

# Libertad y límites de la ciencia

por **D. Pedro Miguel Etxenike**

*Materiales utilizados en la conferencia  
pronunciada el 29 de febrero de 2000*

Forum Deusto



# Libertad y límites de la ciencia\*

Pedro Miguel Etxenike Landiribar\*\*

## I. Sarrera

Hasi baino lehen Javier Elzori eskerrak eman behar dizkiot. Foru honetan hitzaldi bat emateko luzatu zidan gonbiteagatik.

Nire gaurko aurkezpenak zientziaren alderdi batzuk aztertuko ditu. Hartuko dudan ikuspegia ahalik eta orokorra izango da baina aldi berean baita pertsonala ere. Zientziari buruzko zenbait eritzi pertsonal adierazten ahaleginduko naiz.

### *Siglo xx. Tecnología. Atomo. Gen computador*

Tres logros resumen, en mi opinión, la apertura de nuevas fronteras en Ciencia y Tecnología en el siglo xx. Los resumo con estas palabras:

---

\* Materiales utilizados por el profesor Pedro Miguel Etxenike Landiribar en su conferencia.

\*\* Pedro Miguel Etxenike Landiribar es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Barcelona y Ph. D. por la Universidad de Cambridge. Catedrático de Física de la Materia Condensada de la UPV desde 1986, además de Presidente de la Fundación Donostia International Physics Center y Director del Centro Mixto de Materiales CSIC-UPV/EHU. Ha desempeñado cargos como el de Consejero de Educación y Cultura del Gobierno Vasco y es actualmente miembro del Consejo Científico (Fundación BBVA) así como de la Comisión Trilateral y del USA-Spain Council. Cuenta en su haber con numerosas distinciones y premios, como el Premio Xabier María de Munibe (1996), el Max Planck Physics Prize (1998), el Premio Príncipe de Viana de la Cultura (1997) y el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científico Técnica (1998), entre otros. Ha pronunciado conferencias en medio centenar de congresos internacionales. Ha impartido seminarios en diversos centros internacionales como, Cambridge, Berkeley, Berlín, Tokio, Viena, Londres, Kioto, Zurich, y publicado más de 200 trabajos en libros y revistas especializadas.

átomo, gen y bit, bit de información, o si lo quieren más sencillamente, átomo, gen y computador. (*Añadir la Teoría de la Relatividad: restringida y generalizada*).

Al decir átomo quiero decir que en este siglo se ha dilucidado desde una visión microscópica la estructura de la materia, lo que ha permitido comprender la materia y usarla para nuestro uso y beneficio; lo que, en definitiva, ha permitido la revolución tecnológica mundial. Gen, el conocimiento del enlace químico permite descubrir la estructura de doble hélice del DNA, que, encierra el mecanismo de réplica y contiene por lo tanto —en bella frase de Crick— «*el secreto de la vida*». Y el computador, la máquina omnipresente del siglo xx.

Hasta ahora hemos sido capaces de usar lo que había, pero en el futuro vamos a ser agentes, es decir, vamos a hacer materia nueva, ingeniería atómica. Vamos a ser capaces de manipular la vida y hacer ingeniería génica, con las consecuencias de todo tipo que no se les ocultan. Y el propio computador nos puede ayudar a comprender el mecanismo de la inteligencia, o la inteligencia artificial.

—¿Definición de ciencia?

«Science extends and enriches our lives, expands our imagination and liberates us from the bonds of ignorance and superstition. The American Physical Society affirms the precepts of modern science that are responsible for its success.

»Science is the systematic enterprise of gathering knowledge about the universe and organizing and condensing that knowledge into testable laws and theories.

»The success and credibility of science are anchored in the willingness of scientists to:

- (1) Expose their ideas and results to independent testing and replications by other scientists. This requires the complete and open exchange of data, procedures and materials.
- (2) Abandon or modify accepted conclusions when confronted with more complete or reliable or observational evidence.

Adherence to these principles provides a mechanism for self-correction that is the foundation of the credibility of science».

APS News

—La ciencia se fundamenta en el *empirismo!*

Examen y medida llevaron a Galileo a concluir que la tierra gira alrededor del sol y a pesar de que en 1633 rectificó, bajo amenaza de tortura, las cosas ya no volvieron a ser lo que eran.

Motto de la «royal Society» fundada en 1660 «*Nullius in verba*», el empirismo, no creer las palabras, mirar a los hechos.

—La Ciencia requiere un «*intercambio abierto*» de datos e ideas para reproducir y comprobar los hallazgos.

—Su «*devoción hacia una actitud escéptica*» alimenta un mecanismo auto-corrector.

*La Ciencia se dirige a construir un cuerpo de conocimiento verificable y abierto constantemente a la confirmación o al rechazo.*

## II. Libertad

La investigación *necesita* libertad, y la investigación *aporta* libertad. Seguramente no es un accidente que las ciencias naturales solamente hayan germinado dos veces a lo largo de la historia. La primera vez en la *Grecia ateniense*, donde no sobrevivieron, la segunda en la Europa de la *post-reforma*, donde sí lo hicieron.

La ciencia ha florecido mejor (¿solamente?) en lo que Popper (1966) llamó sociedad abierta.

*Ciencia no es compromiso, no es consenso*

*La ciencia no busca el consenso o el compromiso; no intenta llegar a acuerdos mediante cesiones mutuas. Las respuestas que puede dar, en las situaciones en que puede darlas con éxito, son claras e inequívocas.*

*Va por lo tanto contra muchos de los modernos prejuicios sobre lo que es «políticamente correcto». Sin embargo, no es autoritaria y es infinitamente flexible. Es por su propia naturaleza elitista y no democrática.*

La ciencia nos hace más libres, obligándonos a pensar sobre los problemas más profundamente, y, por lo tanto, más libremente que lo que hacemos en la vida diaria. Una bombilla parece una cosa sencilla y no se necesita nada profundo para hacerla funcionar pero se necesitó al más grande de los físicos del siglo para entender la *naturaleza* de la

luz que produce. Einstein lo logró *liberando su mente de los preconceptos adquiridos y dejando volar libremente la imaginación*. Así han surgido los grandes conceptos en ciencia, de Newton y Galileo a Einstein, y de Harvey a Watson y Crick.

Muchas veces la libertad de seguir buenas ideas está limitada por una burocracia que no entiende. El resultado es promocionar proyectos que *confirman lo ya existente* porque es más seguro, reduciendo seriamente la probabilidad de encontrar algo nuevo. Por supuesto, la antítesis de la originalidad y creatividad que subyace en la burocracia existe en todas las actividades creativas.

En investigación, como en música, *la burocracia ciega tiene el efecto de destruir la creatividad, la imaginación*. Si verdaderamente valoramos la ciencia debemos permitir que permanezca *libre* de excesos burocráticos.

Permítanme contarles la anécdota del Director de una Compañía al que le dieron una entrada para un concierto, en el cual se iba a interpretar la Sinfonía «Inacabada» de Schubert. Como no podía ir le dio la entrada a un colega, el Director de Administración y Personal.

Al día siguiente el Director le preguntó: «¿Le gustó el concierto?» Su colega le respondió: «Mi informe estará en su mesa esta tarde». Esto dejó perplejo al director, el cual más tarde recibió lo siguiente:

**Informe sobre la asistencia al concierto  
del 14 de noviembre de 1989:**

*Pieza n.º 3, Sinfonía «Inacabada» de Schubert.*

*Durante considerables periodos de tiempo, los cuatro oboes no tienen nada que hacer. Se debiera reducir su número, y su trabajo debiera ser distribuido entre toda la orquesta, eliminando así los picos de actividad.*

*Los doce violines estuvieron tocando las mismas notas. La plantilla de esta sección debiera reducirse drásticamente. Si realmente se requiere mayor volumen de sonido, esto se puede lograr mediante un amplificador electrónico.*

*En tocar las semicorcheas se empleó mucho esfuerzo. Esto parece un excesivo refinamiento y se recomienda que todas las notas se redondeen a la corchea más cercana. Si se hiciera así, sería posible emplear personal de baja formación.*

*No sirve para nada la repetición con las trompas de pasajes que ya han sido tratados por la sección de cuerdas. Si estos pasajes redundantes fueran eliminados, el concierto podría reducirse de 2 horas a 20 minutos.*

*Finalmente: señalar que si Schubert hubiese tenido en cuenta estos asuntos, ciertamente hubiera acabado su Sinfonía.*

En el momento actual existe una tendencia a dirigir la ciencia, determinando la dirección estratégica que debe seguir la investigación, haciéndola, se dice, servir a las necesidades, siempre inmediatas, del mercado.

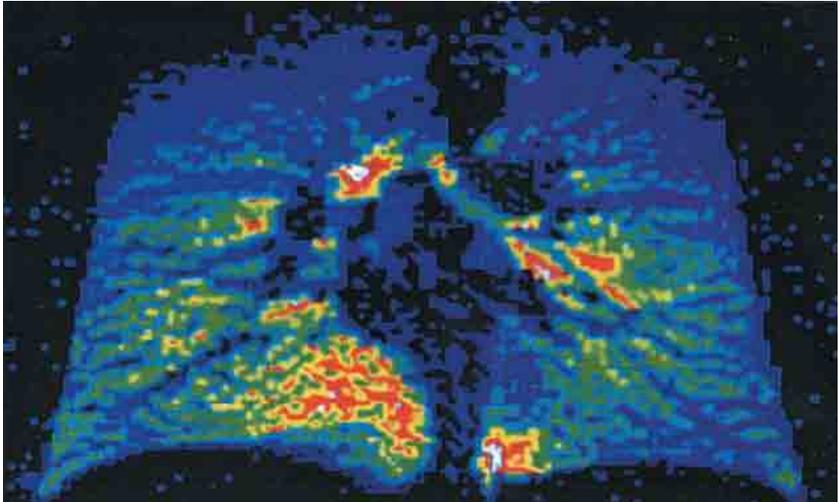
Los poderes públicos deberían tender más que a dirigir, a crear un entorno en el que la ciencia pueda desarrollarse.

Más importante y sobre todo más rentable que fijar objetivos a la ciencia es crear un entorno en el que pueda desarrollarse libremente.

### *Utilitarismo*

Otro ejemplo, dentro de la física, lo constituye la imagen por resonancia magnética nuclear, *MRI (Magnetic Resonance Imaging)*. La imagen por resonancia magnética surgió de investigación no dirigida a objetivos.

Sin investigación básica la imagen por resonancia magnética era inimaginable.



An MRI image of human lung filled with minute quantities of inhaled laser-polarized helium-3 gas, using a technique invented in 1995. Such scans will allow unprecedented imaging of the gas space and the movement of gases in the lungs, for diagnosis of ventilation disorders  
(Courtesy of Princeton University)

*MRI es un testimonio irrefutable del inmenso valor de la investigación básica.*

La investigación también aumenta nuestra libertad de muchas maneras concretas. Este hecho es muchas veces ignorado pues estamos tan habituados a los logros de la ciencia y la tecnología que a veces tenemos que hacer un esfuerzo para darnos cuenta de las maravillas que son.

Libertad proporcionada por la medicina. Por ejemplo, las enfermedades infecciosas.

*En la Inglaterra de 1867, la mitad de los muertos eran niños menores de 14 años.*

Rousseau escribía en 1762 «La mitad de todos los niños morirán antes de cumplir los ocho años. Esta es una cifra inmutable. ¡No intenten cambiarla!»

### III. Límites

Hay dos clases de límites en ciencia, absolutos o intrínsecos y relativos o extrínsecos. Los límites absolutos restringen nuestra capacidad para comprender, explicar y describir.

There is no limit upon the power of science to answer questions of the kind science can answer

Peter Medawar

#### *Absolutos*

Sin embargo, hay dos clases de límites absolutos, unos obvios, que podríamos haberlos incluido en las características de la Ciencia y otros más sutiles.

- Hay numerosas y decisivas áreas de la existencia humana para las cuales la ciencia es irrelevante, inaplicable e inútil. Esto se aplica a cuestiones como, el fin de la existencia, belleza y fealdad, lo bueno y lo malo... Cuestiones de valores morales. *Valores científicos.*

- Tema difícil y que conlleva cuestiones importantes *ciencia, valores y ética*.
- Una posible posición (en mi opinión incorrecta) es decir «No hay relación entre ciencia y valores porque la ciencia nos dice lo que es y los valores lo que debe ser». La cuestión no es tan simple. Un extremo falso es una forma límite de reduccionismo: «Los valores son creados por la mente, que pueden ser estudiados científicamente. Por lo tanto, los valores son una rama de la biología.»
- El extremo opuesto es la posición de algunos postmodernistas. «La ciencia se fundamenta en supuestos no declarados, que en el fondo son valores; por lo tanto, los resultados científicos son simplemente la expresión de nuestros valores sociales».

Valores:

« <i>Propios</i> »:	Libertad
Del « <i>Grupo</i> »:	Honradez – compartido como valor con todos
Comunidad de <i>Científicos</i> :	Curiosidad, Internacionalismo, Escepticismo

**La Ciencia afecta los Valores y  
Los Valores afectan la Ciencia**

*Estética. Arte*

Separándome un poco de lo anterior no quisiera dejar de señalar ante una audiencia tan distinguida el aspecto estético de la ciencia. Muchos científicos tienen un sentido estético de la ciencia. *Creo que en la mayoría de los científicos hay una cierta estética, un sentido por el cual un concepto, o un instrumento, es hermoso.*

Un sentido estético es intrínseco a la misma naturaleza de la ciencia y la tecnología. Este sentimiento estético puede ser distinto que en otros campos y es distinto entre campos científicos. *En ciencia, el principio estético radica en mi opinión en la conexión de una idea, una teoría, una formulación, a las siguientes preguntas:*

- ¿*Cuán amplias y de largo alcance son las implicaciones?*
- ¿*Cuán sutiles e inesperadas las conexiones?*
- ¿*Cuán profundamente penetra en el secreto de la Naturaleza?*

Con estos criterios, la «doble hélice» que describe la estructura del ADN es hermosa porque implica un esquema global de réplica y reproducción. Como dijo Francis Crick, implica «el secreto de la vida».

### *No pretensión de totalidad*

La ciencia no pretende, o no debe pretender, tener la solución al problema global del hombre. No tiene sentido, en mi opinión, el reduccionismo científico, el cientifismo, el afirmar que la ciencia, el conocimiento científico, es el único modo válido de conocer la realidad, o el único modelo que debe imitar toda pretensión de conocimiento verdadero.

No hay respuesta científica a muchas preguntas importantes. Son las preguntas del origen, del final, del sentido, del ¿por qué? La ciencia no puede proporcionar ni al creyente la certidumbre de su fe, ni al ateo la de su increencia. La ciencia no puede proporcionar respuesta a preguntas tales como ¿para qué estamos aquí?, ¿Merece la pena vivir?

*La Ciencia responde al cómo, no puede ni siquiera intentar responder al porqué o al para qué.*

En este contexto quizás sea necesario señalar que la Ciencia se basa en una cierta *fe* de que el Universo, el mundo material, es comprensible. Los éxitos del pasado justifican la fe y confianza en el futuro. Pero es realmente sorprendente y a la vez maravilloso el hecho de que el mundo físico no sólo sea comprensible —podría no serlo ¿por qué no?— sino que, incluso parece reducible a algoritmos matemáticos.

One may say the eternal mystery of the world is its comprehensibility

A. Einstein

The universe is not just queerer than we suppose, but even queerer than we can suppose

J.B.S. Haldane

## Límites absolutos. Principios de la propia naturaleza. Godel

El objetivo de mi teoría consiste en establecer de una vez por todas la certeza de los métodos matemáticos... Un ejemplo del tipo de cuestiones fundamentales que pueden ser tratadas... es la tesis de que todo problema matemático es soluble. Todos nosotros estamos convencidos de que realmente es así. De hecho uno de los principales atractivos para atacar un problema matemático es que siempre oímos esta voz dentro de nosotros: ahí está el problema, encuentra la contestación, siempre la puedes encontrar puramente pensando, *pues en matemáticas no hay ningún ignorabimus*.

D. Hilbert

En 1931 Godel revoluciona la matemática, asestando un golpe mortal al arrogante *kein ignorabimus* in des Mathematik hilbertiano. Prueba que en todo sistema formal suficientemente rico como para englobar la aritmética de los números naturales existen proposiciones con perfecto sentido dentro de la estructura del sistema que son indecidibles, proposiciones que no se pueden probar ni refutar: entre ellas se encuentra la que afirma la consistencia del sistema; luego la ausencia de contradicción es indemostrable. Esto revela que las bases del edificio matemático son del mismo barro que las de las otras ciencias, y que sólo su adecuación a la realidad podrá confortarnos en la duda.

—Heisemberg

Quantum mechanics has become totally established for the understanding of nature. The understanding is limited by uncertainly, that is, it is no deterministic.

«I believe that ideas such as absolute certitude, absolute exactness, final truth, etc., are figments of the imagination which should not be admissible in any field of science. On the other hand, any assertion of probability is either right or wrong from the stand point of the theory on which it is based. This loosening of thinking seems to me the greatest blessing which modern science has given to us. *For the belief in a single truth and being the possessor thereof is the root cause of all evil in this world*»

M. Born (1969)

*Capacidad predictiva*: esta indeterminación, la imposibilidad de predecir, no significa que usando el lenguaje habitual, la Ciencia no tenga capacidad predictiva.

Una propiedad que diferencia la ciencia, propiamente dicha, de otras disciplinas que se atribuyen dicho nombre es la capacidad predictiva en el sentido de uso corriente de esta palabra. Newton y la cosmología son examinados por cada dato de un almanaque náutico y comprobados cada vez que la marea sube y se retira según el libro, o por la aparición periódica del cometa Halley según las predicciones.

*Su embarazosa falta de capacidad predictiva es quizás el mayor factor que niega la prestigiosa denominación de ciencia a algunas materias como, por ejemplo, a la Economía.* La economía «es como la ciencia anterior a Newton».

### *Consecuencias de las Ciencias, impredecibles*

---

#### **Watch what you say. It can come back to haunt you**

*«Heavier-than-air flying machines are impossible»*

Lord Kelvin,  
President, Royal Society, 1895

*«Airplanes are interesting toys but of no military value»*

Marechal Ferdinand Foch,  
Professor of Strategy, Ecole Superieure de Guerre

*«Everything that can be invented has been invented»*

Charles H. Duell,  
Commissioner, US Office of Patents, 1899

*«Ya se conocen todas las leyes más importantes de la física».*

A.A. Michelson (1894)

---

### Watch what you say. It come back to haunt you

«*I think there is a world market for maybe five computers*»

Thomas Watson,  
Chairman of IBM, 1943

«*There is no reason anyone would want a computer in their home*»

Ken Olson,  
President, chairman and founder of Digital Equipment Corp., 1977.26

«*640K ought to be enough for anybody*»

Bill Gates, 1981

«Esta es la tontería más grande que se haya hecho nunca. La bomba atómica nunca estallará, y hablo como experto en explosivos».

Predicción del Almirante W. Leahy al presidente Truman (1945)

Folks, this is amusing. Believe it or not, the US Patent Office awarded a patent to extract energy out of the ground state of the hydrogen atom. Here is the abstract. Cheers,

Raul

United States Patent 6,024,935  
Mill *et al.* Feb. 15, 2000

### *Límites relativos o extrínsecos*

Los hay de tres tipos: *racionales, prácticos y éticos*.

Con *racionales* quiero indicar aquellos límites impuestos por la imposibilidad de establecer la verdad de una hipótesis científica. Este argumento desarrollado rigurosamente por Popper consiste en que si bien un solo experimento puede invalidar una hipótesis, cualquier número de experimentos favorables no pueden hacer más que incrementar la probabilidad de que la hipótesis corresponda a la realidad. Es por lo tanto racional el limitar el número de experimentos al necesario para establecer un cierto nivel de probabilidad.

Experimento claro. La primera demostración por Florey (25 mayo 1940) del valor terapéutico de la penicilina. Cuatro ratones (los que recibieron penicilina) sobrevivieron en completa salud a una dosis mínima letal de estreptococos. Los otros cuatro murieron.

Otros experimentos, muchos de ellos en medicina necesitan estadística. Establecer si dos drogas conjuntas son «mejores» contra la leucemia que una sola. Necesita mucha estadística.

*Límites prácticos:* Son los impuestos por las complejidades de las estructuras y procesos de la naturaleza y por nuestra habilidad para moderarla y entenderla completamente.

Muchas veces, tal como ha mostrado el proyecto de genoma humano, los límites prácticos son impuestos por la financiación o la política.

Sin embargo, hay problemas de biología y medicina de suprema importancia pero de tal complejidad que su solución puede que supere nuestros límites prácticos.

Comprender el funcionamiento fisiológico de la mente.

10.000 millones de células nerviosas > 40 transmisores extracelulares. La complejidad real de nuestra mente supera la imaginación y cualquier posibilidad de modelarla computacionalmente.

Si fuera cierto que la indeterminación y la complejidad imposibilitan que la ciencia conteste todas las preguntas científicas la famosa frase de Medawar no sería cierta.

There is no limit upon the power of science to answer questions of the kind science can answer

Peter Medawar

What did Medawar meant?

### *Límites éticos*

«C'est à cause des contrastes du xx<sup>ème</sup> siècle, avec une capacité illimitée pour la creation, mais aussi une capacité également illimitée pour la destruction, que le xxi<sup>ème</sup> siècle, apprenant la leçon du passé, sera le siècle de l'*Ethique*»

Le Président de la République Française, J. Chirac  
Discours de La Bastille (1999)

- Tuskegee – sífilis en la raza negra. 1932 - 1972
- Varían con el tiempo. In vitro. Trasplantes
- Investigación de guerra
- Guerras biológicas

Uno de los primeros usos registrados de la guerra biológica tuvo lugar en el año 600 a.C., cuando Solón de Atenas contaminó el abastecimiento de agua de la ciudad de Kirah con la planta venenosa llamada eléboro. En el siglo XIV, los tártaros lanzaron con catapultas los cadáveres de víctimas de la peste por encima de las murallas de la ciudad de Crimea de Karra para provocar una epidemia.

Los mayores temores de algunos científicos fueron expresados por Karl Johnson, del CDC, cuando afirmó: «Me preocupa toda esta investigación sobre la virulencia. Sólo es cuestión de meses —años a lo sumo— el que se establezcan con certeza los genes de la virulencia y la transmisión aérea de la gripe, el Ebola, el Lassa, lo que usted quiera. Y entonces cualquier chiflado con un equipo de unos miles de dólares y una educación universitaria en biología en su haber podría fabricar microorganismos que harían parecer al Ebola un paseo por el parque».

En 1995, en un informe de la Oficina de Evaluación de Tecnologías de Estados Unidos, diecisiete países decían que trabajaban en armas biológicas.

#### Posible juramento Hipocrático

I Promise to work for a better world, where science and thecnology are used in socially responsible ways. I will not use my eduation for any purpose intended to harm human beings or the environment. Throughout my career, I will consider the ethical implications of my work before I take action. While the demands placed upon me may be great, I sign this declaration because I recognize that individual responsibility is the first step on the path top peace.

*Student Pugwash Group in the U.S.*

No existe una forma viable de detener por completo el progreso de la ciencia en ningún campo, pero debe hallarse una manera de controlar con todo cuidado los excesos de la tecnología. Pero la mejor política general consiste en airear en público los riesgos y las posibilidades de la investigación genética hacia la mitigación de la enfermedad y el dolor.

*El avance científico tecnológico y su influencia en la economía actual va a seguir. Lo importante es contribuir a que la dirección de este progreso sea la más adecuada. En una sociedad democrática. Sólo una ciudadanía informada de los problemas, de las opciones y de las consecuencias podrá participar responsablemente en la toma de decisiones, no dejando decisiones políticas en manos de «expertos tecnócratas».*

En último término, la sociedad debe decidir democráticamente si se limitan o no ciertos tipos de tecnología. A diferencia de la tecnología nuclear, el debate acerca de los riesgos y los beneficios de la biotecnología está en sus etapas iniciales, lo que concede a la sociedad un tiempo en el que decidir qué formas de la tecnología debe permitirse que florezcan y qué otros tipos deben restringirse. En una democracia, lo decisivo es el debate informado por parte de un electorado ilustrado.

«I know no safe depository of the ultimate powers of the society but the people themselves, and if we think them not enlightened enough to exercise that control with a wholesome discretion, the remedy is not to take it from them, but to inform their direction»

Thomas Jefferson

### *Importancia de la sociedad científicamente informada*

Es necesario defender con la cabeza bien alta la empresa científica frente a los asaltos a la racionalidad.

*Un espectro milenario reaparece con nuevos ropajes... se venden librillos de astrología que ya hacían sonreír a algunos hombres reflexivos de hace dos mil quinientos años... Cuando llega el caso, hombres y mujeres se dejan dominar por un deseo de saber el porvenir, de conocer su destino, y los argumentos que han expuesto muchas cabezas fuertes... no valen nada. No; Leonardo, Voltaire, Kant no han existido; ... la fe puede más que la demostración.*

Caro Baroja, J.

La ciencia enseña a pensar racional y objetivamente, es útil para resolver problemas, especialmente los de una democracia. Pocos problemas de hoy no tienen un contenido científico importante. La ciencia es buena preparación para cualquier empresa.

Gente flexible capaces de pensar críticamente.

#### IV. Las dos culturas

La ciencia es parte esencial de la cultura, es un error presentarla como un compartimento diferente. Sin menospreciar otras contribuciones, el edificio conceptual de la ciencia es quizá la obra cultural colectiva más importante de la humanidad.

Es el problema de las dos «culturas» ya señalado por C.P. Snow (sugerido por Rabi) en su famosa conferencia en Cambridge en 1959. Snow denunciaba a una sociedad que consideraba culto a cualquier escritor mediano y no consideraba cultos a eminentes científicos. La situación actual puede que no sea tan diferente. Repasen la lista de los oficialmente considerados intelectuales en nuestro país y verán la sorprendente ausencia de personas procedentes del mundo de la Ciencia y la Tecnología.

El *problema* generalmente descrito por «Snow» existe aunque quizás con perfiles diferentes *cuarenta años después*. La división en gran parte *no* es entre *letras y ciencias*. En las actuales condiciones de máxima especialización y fragmentación de los conocimientos los científicos son tan ignorantes sobre lo inmenso del conocimiento científico como otros grupos. *La ciencia no es una gran isla separada del continente de la cultura, sino un vasto y disperso archipiélago de islas frecuentemente más distantes entre sí que de tierra firme.*

Ciencia es parte esencial de la cultura. La ciencia puede actuar como fuerza aglutinante de la humanidad, en contraste con muchos otros proyectos. Es un proyecto común, internacional con objetivos comunes y valores comunes.

—Resaltar el carácter humanista de la ciencia, su carácter cognitivo y su capacidad de decir cosas a la imaginación.

#### V. Cohesión social. Solidaridad

Como ha señalado un reciente informe del Banco Mundial, uno de los aspectos más peligrosos de una economía global basada en el conocimiento radica en las tensiones creadas por la creciente «brecha de conocimiento» entre los países ricos en conocimiento del norte y los pobres del sur.

- *According to the World Bank, 1.3 billion people lived on less than \$1 per day and another 3 billion lived on less than \$2 per day in 1993. Nearly 1.5 billion of the world population of 6 billion live in severe poverty at the dawn of the new millennium.*
- *25 to 50% of the children born in South Asian countries are characterized by low birth weight, caused by maternal and fetal undernutrition and malnutrition. Low birth weight has serious consequences for the child's brain development as well as for the health of the child in later life.*
- *In the developing world, 100 million more people live in poverty than a decade ago. We see 1.5 billion people lacking access to safe water and 2.4 million children who die each year of waterborne diseases.*

### **The global village**

If we could shrink the Earth's population to a village of precisely 100 people with all existing human ratios remaining the same, it would look like this:

- There would be 57 Asians, 21 Europeans, 14 from Western Hemisphere (North and South) and 8 Africans.
- 51 would be female: 49 would be male.
- 70 would be non-white: 30 white.
- 70 would be non-Christian.
- 50% of the entire world's wealth would be in the hands of only 6 people and all 6 would be citizens of the United States.
- 80 would live in substandard housing.
- 70 would be unable to read.
- 50 would suffer from malnutrition.
- 1 would be near death.
- 1 would be near birth. Only 1 would have a college education; and no one would own a computer.

Peter Sutherland. The Whashington. Plenary.  
Trilateral Memorandum. N. 5, 13 March 1999

La ciencia crea habilidad para producir conocimiento que puede ser usado para producir riqueza. Pero sin medios adecuados para distribuir los beneficios adquiridos de dicho conocimiento las diferencias crecerán.

La clave consiste en combinar dos conceptos mucho más fáciles de definir que de lograr:

Excelencia científica y cohesión (igualdad) social.

El primero requiere continua vigilancia y muchas veces durísimas opciones, sin ella hay una tendencia (como en las monedas) clara: lo mediocre expulsará a lo bueno. El segundo requiere no dejar abandonado al que se retrase, algo en lo que Europa ha dado ejemplo.

## VI. Dualidad de la ciencia

¿Es la investigación científica la búsqueda más noble de la mente humana, de la que mana una fuente inagotable de descubrimientos beneficiosos, o es por el contrario la escoba de la bruja que nos amenaza a todos con destruirnos?

M.F. Perutz  
Premio Nobel de Química 1962

La ciencia a través de la tecnología ha cambiado el mundo. Ha modificado nuestra forma de comunicarnos, de relacionarnos con el entorno natural; nuestra forma de pensar, de vivir; la cultura en una palabra.

La vida humana se ha hecho más agradable, más plena y, no lo olvidemos, más larga; en una palabra, más humana, más libre gracias a los logros de la ciencia y tecnología.

En aquellos «felices días» la vida de la mayoría era «mezquina, brutal y corta» (nasty, brutish and short), tal como la describió hace unos tres siglos y medio el filósofo inglés Thomas Hobbes.

Es cierto asimismo que el desarrollo científico-tecnológico presenta a la sociedad nuevos problemas.

En la medida que la demanda de seguridad es la primera necesidad psicológica del ser humano, la necesaria adaptación a los cambios —exteriores e internos— produce siempre dolor, conflicto, inseguridad.

Desde aquellos médicos de mediados del siglo pasado que pronosticaban que la velocidad a la que se movía el ferrocarril en su época acabaría dejando ciegos a los viajeros, el vértigo de la aceleración de los cambios de nuestro siglo multiplica los riesgos y los temores.

La situación actual es cualitativamente diferente. Posibilidad de auto-destrucción total. Los efectos de algunas de sus actividades pueden afectar a la humanidad durante cientos o miles de años, e incluso cambios en el mensaje genético pueden ser forzados permanentemente a generaciones posteriores.

La impurificación de la atmósfera y de las aguas dulces; los cambios climáticos; la expansión gradual de los desiertos; la desaparición de las selvas tropicales, son problemas en gran medida, producidos por una sobre-explotación tecnológica del conocimiento científico.

La mayor parte de estos problemas obedecen a una sola causa: el repentino triunfo de nuestra propia especie, debido precisamente a su capacidad para desarrollar tecnologías —el enorme aumento que ha experimentado nuestro número más o menos en el último siglo— y nuestras mayores demandas de comodidad, salud, bienestar y felicidad.

Es, en realidad, el triunfo de la cultura en el sentido de lo no natural. En el proceso de selección natural y en escalas de tiempo de millones de años los genes se han ido adaptando al medio ambiente. El proceso cultural es la adaptación del medio ambiente a nuestros genes, realizado cada vez con mayor eficiencia gracias al éxito de la ciencia y tecnología.

La ciencia con todo su éxito no está, sin embargo, al margen de la crítica y debe responder a las preguntas que se le hacen. El progreso científico y técnico constituye un requisito imprescindible para lograr, de forma colectiva, una vida humana digna, pero por sí sólo no garantiza dicha dignidad. La ciencia por sí misma no proporciona el remedio a los males individuales, sociales y económicos ... .

Heidegger, al comienzo de los años 50 escribió en la primera página de su ensayo sobre *La cuestión de la técnica* una frase que está más vigente que nunca: *La esencia de la técnica no tiene nada de técnica*. Así, la ciencia es la gran proeza de los hombres y ha redimido a la humanidad de buena parte de sus miserias, pero ha de tener un horizonte de fines, una idea clara y precisa de sus metas. No puede ser un reino autónomo al que todo le está permitido en consideración a sus logros.

Lo mismo que sucede con todas las demás creaciones del espíritu humano, los efectos de la ciencia y de la tecnología son imprevisibles. Cada descubrimiento científico, o en palabras de Leibniz cada nuevo contacto con lo desconocido, abre un amplio abanico de nuevas posibilidades. *Toda esperanza para el futuro encierra en sí una amenaza.*

*Tenemos que mirar de frente a la existencia de esas incertidumbres y tratar de convivir, trabajar y avanzar con ellas.*

La llave del futuro radica en nuestra capacidad de acertar, comprender y manejar un grado cada vez más creciente de complejidad. La frase de Einstein «perfección en los medios y confusión en los fines caracterizan nuestra era», no debe ser olvidada. Es peligroso si, como colectivo, el poder en nuestras manos aumenta a mayor velocidad que la sabiduría en el uso de dicho poder.

«Perfekzioa bitartekoetan eta nahasmendua helburuetan, horra gure aroaren ezaugarriak»

A. Einstein.

En resumen, y son palabras del Centenario de Deusto, lo que hace falta es sabiduría, no sólo ciencia y tecnología, sabiduría para vivir en armonía, sabiduría para controlar los crecimientos destructivos, y sabiduría para avanzar en nuestra evolución creativa como colectivo.

