insistió en la verdad del descubrimiento de Copérnico, hombre todavía de los tiempos medievales, que la Tierra no era centro del sistema planetario sino que éste es heliocéntrico. Para la Iglesia, una idea tal era simplemente un sacrilegio. Como consecuencia, Galilei fue citado a presentarse ante el tribunal de la Inquisición, y allí se retractó.

El famoso ejemplo muestra que la ciencia vive, desde sus comienzos, en un ambiente crítico. Y todavía queda la pregunta quién en este caso tenía razón: Galilei o la Iglesia. En principio, sin duda la Iglesia. La "Verdad" es algo que también tiene que ver con poder y con la corriente principal del pensamiento en un momento dado. Y en aquellos tiempos, siglos atrás, la Iglesia tenía poder, hasta cierto punto era "el poder". Y naturalmente la institución Iglesia Católica de inmediato reconoció como inaceptable y revolucionario lo que el científico postulaba: Galilei ponía en duda el dogma de miles de años de validez, que el hombre con su planeta Tierra era el centro de la creación. Dudar esto ponía en peligro inmediato todo el dogma cristiano (también el judío). Razón tenía el gran científico cuando se retractó ante el tribunal inquisitorio. Fue prudente por su parte no seguir a Giordano Bruno, el contemporáneo monje dominicano, que insistió en la existencia de una filosofía independiente fuera de la Teología, sacrilegio aún más grande que aquel que cometió Galilei.

Bruno no se retractó y encontró su fin en la hoguera. Moraleja: La verdad pertenecía a los poderosos y a aquellos que nadaban a favor de la corriente principal del pensamiento.

A las ciencias naturales le costó varios siglos emanciparse y dominar el pensamiento y la esencia del hombre. Hoy en día han conquistado al mundo de una manera tal que están reemplazando a instituciones como la Iglesia y hasta el Estado mismo. Y en este proceso las ciencias naturales con sus científicos han logrado poder (y algo de la arrogancia de aquellos que se creen en posesión de la verdad). La situación en comparación con algunos siglos atrás ha cambiado totalmente. En cierta manera se puede decir que hoy en día la imagen de las ciencias, las ciencias naturales sobre todo, se ha revertido: casi están reemplazando a la institución de la Iglesia y en parte ha conseguido su antiguo poder. Respecto a lo religioso, esto se manifiesta en cierto tipo de fe pública en lo que surge de los laboratorios y de las aulas. Y respecto a la relación con el poder político basta citar dos ejemplos drásticos: uno es el llamado materialismo histórico (científico) que camuflaba la dictadura comunista rusa, y el otro proveniente del nacionalismo alemán en los tiempos del fascismo, cuando un físico (galardonado con el premio Nobel) hablaba seriamente de una "física alemana". En ambos casos, los científicos y prácticamente la ciencia entera se unieron a una política fácilmente reconocible no solamente como errónea, sino como criminal.

Es la omnipotencia aparente, la omnipresencia y la ambigüedad ética de las ciencias, y es el po-

* Charla dictada en Ceremonia de Inauguración Año Académico 1997 en la Universidad Austral de Chile, Valdivia, abril 8 de 1997.

der que ha ganado para influir en forma no controlable sobre decisiones políticas que provocan crítica y discusión. Es una crítica multifacética, que se refiere en parte a detalles, en parte es del tipo fundamental y en parte filosófica. En seguida trataré de darles algunos ejemplos para caracterizar el ámbito crítico en el cual se mueven las ciencias naturales.

CRITICA CONSTRUCTIVA INTERNA

La crítica constructiva es una característica fundamental de la ciencia. Consiste en el diálogo permanente entre los miembros de la sociedad de científicos que tiene su fuerte en las universidades. Es un elemento del proceso de desarrollar y pulir ideas (que no excluye el rechazo). Hay muchos ejemplos de este tipo de crítica constructiva. En ciertos tiempos (y de vez en cuando todavía hoy) las revistas científicas se llenan de discusiones críticas. Cada seminario universitario (bien hecho) es otro ejemplo para este tipo de crítica. Esto vale por lo menos si los participantes son personas despiertas e interesadas. Cada científico requiere este foro para verificar o falsificar (en el sentido de K. Popper) sus pensamientos y postulados. La crítica constructiva es una herramienta importante de la ciencia pero no pertenece a lo que, para esta presentación, se entiende por ambiente crítico.

CRITICA COMPLEJA

Las ciencias de hoy no constan solamente de círculos pequeños de especialistas de alto rango. Más bien están representadas por instituciones de investigación grandes, y hasta gigantescas, por universidades y academias. Entran también en el cuadro instituciones públicas y privadas. No es de esperar que un complejo de instituciones con sus propios equipos de investigadores, que tienen fondos de dinero suficientes a su disposición (con lo cual Galilei nunca hubiese soñado), produzcan resultados consistentes simplemente por ello. Además, la manera de trabajo científico ha cambiado. Normalmente ya no se buscan principalmente resultados definitivos y elegantes, como las leyes de la gravedad o la sistemática vegetal, sino que más bien se trata de seguir y explicar procesos altamente complicados y de ninguna manera conocidos en todas sus implicancias. Bajo tales condi-

ciones, la interpretación de datos obtenidos no solamente resulta complicada, sino también abre la posibilidad para que diferentes investigadores lleguen indefectiblemente a diferentes conclusiones. Esto es algo que se debe conocer y tomar en cuenta al interpretar en forma amplia y correcta los resultados científicos.

Como ejemplo para este caso se presta la discusión sobre el cambio climático como consecuencia del aumento antrópico de gases con efecto invernadero en la atmósfera (CO₂ sobre todo), lo que puede causar un calentamiento indeseado. La base climatológica de este fenómeno parece suficientemente conocida y calculable. Hay en el mundo unas pocas instituciones de excelencia equipadas con computadoras grandes y sobre todo suficientemente rápidas y, más importante aún, con equipos de especialistas de un nivel matemático muy alto y experimentados en tareas de modelación de procesos tan complejos como el clima. En base a los trabajos de estos equipos existen varios modelos climáticos globales.

Con respecto al cambio climático, todos llegan a conclusiones similares: con el aumento de gases que producen efecto invernadero en la atmósfera -no impiden la entrada de la radiación solar de ondas cortas pero sí obstaculizan la radiación de calor a base de ondas infrarrojas hacia el espacio- habrá un aumento de la temperatura del globo de 1 a 3 grados en el próximo siglo. Esto representa un calentamiento considerable, tomando en cuenta que la temperatura media actual del globo cercana a su superficie es alrededor de 15°C. Este resultado fue el factor desencadenante de las grandes cumbres ecológicas de 1992 en Río de Janeiro y 1995 en Berlín, de las que participaron prácticamente todos los países del mundo. Hasta aquí el flujo de pensamientos parece lógico y consistente. Pero la situación por parte de la ciencia no es tan clara. No solamente se formó una corriente principal de opiniones entre los científicos que llegaron a las conclusiones ya presentadas, sino que desde el comienzo apareció también un grupo de científicos escépticos que, con argumentos interesantes y de peso, ponía en duda estos resultados. Para entender este desarrollo y para demostrar cómo funciona este tipo de autocritica científica, se presentarán algunos de sus argumentos:

a) El más importante es que los modelos usados no son aptos para predecir el desarrollo climático en una atmósfera cambiante. Lo que falta, según la argumentación, es por un lado una

mejor base de datos confiables y por otro un mejor entendimiento de ciertas interacciones, como por ejemplo entre el mar, la atmósfera y la biosfera como sumideros para CO_2 . En otras palabras, los críticos reclaman que el ciclo global del carbono no es aún suficientemente conocido para el desarrollo de modelos matemáticos serios (siendo el ciclo del carbono básico para todos los procesos vitales del mundo, esta crítica va mucho más allá del problema del cambio climático para mostrar los vacíos monumentales dentro de nuestro conocimiento del mundo).

b) No es sólo la deficiencia de conocimiento sobre el ciclo carbónico del mundo, sino que tampoco se entiende suficientemente bien el balance de radiación del globo bajo condiciones cambiantes. Esta crítica se refiere a varios aspectos de este balance. Pero la más fuerte tiene que ver con el rol de las nubes en este juego. Esto, simplificándolo al máximo, significa: el gas invernadero más fuerte es el vapor de agua en el aire. Con el aumento de la temperatura por la emisión de gases invernaderos, de origen antrópico, la evaporación de agua va a aumentar. Más vapor de agua en el aire incrementará el efecto invernadero en forma de una retroalimentación positiva. Este proceso sufre cambios en el momento en que el vapor se condensa produciendo nubes. Si son del tipo "cirro", el efecto invernadero aumenta. Otro comportamiento totalmente diferente tienen las nubes del tipo "cúmulo". En su superficie blanca ellas reflejan gran parte de la radiación solar al espacio, antes de que pueda alcanzar la superficie de la tierra y transformarse en calor. El influjo es mitigador sobre el efecto invernadero. Los detalles de este proceso en condiciones cambiantes no están bien aclarados, por eso es muy difícil hacer pronósticos suficientemente confiables. Los resultados de cada corrida de los modelos matemáticos dependen del rol de las nubes "cirro", en cuyo caso el efecto invernadero es alto, o el del efecto reflector de las nubes "cúmulo". En este último caso, el efecto se considera bajo.

En realidad hay más argumentos críticos en este contexto. Sería muy fácil terminar la presentación de todo esto aquí si se tratara de un problema científico de discusión entre científicos. Pero esto para nada es el caso. El hallazgo de que el hombre mediante la técnica fosilista está cambiando su ambiente en forma global y en aspectos verdaderamente centrales, ha despertado preocupación general y originado una reacción política como

nunca antes frente a un problema de carácter ambiental. Dos cumbres políticas mundiales terminaron con la decisión de hacer todo lo posible para reducir en poco tiempo a cero las emisiones de ciertas substancias, por ejemplo los CFC (Clorofluocarbonados), y mantener las emisiones de CO_2 al nivel del año 1990. Esto último significa que no sólo no aumentará el uso de combustibles fósiles en todo el mundo, sino que debe haber una reducción considerable en los países altamente industrializados (que a propósito son los causantes principales del problema) para permitir un uso creciente a aquellos menos desarrollados. Una de las medidas para alcanzar esta meta consistiría en encarecer combustibles fósiles mediante la aplicación de impuestos. Las consecuencias de postulados de esta índole para la economía son fáciles de imaginar: la industria globalizada del mundo, cuyo funcionamiento está basado en un crecimiento de la producción año por año, sufriría retrasos fuertes si su elixir vital se encarece.

Esto explica que los países del mundo, incluso los grandes, lleguen fácilmente a acuerdos para mitigar el efecto invernadero antrópico. Pero es la inconsistencia de los resultados científicos lo que les permite ser lentos y cautelosos en su realización. Estoy seguro de que este ejemplo del cambio climático les hace entender que no existen más problemas científicos *per se*. Más bien se tiene que tener presente que la ciencia ha logrado un rol central en aspectos cruciales de la vida del hombre. Y que lo ha logrado aún sin que las respuestas que puede dar sean siempre convincentes.

LA CIENCIA CARA

Las ciencias naturales no solamente forman una parte respetable y poderosa de la sociedad moderna, sino que también requieren de una porción considerable del producto bruto interno de los países. Ellos están dispuestos a financiarlas, esperando naturalmente beneficios como pueden ser el prestigio para la comunidad entera (premios Nobel por ejemplo), o resultados científicos para el desarrollo económico. Pero los costos de estos beneficios son tan altos que cada comunidad que los paga debe preocuparse de sus propias prioridades al respecto. Como ejemplo puede servir el vuelo de astronautas a Marte.

El primer viaje del hombre a la luna tuvo un fin bien definido y consistente: los norteamericanos

que lo emprendieron quisieron demostrar a sus entonces adversarios rusos su ventaja técnica, y así lo hicieron. Si por esto lograron evitar una guerra, la inversión fabulosa en esta aventura queda justificada. Pero si, como es de suponer, los rusos ya conocían esta supremacía, se trató entonces de una inversión muy cara. Yo vi el espectáculo del aterrizaje estando en los EE.UU., visitando bosques e industrias de ese país con un grupo de 20 alumnos forestales de la Universidad Austral de Chile. Pero lo que pensé en ese momento fue más bien prosaico: "Este satélite de la tierra es realmente tan poco hospitalario como se puede ver con cualquier largavistas".

Ahora estamos apuntando a un verdadero planeta, Marte. Como en el caso de la luna, ya sabemos muy bien lo que nos espera: mediodías con agradables temperaturas de unos 16 a 20 grados a la altura del Ecuador, que bajan a 70°C bajo cero durante la noche. La atmósfera es muy poco densa y consiste casi exclusivamente de CO₂. No hay agua, por lo menos en estado líquido, y no hay oxígeno. La probabilidad de que se encuentre algo semejante a la vida terrestre fósil es muy baja, y a la reciente es cero. Los costos de la aventura son muy altos: 20 mil millones de dólares es la cifra más baja que he leído, diez veces más la más alta. Tomando en cuenta todo esto, y recordando que ningún otro de los planetas de nuestro sistema solar ofrece condiciones aptas para la vida terrestre, la siguiente conclusión es irrefutable: no hay ninguna justificación para gastar una suma tal en una aventura científica sin mucho sentido. A esto se puede agregar que el hombre no tiene ninguna chance jamás de dejar la Tierra. Aquí tenemos un límite absoluto: los otros planetas son aún más inhóspitos que Marte y el resto del universo no está al alcance ahora ni lo estará en el futuro. La Tierra es nuestro destino, y en este sentido para nosotros es realmente el centro del cosmos.

Pero sí es seguro que la Tierra misma se encuentra en un estado que requiere reparaciones en gran escala. Como forestal, pienso espontáneamente en el estado triste en que se encuentran la mayoría de los bosques nativos, no solamente de las zonas tropicales sino también del cono sur de Latinoamérica. Pienso en las dificultades económicas que existen en el ecotono de la Patagonia argentina para reforestar los 2 millones de hectáreas devastadas por sobrepastoreo, como igual en el triste estado de los 8 millones de hectáreas de los bosques nativos chilenos. Con el precio más

bajo calculado para la visita a Marte se podrían reforestar 20.000.000 de ha, el doble de lo necesario para recuperar los bosques del cono sur. Aquí veo uno de los grandes desafíos para la ciencia forestal. Hagamos presente nuestra posición al respecto. Y este problema forestal es solamente uno de los muchos urgentes del mundo. La marginación de estratos enteros de la población por el neoliberalismo sería otro. La ciencia, cada vez más cara, no debe gastar dinero en proyectos espectaculares pero de poca relevancia. Toda la riqueza del mundo no justifica esto. Como consuelo, cabe mencionar que estas ideas han llegado hasta la famosa NASA (National Aeronautics and Space Administration). Uno de los últimos proyectos de este gigante se llama "Misión al Planeta Tierra". Algo parece haber logrado el ámbito crítico en el que vive la ciencia del siglo XXI.

LA CIENCIA AMBIGUA

Las ciencias naturales lograron, entre muchos otros éxitos: que el lapso de vida individual haya aumentado considerablemente. Esto vale, sobre todo, para los países científicamente más avanzados, donde la expectativa promedio de vida supera claramente los 70 años (en los EE.UU., 78 años hombres y 84 años mujeres), y también los países menos desarrollados rápidamente avanzan hacia la longevidad (el progreso se manifiesta en que cada año la expectativa de vida promedio se prolonga por tres meses). Las consecuencias positivas de este logro son conocidas y están ampliamente aceptadas (aquí habla un viejo), de modo que no es necesario subrayarlas.

Lo que se toma mucho menos en cuenta es el hecho de que, dada la prolongación de la vida, aumentará considerablemente el número de personas muy viejas, y su proporción dentro de la población. Una característica de la vejez es el desgaste de las capacidades físicas y mentales. El hombre simplemente está hecho para cierto lapso de vida. Prolongar este lapso significa un aumento de la proporción de personas que requieren ayuda, frecuentemente en forma permanente. Y esto sucede, además, en un momento en que el lazo familiar en los países industrializados se afloja cada día. Aquí la ciencia ha creado un problema inesperado pero agudo. La situación es tan grave que por ejemplo en Alemania debió procurarse un seguro obligatorio para todos los ciudadanos a efec-

tos de cubrir los costos del cuidado necesario en la ancianidad. Frente a tal situación, los logros científicos considerados altamente deseados se tornan ambiguos. Lo que aparentemente y tomado en forma individual puede ser considerado un progreso, tiene límites económicos no previstos.

Esto se agrava por el hecho de que las ciencias naturales difícilmente pueden reemplazar a las religiones respecto del fenómeno de la muerte. Lo que la ciencia tiene para decir empalidece frente a las grandes visiones escatológicas desarrolladas por las religiones.

La explicación del desgaste general del cuerpo ni es original ni contiene consuelo respecto a lo inevitable de la muerte.

Otra explicación, más sofisticada y algo más visionaria, es aquella que dice que la muerte es la base para cada tipo de desarrollo. Y lo es en dos sentidos: el desarrollo de la vida en la tierra depende del ensamble de los genes en el proceso de la regeneración sexual. Cada individuo nuevo se somete con su genotipo único a las influencias y amenazas ambientales, un proceso en que los más aptos tienen la mayor chance de sobrevivir. Con el tiempo, mediante este proceso se formó la gran diversidad de especies de seres vivos. Es fácil de entender que este proceso sólo puede continuar si la muerte elimina a los individuos que ya jugaron su papel reproductivo. La muerte asegura el desarrollo biológico con el correr del tiempo. Ningún ser puede transmitir a su descendencia características adquiridas por la experiencia. La genética no lo prevé. De este esquema escapa el hombre, dada su capacidad de hablar y, en un sentido más moderno, de escribir y preservar los acontecimientos del pasado. Así se acumulan grandes volúmenes de experiencia y conocimiento formando la cultura. Pero también es cierto que la capacidad de un individuo de contribuir a esta acumulación de conocimiento es reducida. Para seguir la huella del desarrollo humano es necesario que una generación dé lugar a la próxima para que ésta incorpore lo acumulado del pasado y agregue más durante su fase de creatividad intelectual. Para que las generaciones humanas sigan acumulando conocimiento y arte, la muerte de lo físico y también mentalmente gastado es precondition.

A pesar de que estas explicaciones científicas de la muerte hasta cierto punto son convincentes, distan mucho de lo que hasta hace poco tiempo las religiones eran capaces de ofrecer como sentido de la vida y de la muerte. Esto otra vez hace pen-

sar que la Iglesia Católica seguramente no tenía razón pero sí tenía buenos argumentos cuando forzó a Galilei a retractarse.

RESUMIENDO

Estamos en la apertura de un nuevo año académico y ustedes me van a preguntar: ¿Para qué en este momento hago estas consideraciones más bien críticas sobre la ciencia, y en especial sobre las ciencias naturales? La respuesta es simple y, como yo lo veo, más bien positiva. La ciencia en pocos siglos se ha convertido en algo cotidiano, ya no realizada por poca gente en las universidades y otras instituciones elitistas, sino que el investigador hoy en día es un profesional con sus métodos y su lenguaje característico. Además, en el transcurso de los pocos siglos desde Galilei la ciencia ha perdido su ingenuidad y su inocencia. En el presente está determinando casi todo con resultados y efectos tanto favorables como imprevistos. Es por eso que creo que la juventud académica tiene que aprender sobre todo que las ciencias viven de la crítica y de la evaluación filosófica de sus resultados. Cuanto más poderosa sea la ciencia, más urgente y profunda debe ser la crítica, tanto entre científicos como la de la opinión pública, por los medios, por ejemplo.

Pero esto es solamente un aspecto. El otro a mí me parece tan importante como el primero. El progreso real de las ciencias no proviene de aquellos miembros de la sociedad académica que se mueven en la fuerte corriente principal del pensamiento sino más bien de aquellos que, por su originalidad, nadan en su contra. Por eso deseo a la juventud académica que aprenda con fascinación lo que es la ciencia del fin del siglo veinte y cómo se enlaza con la historia del pensamiento. Pero que al mismo tiempo desarrolle un razonamiento crítico que permita, por lo menos a alguno, crear lo nuevo, lo original, lo hasta ahora no pensado.

BIBLIOGRAFIA

- ALTVATER, E. 1992. *Der Preis des Wohlstandes oder Umweltplünderung und neue Welt(un)ordnung*. Westfälisches Dampfboot, Münster.
- AUGUSTIN, S., B. DEGEN, W. KRATZ, H. LOHNER, M. LORENZ, P. SCHALL, U. SCHMIENDEN, B. SCHWEIZER. 1996. *Auswertung der Waldschadensforschungsergebnisse 1982-1992 Bericht des Umweltbundesamtes Berlin*. Nr. 10401110 (no publicado).

- BECK, U. 1986. *Risikogesellschaft, auf dem Wege in eine andere Moderne*. Suhrkamp, Frankfurt a.M.
- COCKETT, R. 1995. *Thinking the unthinkable, thinktanks and the economic Counter Revolution 1931-1983*. Fontana Press, Hammersmith, London.
- CHOMSKY, N. 1993. *Year 501, the conquest continues*. South End Press. Boston.
- DIAMOND, J. 1992. *The Third Chimpanzee; the evolution and future of the human animal*. Harper Collin Publisher, New York.
- KOCH, C. 1995. *Die Gier des Marktes*, Hanser, München, Wien.
- MAYR, E. 1978. Evolution. *Scientific American*, 9.
- MIGUEL, A. de. 1995. La Ilusión de la Ciencia. *La Nación*, julio 13, pág. 9.
- WATSON, R.T., M.C. ZINYOWERA, R.H. MOSS, D.J. DOKKEN. (De.) 1996. *Climate Change 1995, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- WEIZENBAUM, J. 1976. *Computer power and human reason. From judgement to calculation*. W.H. Freeman and Company.
- WEIZSÄCKER, E.U., A.B. LOVINS, L.H. LOVINS. 1996. *Faktor vier. Der neue Bericht an den Club of Rome*. Droemer Knauer, München.
- WLDAVSKY, A. 1995. *But is it true? A citizen's guide to environmental, health and safety issues*. Harvard University Press, Cambridge, London.