

# CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD

W. R. Daros  
CONICET

## Las formas del conocimiento

1. La vida humana, en la concepción del filósofo José Ortega y Gasset, no es (salvando algunos momentos excepcionales) ni cómica ni trágica: es *dramática*, o sea, coloca a los seres humanos frente a constantes problemas y les exige utilizar todas sus fuerzas de imaginación, de invención, de racionalidad, de voluntad. En este contexto, el uso del conocimiento y su perfeccionamiento ha sido el arma típica de la evolución cultural humana. Los hombres actualmente no evolucionan creando nuevos órganos biológicos, sino nuevos instrumentos de comprensión y cambio de la realidad que los rodea. El crecimiento humano y social pasa a través del desarrollo del conocimiento, entendido éste como la herramienta universal indispensable, para todo otro tipo de desarrollo personal y social.

2. Las sociedades humanas han pasado por diversas formas de conocer y han avanzado con un método que podría resumir diciendo que consiste en *conocer, dudar, errar y corregir los errores*.

La *forma mítica de conocer* es quizás una de las formas más primitivas y menos críticas de enfrentar la realidad por medio del conocimiento. El hombre con actitud mítica queda sorprendido ante su mundo y, ante la escasez de conocimientos, no los confronta sino que *los asume como sagrados, como verdaderos y justificadores* de los acontecimientos y sucesos tanto de origen natural como social e histórico. Los hombres con actitud mítica suponen que hubo alguien que supo cómo se han originado y cómo son las cosas. Por ello, el mito ofrecía (y aún sigue ofreciendo a los hombres que siguen apreciando esta forma de conocer) una justificación de la realidad remitiendo al conocimiento del origen: una cosa o una norma social *se explica* conociendo el *origen* de la misma. De aquí la importancia de las genealogías respecto de los dioses, de las personas y de las sociedades.

"El mito relata un acontecimiento que ha tenido lugar en el tiempo primordial, el tiempo 'fabuloso' de los comienzos. Dicho de otro modo, el mito cuenta cómo gracias a las hazañas de los seres sobrenaturales, una realidad ha venido a la existencia, sea ésta la realidad total, el Cosmos, o so-

lamente un fragmento, una institución. Es siempre pues el relato de una 'creación': se narra cómo algo ha sido producido, ha comenzado a ser"<sup>1</sup>.

El mito es también la forma de justificar la conducta social. Así, por ejemplo, entre los Navahos, las mujeres deben sentarse con las piernas debajo de sí y de lado, y los hombres con las piernas cruzadas delante de ellos, porque los ancianos dicen que la primera mujer y el primer hombre, matador de monstruos, se sentaron de esa manera.

Mas los mitos no narran sólo el comienzo del mundo y de las cosas, sino que además predicen cómo será el final: es a un tiempo conocimiento y sabiduría, norma para la vida.

El mito, además, no es sólo un conocimiento, sino un conocimiento *verdadero y vital*. El mito no es un conocimiento con el cual sólo se conoce o recuerda algo, sino que constituye una forma de revivir, de actualizar una realidad. En esta concepción, la verdad se halla al inicio; es poseída por mentes privilegiadas, y es transmitida y recreada vivencialmente de generación en generación; y el deformarla es considerada una actitud sacrilega. El conocimiento pues se conserva y se transmite, y las sociedades que poseen este tipo de conocimiento son también conservadoras y dogmáticas. Incluso la *magia* (que es la *técnica* del primitivo para dominar las fuerzas incognoscibles) se transmite y posee un poder eficaz por el mismo hecho de realizarla, sin que a los hombres se les ocurra pensar si existe una proporción entre el acto mágico (causa) y el efecto que produce.

3. Tras las formas de conocer se hallan ciertos paradigmas mentales y sociales de considerar el conocimiento en su valor integral: esos paradigmas constituyen lo que podemos llamar *las mentalidades*, los supuestos implícitos para el aprecio o des-

---

<sup>1</sup> ELIADE, M. *Mito y realidad*. Madrid, Guadarrama, 1989, p. 18. Cfr. FRANKFORT, H. y otros. *El pensamiento prefilosófico*. México, FCE, 1989. GIQUEAUX, E. *Hacia una nueva definición esencial del mito*. Bs. As., Juárez, 1981. LEVY-BRUHL, L. *La mentalidad primitiva*. Bs. As., La Pléyade, 1972. IBARRA GROSSO, D. *Cosmología y mitología indígena americana*. Bs. As., Kier, 1980.

precio de los conocimientos científicos: son paradigmas gnoseo-sociológicos. Así, por ejemplo, cabe mencionar que al inicio de la época moderna occidental compitieron tres paradigmas de lo científico:

a) La *mentalidad organicista* suponía que el universo es un organismo viviente, donde cada parte influye en la totalidad. Aristóteles, Galeno, Ptolomeo, W. Harvey, G. Fallopio veían tendencias e intenciones y finalidades en todos los movimientos. El hombre proyectaba la intencionalidad en todas las cosas: tanto en el microcosmos como en el macrocosmos, las cosas se mueven o son movidas por una finalidad en un contexto organizado, donde la misma palabra *cosmos* significa algo hermosamente ordenado.

b) La *mentalidad mágica* suponía que Dios es un gran mago realizador de maravillas, conocedor de secretas relaciones existentes entre las cosas y sujetas a su voluntad. Los escritos atribuidos a Hermes Trismegisto estaban de moda con sus libros llamados precisamente "herméticos". Para esta mentalidad, el conocimiento no es algo manifiesto y público, sujeto a discusión, sino algo que se transmite entre iniciados. La alquimia y la cábala respondían a esta forma de mentalidad y aportaron dos grandes ideas: la que el sol, como un rey, es el centro del universo; y la idea de que el universo posee una armonía matemática: sus secretos están escritos por Dios en un lenguaje matemático. Quien domine este lenguaje dominará los poderes mágicos. La influencia de esta mentalidad alcanzó no sólo a Paracelso, sino también a Copérnico, Kepler, los neoplatónicos de Cambridge y al mismo Isaac Newton<sup>2</sup>.

c) La *mentalidad mecanicista*, que finalmente triunfó sobre las otras, implicó la concepción del mundo considerado como una gran máquina de relojería. No había, para los científicos sostenedores de esta mentalidad, un alma del universo. El universo era des-almado: era una gran máquina que poseía sus propias leyes. N. Tartaglia, R. Descartes, T. Hobbes, comenzaron a pensar al universo como compuesto de átomos materiales y con relaciones constantes y matemáticas que constituían sus leyes<sup>3</sup>.

4. La época moderna se ha iniciado con una nueva valoración en la capacidad de conocer del hombre. El descubrimiento de América, el surgimiento de nuevas religiones, el conocimiento de

otras culturas, el deseo de libertad, de acumulación de riquezas, de poder y de gozo de la vida ya en esta tierra, la construcción de nuevos instrumentos técnicos y un racionalismo creciente que confiaba en la inteligibilidad del mundo y en la capacidad humana para descubrirla, fueron algunos de los nuevos motivos que generaron el fenómeno de la ciencia moderna en Occidente.

Es interesante considerar que Oriente no careció de conocimientos y de técnicas (como el conocimiento de la brújula y la pólvora), pero no produjo una forma de conocimiento semejante a lo que ha sido la ciencia moderna.

"Sin la ayuda del papel, la imprenta, la brújula y la pólvora, ¿cómo hubiera sido posible el paso del feudalismo al capitalismo? En China, el papel existía ya en el siglo I de nuestra era, y la imprenta en el VIII, evolucionando rápidamente a la imprenta de bloques móviles en el XI. La magnetización de la aguja por la piedra imán se conocía mucho antes de esa época...La pólvora, probablemente un producto de la alquimia taoísta, aparece por primera vez a finales de la dinastía Thang, pero su uso con fines guerreros en el período Wu Tai (siglo X de nuestra era), cuatro siglos antes de que Occidente descubriera su utilidad similar"<sup>4</sup>.

Tampoco faltaron las técnicas en Oriente, como las relacionadas con la porcelana y la seda, la preparación de plásticos naturales, las técnicas de los puentes en suspensión, de las esclusas de canales, la farmacopea, los arneses equinos, el telar para tejidos labrados, el timón de popa, el tipo más primitivo de vacunación, la carretilla, se movieron de oriente a occidente y no a la inversa, y Europa contrajo con China una gran deuda.

Sin embargo, cuatro grandes factores, el geográfico, el ideológico, el social y el económico no hicieron posible, en China, la democracia del pensamiento y de acción que exige la ciencia moderna, la competencia de las ideas, el clima de duda y la necesidad de la investigación y refutación de las creencias ingenuas. El feudalismo chino y el europeo no eran diferentes; pero en China fue continuado por un burocratismo asiático, mientras que en Occidente surgió un mercantilismo capitalista que exigió para sobrevivir ideas nuevas, cambios e intercambios, comunicación y libertad de expresión y verificación en los conocimientos. La aristocracia china, armada de una buena burocracia, con el sistema de mandarines, impidió eficazmente la subida al poder de la clase mercantil y de sus ideas bulliciosas, inquietas y pragmáticas, como sucedió lentamente en Occidente. El modo de proceder científico

<sup>2</sup> Cfr. KEARNEY, H. *Orígenes de la ciencia moderna, 1500-1700*. Madrid, Guadarrama, 1970, p. 40. DARÓS, W. *El concepto de "revolución científica" en la época moderna en Razón e Inteligencia*. Génova, Studio Editoriale di Cultura, 1984, p. 85-126. HARTMANN, F. *Salud y curación según Paracelso y el Esoterismo*. Bs. As., Dédalo, 1987. HERMES, ALBERTO EL GRANDE y otros. *Textos básicos de alquimia*. Bs. As., Dédalo, 1986. HUTIN, S. *La alquimia*. Bs. As., Eudeba, 1973.

<sup>3</sup> Cfr. WESTFALL, R. *La construcción de la ciencia moderna*. Barcelona, Labor, 1980. SKLAIR, L. *El conocimiento organizado*. Barcelona, Labor, 1977.

<sup>4</sup> NEEDHAM, J. *La gran titulación. Ciencia y sociedad en Oriente y Occidente*. Madrid, Alianza, 1987, p. 152.

es en efecto un fenómeno individual y social, y no puede ser explicado cabalmente fuera del contexto de la sociedad.

Cabe recordar que un proceso similar se había dado ya entre el 500 y 300 antes de nuestra era, en las islas del mar Egeo. En aquél entonces, pequeños centros comerciales intercambiaron libremente no sólo objetos sino ideas y discutieron creencias. Esas ciudades de las islas del Egeo se hallaban lejos de un poder político único, despótico, con censura religiosa o ideológica, como sucedió con el poderío persa y egipcio, donde no obstante el poder y la riqueza de los mismos, no surgió ni la ciencia ni la democracia. Por el contrario, en el Egeo, surgieron las primeras escuelas de Occidente: los alumnos discutían las afirmaciones y creencias de sus maestros, y fueron abandonando la mentalidad mítica para acercarse a una visión racional del mundo. La filosofía y la ciencia han nacido de las creencias y de las críticas a las creencias.

"La ciencia debe comenzar con mitos y con la crítica de mitos; no con la recolección de observaciones ni con la invención de experimentos, sino con la discusión crítica de mitos y de técnicas y prácticas mágicas. La tradición científica se distingue de la precientífica porque tiene dos etapas. Como la última lega sus teorías; pero también lega una actitud crítica hacia ellas. Las teorías no se transmiten como dogmas, sino más bien con el estímulo de discutir las y mejorarlas. Esta tradición es helénica: se la puede hacer remontar a Tales, fundador de la primera escuela (no quiero significar 'la primera escuela filosófica', sino simplemente 'la primera escuela') que no se preocupó fundamentalmente por la conservación de un dogma"<sup>5</sup>.

5. Pero en la época moderna, los europeos creyeron en la capacidad de la luz natural de la razón, creyeron en la Ilustración y se atrevieron a pensar autónomamente, con libertad, contra el poder de los gobernantes despóticos del Estado y contra la tradición cultural anterior. El filósofo Kant, que sufrió también el rigor de la censura, lo ha dicho de esta manera:

"La Ilustración consiste en el hecho por el cual el hombre sale de la minoría de edad. Él mismo es culpable de ella. La minoría de edad estriba en la incapacidad de servirse del

propio entendimiento, sin la dirección del otro. El mismo es culpable de esta minoría de edad, cuando la causa de ella no yace en un defecto del entendimiento, sino en la falta de decisión y de ánimo para servirse con independencia de él, sin la conducción del otro"<sup>6</sup>.

Lo que importó desde el Renacimiento europeo en adelante fue buscar las leyes, esto es, las constantes que se hallan escritas en la Naturaleza con signos matemáticos. Desde entonces se fijó una correlación entre la naturaleza y el entendimiento humano. Ambos extremos de la correlación son autónomos, pero sin embargo hay posibilidad de una perfecta armonía en la que aparece la verdad, aunque ésta sea siempre precaria.

Para encontrar estas leyes no debemos colocar nuestras fantasías subjetivas en la naturaleza, sino seguir el propio curso registrado mediante la observación, el experimento, la medida, el cálculo. Los conocimientos proceden de los datos de los sentidos, pero el entendimiento los compara, los enlaza y los cuenta<sup>7</sup>.

### *El sentido de la ciencia*

6. Francisco Bacon influyó no poco, al inicio de la época moderna, en la concepción empírica e inductiva de la ciencia. Bacon consideraba las ciencias de su tiempo como un juego meramente lógico y verbal, pero sin contacto con la realidad, sin capacidad heurística de modo que no hacían nuevas conquistas ni extendían la industria. "La lógica en uso es más propia para conservar y perpetuar los errores que se dan en las nociones vulgares que para descubrir la verdad; de modo que es más perjudicial que útil"<sup>8</sup>.

Bacon advierte, en 1620, que los científicos de su época "ardían en deseos de llegar a los primeros principios para descansar: apenas han gustado de la experiencia cuando ya la desdeñan". En consecuencia, este filósofo desconfía de las teorías como de generalizaciones fantasiosas y precipitadas.

Bacon, por su parte, concibe la ciencia como un procedimiento que parte de la observación y en esta observación basa su verdad inicial y su solidez. Él estimaba que de la experiencia y de los hechos había que extraer las leyes, "elevándose pro-

<sup>5</sup> POPPER, K. *El desarrollo del conocimiento científico. Conjeturas y refutaciones*. Bs. As., Paidós, 1967, p. 63. Cfr. POPPER, K. *El busca de un mundo mejor*. Barcelona, Paidós, 1992, p. 134-154. GRAHAM, L. *Between Sciences and Values*. New York, University Press, 1991. GRIFFITH, B.-BENSON, G. *Scientific thought as dogmatism* en *International Journal of Science Education*, 1994, n. 6, p. 625-638.

<sup>6</sup> KANT, I. *Respuesta a la pregunta ¿Qué es la Ilustración?* en KANT, I. *Filosofía de la Historia*. Bs. As., Nova, 1964, p. 58.

<sup>7</sup> CASSIRER, E. *Filosofía de la Ilustración*. México, F.C.E., 1986, p. 61. Cfr. LEOCATA, F. *Del Iluminismo a nuestros días*. Bs. As., Ediciones Don Bosco, 1979.

<sup>8</sup> BACON, F. *Novum Organon*. Bs. As., Hyspamérica, 1984, p. 28, n. 12.

gresivamente y sin sacudidas hasta los principios más generales que alcanza en último término"<sup>9</sup>.

En consecuencia, Bacon inaugura, por oposición al método deductivo, la validez lógica del método inductivo: "No tenemos, pues, confianza más que en una legítima *inducción*"<sup>10</sup>.

Bacon, como buen empirista que es, admite que la verdad está en los datos de los sentidos: se basa en esos datos. A partir de la seguridad y verdad de los datos sensibles es legítimo inducir una verdad más general. "No conviene permitir que la inteligencia salte y se remonte de los hechos a las leyes más elevadas y generales, tales como los principios de la naturaleza". Bacon estima que sólo *partiendo de la verdad de los datos singulares* se puede llegar a *nociones abstractas verdaderas, sólidas*.

"Mucho habrá que esperar de las ciencias cuando el espíritu ascienda por la verdadera escala y por grados sucesivos, de los hechos a las leyes menos elevadas, después a las leyes medias, elevándose más y más hasta que alcanza al fin las más generales de todas. Las leyes menos elevadas no difieren mucho de la simple experiencia; pero esos principios supremos y muy generales que la razón en la actualidad emplea están fundados sobre nociones abstractas y carecen de solidez"<sup>11</sup>.

7. En nuestro siglo ha *cambiado el sentido* que tiene la ciencia, o dicho más precisamente, el sentido que tiene el proceder científico. Bacon era fundamentalmente empirista. Estimaba que la mente humana no poseía ideas innatas y los conocimientos procedían de la realidad; pero esos conocimientos frecuentemente eran asumidos con prejuicios (*idola*) que generaban errores al leer los datos de la realidad sensible. Por ello, lo más oportuno era proceder de la observación, estableciendo tablas y mediciones de los hechos y no precipitarse en generalizaciones. Mas, de todos modos, Bacon estimaba que había que partir de la verdad que procede de las observaciones y remontarse, por inducción, de ellas hasta las leyes generales.

La epistemología contemporánea pone en duda este modo de pensar el sentido del proceder científico. Karl Popper, en particular, ha asumido una filosofía kantiana y sostiene que el hombre (todo hombre) es siempre *fallible* y que todos nuestros actos de conocimiento, desde la percepción hasta los enunciados universales, deben ser tomados como conjeturas y sometidos a refutación. La reali-

dad, en sí misma, no es cognoscible: a ella se le agregan nuestras conjeturas. Hay que conciliar *lo dado por la realidad (complejo, caótico) mediante los sentidos con lo puesto por la mente*<sup>12</sup>. El *planeamiento del problema* es más importante que el descubrimiento de las *soluciones*: éstas se encuentran mediante la lógica y la experimentación; pero los problemas se plantean sólo con la imaginación, con la invención de nuevas relaciones<sup>13</sup>. La realidad, tanto física como social, se presenta con una complejidad e incertidumbre creciente; pero son las hipótesis (incluso sobre el mismo caos) inventadas por los hombres, las que tratan de darnos un sentido al leer la realidad<sup>14</sup>. Desde el origen del mundo físico, éste parece moverse desde el caos físico, incierto e indeterminable; y desde el origen del hombre, éste parece moverse desde el caos instintivo (desde *ello*, según Freud); pero, si en algo hemos avanzado, ello se debe a nuestro humano por interpretarlo mediante la invención de hipótesis.

El proceso científico comienza con la creación de hipótesis (y por ello es siempre hipotético) y de ellas deduce consecuencias lógicas (y por ello es deductivo). En una ciencia empírica, estas consecuencias deben llegar a ser formuladas como enunciados empíricos, los cuales sometidos a la realidad deben ser refutables (esto es, de posible refutación), aunque no siempre refutados de hecho.

8. El inductivista supone el valor de la inducción (cuyo resultado es a veces verdadero y otras veces es falso); pero no lo puede probar lógicamente. El inductivista piensa así: El principio de inducción funcionó bien en la ocasión *a, b, c, d, e, f...* Luego funciona siempre bien. Pero aquí se está utilizando el principio de inducción para probar la inducción. La experiencia no se justifica con la experiencia, ni un hecho en sí mismo (sin teoría alguna) se justifica con otro hecho en sí mismo.

Lógicamente el principio de inducción tampoco es sostenible. Desde un punto de vista lógico, si la premisa de un razonamiento científico es verdadera, la conclusión si es correcta es verdadera. Pero si la premisa de un procedimiento científico consiste en la observación de un hecho particular (o de varios hechos particulares), esta premisa no es necesariamente verdadera, por al menos dos motivos: a) porque todos somos fallibles y podemos equivocarnos;

<sup>9</sup> BACON, F. *Novum Organon*. O. c., p. 29, n. 19.

<sup>10</sup> BACON, F. *Novum Organon*. O. c., p. 28, n. 14.

<sup>11</sup> BACON, F. *Novum Organon*. O. c., p. 67, n. 104. Cfr. BACON, F. *Del adelanto y progreso de la ciencia divina y humana*. Bs. As., Lautaro, 1947, p. 211, 139. QUINTON, A. *Francis Bacon*. Madrid, Alianza, 1985, p. 82.

<sup>12</sup> POPPER, K. *Conocimiento objetivo. Un enfoque evolucionista*. Madrid, Tecnos, 1974, p. 93. Cfr. DARÓS, W. *Realismo crítico y conocimiento en el pensamiento de Popper en Pensamiento. Revista de Investigación e Información Filosófica*, 1990, n. 182, p. 179-200. ARTIGAS, M. *Karl Popper: Búsqueda sin término*. Madrid, Ed. Magisterio Español, 1979, p. 117.

<sup>13</sup> BERNAL, J. *La ciencia en nuestro tiempo*. México, Nueva Imagen, 1989, p. 436.

<sup>14</sup> Cfr. MORIN, E. *Ciencia con conciencia*. Barcelona, Anthonopos, 1992, p. 318.

b) porque con frecuencia dos hombres que ven un mismo objeto no ven lo mismo como lo prueban las experiencias realizadas desde la psicología de la *Gestalt*; sino que cada observador percibe en forma acorde a sus experiencias pasadas y a sus intereses personales, a su formación profesional, etc.

Por el contrario, Popper estima que la cuestión de inductivismo no es importante, porque pártase de donde se quiera, *todo es criticable en ciencia y todo se puede corregir*<sup>15</sup>. No hay manera de encontrar un punto de partida verdadero y cierto, afirma Popper; pero esto no tiene importancia, pues el proceder científico no es verdadero desde su inicio, sino criticable, refutable y aun cuando un enunciado científico resista a la refutación y sea corroborada nuestra presunción de verdad, esa corroboración es siempre provisoria.

9. Popper estima que la ciencia tiene sentido en la medida en que no se interesa sólo de cuestiones de hecho (de éste o aquél hecho particular observado), sino de cuestiones de justificación de las teorías.

Las ciencias están constituidas por teorías; éstas por hipótesis, y éstas a su vez son interpretaciones conjeturales para explicar problemas que se refieren a hechos. Ahora bien, las hipótesis no son hechos, sino suposiciones (enunciados universales) que dan sentido a los hechos. Así, por ejemplo, si al frenar el auto en el que viajamos, nos sentimos impulsados hacia adelante, decimos que este hecho particular se explica si lo insertamos en la teoría de la inercia (ley de inercia), la cual nos dice que todo cuerpo en movimiento seguirá indefinidamente en movimiento si no encuentra una fuerza que se le oponga.

Lo que sostiene el epistemólogo Popper es que las teorías, las hipótesis y las leyes no surgen de una generalización mecánica de los hechos observados, sino que ellas son una *creación* del hombre, una *conjetura* que debe ser justificada. Las creaciones no se explican lógicamente a partir de hechos; éstos constituyen sólo una motivación psicológica: no hay reglas con resultados seguros para crear o inventar. "No existe, en absoluto, un método lógico de tener nuevas ideas, ni una construcción lógica de este proceso"<sup>16</sup>.

La ciencia, como sostenía Albert Einstein, es una aventura del pensamiento.

"La ciencia no es sólo una colección de leyes, un catálogo de hechos sin mutua relación. Es una creación del espíritu humano con sus ideas y conceptos libremente inventados. Las teorías físicas tratan de dar una imagen de la realidad y de establecer su relación con el amplio mundo de las impresiones sensoriales. Luego, la única justificación de nuestras estructuras mentales está en el grado y en la norma en que las teorías logren dicha relación"<sup>17</sup>.

10. En este sentido, la ciencia, si pretende ser empírica, es un procedimiento que tiene dos aspectos: a) una invención aventurada con la cual buscamos dar la razón o causa de los hechos; y b) un intento de refutación de esa pretendida razón. Este núcleo uniforme del proceder científico se aplica luego a diversos sectores del saber disciplinar, por lo que se generan diversas ciencias análogas. Todas las ciencias, e incluso las humanidades, practican el *método de resolución de problemas*, de las conjeturas y refutaciones; y la decisión de usar este método con precisión hace que nuestra forma de conocer sea científica; porque la ciencia no es una "cosa", ni una cuestión de contenidos, sino una *forma* de conocer<sup>18</sup>.

El verdadero espíritu científico *busca conocer la verdad*: la verdad es una idea que lo guía, una idea rectora, pues de otra manera el científico no tendría motivo suficiente y racional para investigar, para seguir los vestigios, las huellas, los efectos en busca de las causas, la sustancia bajo los accidentes. Pero dado que el hombre es falible no cree haber hallado una verdad definitiva por más que encuentre hechos que confirmen su teoría. Por miles de años la mayoría de la gente creía que la tierra era plana, o que el sol giraba alrededor de la tierra: el encontrar más y más hechos o personas que creyeran en esto no hacía más verdaderas esas creencias, aunque generaran un consenso psicológico general más fuerte. El *consenso externo a la lógica de la ciencia* no es, como estima Thomas Kuhn, un criterio firme de verdad o de científicidad: a lo más constituye un paradigma psico-social, una creencia colectiva entre los científicos de una especialidad<sup>19</sup>. No es el mis-

<sup>15</sup> POPPER, K. *Conocimiento objetivo*. O. c., p. 103. MARTÍNEZ, J. *Ciencia y dogmatismo. El problema de la objetividad en Karl Popper*. Madrid, Cátedra, 1989. GIORDAN, A.- VECCHI, G. *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla, Diada, 1988. MALDONADO VELOZA, F. *No existe la inducción: La objeción de Lakatos a Popper en Interciencia*, 1994, n. 5, p. 252-257.

<sup>16</sup> POPPER, K. *La lógica de la investigación científica*. Madrid, Tecnos, 1977, p. 31. SCHLANGER, J. *L'invention intellectuelle*. París, Fayard, 1993, p. 99-112.

<sup>17</sup> EINSTEIN, A. *La física, aventura del pensamiento*. Bs. As., Losada, 1974, p. 250.

<sup>18</sup> POPPER, K. *Sobre la teoría de la inteligencia objetiva en Simposio de Burgos. Ensayos de Filosofía de la ciencia en torno a la obra de Sir Karl R. Popper*. Madrid, Tecnos, 1970, p. 232. POPPER, K. *La lógica de la investigación científica*. O. c., p. 17.

<sup>19</sup> Cfr. KUHN, TH. *Estructuras de las revoluciones científicas*. Madrid, F.C.E., 1975, p. 34. KUHN, TH. *Objetividad, juicios de valor y elección de teoría en La tensión*

mo paradigma el que genera una misma ciencia; sino "las mismas reglas y normas de la práctica" (el método de resolver problemas, diría Popper) constituyen a esa forma de conocer en *científica*. En este punto están de acuerdo tanto Popper como Kuhn: para que unos conocimientos sean *científicos* debe existir la decisión de aceptar de ciertas reglas metodológicas que los científicos estiman válidas, por ejemplo, cuándo detenernos y aceptar un "enunciado básico", digno de ser falsador de una teoría. "Siempre será un asunto a resolver por una convención o una decisión el de a qué cosa hemos de llamar una 'ciencia' o el de a quién hemos de calificar de 'científico'."20.

Las afirmaciones universales que sólo son corroboradas, pero que nunca dan pie para ser refutables, no pueden considerarse pertenecientes a la ciencia empírica. Pueden constituir explicaciones muy coherentes; pueden ser un sistema lógico no contradictorio como lo son las lógicas y las matemáticas, mas no pueden pretender ser afirmaciones de una ciencia *empírica*.

11. Las ciencias nos ayudan a ser *críticos*: a tener presente el *criterio* con el cual se da valor a los conocimientos. Todo lo que un hombre afirma puede ser verdadero o falso. Lo importante en el proceder científico no se halla pues en la cuestión "de dónde proceden los conocimientos" (estimando que si la teoría proviene de la observación es buena, y si es inventada no vale): lo importante es buscar medios para saber que un enunciado que pretende referirse a la realidad, puede ser alguna vez *refutable por la realidad, sometido a la prueba de la realidad*. Mientras resista esta prueba se lo tendrá por confirmado por ella, mas no por esto como absolutamente verdadero.

En consecuencia, las teorías se valorizan *deductivamente*, no inductivamente.

1. - "Una vez presentada a título provisorio una nueva idea, aún no justificada en absoluto (sea una anticipación, una hipótesis, un sistema teórico o lo que se quiera)

2. - Se extraen conclusiones de ella por medio de una deducción lógica;

3. - Estas conclusiones se comparan entre sí y con otros enunciados pertinentes, con el objeto de hallar relaciones lógicas (tales como equivalencia, deductibilidad, compatibilidad, o incompatibilidad, etc.) que existan entre ellas...con lo cual se somete a contraste la coherencia interna de la teoría.

4. - Tenemos luego la comparación con otras teorías, que tiene por principal mira la de averiguar si la teoría examinada constituiría un adelanto científico en caso de que sobreviviera a las diferentes contrastaciones a que la sometemos.

5. - Finalmente viene el contrastarla por medio de la aplicación empírica de las conclusiones que pueden deducirse de ella"21.

12. Durante todo el tiempo que una teoría resiste la crítica de las contrastaciones exigentes y minuciosas, y en el que no la deja anticuada otra teoría en la evolución del progreso científico, podemos decir que la "demostrado su temple" o que está corroborada por la experiencia. Mas debemos tener presente que "las teorías nunca son verificables empíricamente"22: no hay en la ciencia empírica *verdades definitivas*, sino siempre *conjeturas provisionarias*.

En su concepción moderna, las ciencias no son depósitos de verdades, sino "investigaciones" (*In vestiga ire*: seguir las huellas), buscar saber cómo son las cosas. En el ámbito de la realidad, nuestro conocimiento humano es *precario*. Sería una suerte muy grande poseer muchas verdades definitivas acerca de nuestro mundo, pero dado que *el hombre siempre es falible*, nuestras conjeturas sobre de la realidad son también humanas, siempre precarias. Dicho de otra forma, podemos afirmar que el espíritu científico nunca es *dogmático*: no logra verdades definitivas ni en sus teorías ni en sus enunciados básicos ("hechos"). Los enunciados básicos, en efecto, son enunciados empíricos fácilmente refutables, que los científicos asumen convencional y provisoriamente sin discutir y por razones prácticas. Pero todo hecho puede ser puesto en duda en cualquier momento. Por ello, tampoco existen en ciencia hechos privilegiados23.

Los hechos se hallan también ellos cargados de teorías, de interpretaciones conjeturales, aunque al ser empíricos y observables, deben ofrecer un acceso más fácil a la falsación.

13. Aprendemos algo acerca de la realidad a partir de la advertencia de nuestros errores, no tanto de las creencias en nuestras verdades; porque las creencias siempre pueden ser verdaderas o falsas.

En consecuencia, las ciencias empíricas se componen de dos tipos de enunciados:

21 POPPER, K. *La lógica de la investigación científica*. O. c., p. 32.

22 POPPER, K. *La lógica de la investigación científica*. O. c., p. 39. DARÓS, W. *La ciencia como pensamiento crítico según Carlos R. Popper*, publicado en revista *Sapientia*, Bs. As., 1982, Vol. 37, nº143, p.21-34.

23 POPPER, K. *El desarrollo del conocimiento científico*. O. c., p. 276.

*esencial. Estudios sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia.*. México, F.C.E., 1982, p. 344.

20 POPPER, K. *La lógica de la investigación científica*. O. c., p. 51, 99, 101, 104-106, 37. KLIMOVSKY, G. *Las desventuras del conocimiento científico*. Bs. As., A-Z, p. 224.

- a) De enunciados públicos y universales (leyes, teorías, hipótesis, conjeturas) y  
 b) De enunciados públicos empíricos y básicos, estos es, tomados por decisión como posibles falsadores de las conjeturas.

El modo de validar la conjetura no se basa en la observación o en la evidencia de lo observado (lo que implica siempre un aspecto psicológico); sino en un procedimiento lógico llamado *modus tollens*, que posee la siguiente estructura:  $p$  se sigue de  $t$ ; pero sucede que no se da  $p$ , entonces no es verdad  $t$ <sup>24</sup>:  $(t \Rightarrow p) \cdot \sim p \Rightarrow \sim t$ . Por ejemplo: la *competencia* ( $p$ ) se sigue del *crecimiento económico y humano real* ( $t$ ); pero no advertimos *competencia* (no se da  $p$ ); luego *no hay crecimiento económico y humano real* (no es verdad  $t$ ). También podríamos aplicar esta estructura refutadora a la educación formal y afirmar: la *competencia* ( $p$ ) que se aprende ya en la escuela, se sigue de *una enseñanza que facilita el pensamiento crítico* ( $t$ ); podríamos hacer después una inferencia falsadora mediante el enunciado básico aplicado al proceso educativo: "en nuestro sistema educativo argentino actual, en situaciones concretas y constantes, no se observa que se aprenda a competir" ( $\sim p$ ); luego podríamos afirmar que no existe *una enseñanza que facilita el pensamiento crítico* ( $\sim t$ ). Otro ejemplo puede ser éste: Que todos los salmones *Oncorhynchus Kisutch* encuentren su ruta de vuelta a la arroyo natal ( $t$ ) se sigue del olor específicos de sus aguas ( $p$ ); entonces se puede proponer un experimento científico mediante el enunciado básico y empírico que obstruyendo los sacos olfatorios ( $\sim p$ ) de los salmones, se puede evitar que encuentren su arroyo natal ( $\sim t$ ).

14. Como se advierte, el proceso de investigación propio de la ciencia, consiste en suponer (conjetura, teoría) una causa ( $p$ : variable independiente) de la cual se sigue el efecto ( $t$ : variable dependiente); se intenta entonces observar un caso en donde, no estando presente la presunta causa ( $\sim p$ ), no se justifica el efecto ( $\sim t$ ) con lo cual lógicamente se debe admitir que no se ha dado con la causa verdadera del efecto<sup>25</sup>.

Puede constatar que las teorías científicas, con sus hipótesis o leyes, con sus enunciados universales ( $t$ ), "no son simplemente los resultados de la observación". Aunque las teorías estén psicológicamente motivadas por los datos o hechos, los científicos al crearlas o inventarlas superan los datos, los hechos, los fenómenos. Los hechos observados cumplen su cometido lógico en la posibilidad de rechazo que ofrecen respecto de las teorías, y estimulan la necesidad de inventar otras.

<sup>24</sup> POPPER, K. *La lógica de la investigación científica*. O. c., p. 73.

<sup>25</sup> LEÓN, O. - MONTERO, I. *Diseño de investigaciones*. Madrid, McGraw-Hill, 1993, p. 17.

"Es necesario comprender que de las dos explicaciones principales que podemos dar del desarrollo de la ciencia, una carece de importancia, mientras que la otra es importante. La primera explica la *ciencia por acumulación* de conocimientos: es como una biblioteca (o un museo) en crecimiento. Cuanto mayor sea el número de libros, tanto mayor será el conocimiento acumulado. La segunda explica la *ciencia por la crítica*: ella crece por un método más revolucionario que la acumulación, por un método que destruye, modifica y altera todo, inclusive su instrumento más importante, el lenguaje en que se formulan nuestros mitos y teorías".<sup>26</sup>

Advertimos, pues, que la ciencia o es lógica o implica una cierta lógica (y por lo tanto se opone al caos o a la mera acumulación estadística de datos) aplicada (si se trata de ciencia empírica) a la realidad. La realidad motiva *psicológicamente* la invención de conjeturas, interpretaciones, leyes. De estas leyes deducimos *lógicamente* consecuencias observacionales y son estas consecuencias las que refutan o confirman nuestras creencias acerca de cómo es la realidad.

"Al parecer, la mente humana ha de construir primero las formas de modo independiente, para luego poder hallarlas en las cosas. Las verdaderas proezas de Képler son un ejemplo magnífico de esta aserción: el conocimiento no puede surgir de la experiencia tan sólo, sino de la comparación de las invenciones del intelecto con los hechos observados"<sup>27</sup>.

#### ***Una lección del proceder científico: Aprendemos de nuestros errores***

15. La forma del proceder científico nos ayuda, a los individuos y a las sociedades, a advertir que *aprendemos de los errores*<sup>28</sup>. No aprenden la sociedad y las personas que cometen siempre los mismos errores, que no aprenden a aprender. Por otra parte aprender no es simplemente un proceso mental sino una forma de ser permeable a la realidad, capaz

<sup>26</sup> POPPER, K. *El desarrollo del conocimiento científico*. O. c., p. 152.

<sup>27</sup> EINSTEIN, A. *Mis ideas y opiniones*. Barcelona, Bosch, 1981, p. 237. Cfr. DARÓS, W. *Educación y cultura crítica*. Rosario, Ciencia, 1988, p. 91-112. DARÓS, W. *Ciencia y teoría curricular en Enseñanzas de las Ciencias* de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1996, n. 14(1), p. 63-73.

<sup>28</sup> Cfr. BERKSON, W. *Learning from error: Karl Popper's psychology of learning*. La Salle, Open Court Pub. Co., 1984. DARÓS, W. *Concepción popperiana del aprendizaje*, en *Revista del Instituto de Investigaciones Educativas*, n° 61, 1988, p. 55-69.

de reconocer humildemente los errores, los propios límites. Sólo está en condiciones de aprender quien admite que no sabe.

Los seres humanos nacen con expectativas innatas, ya desde el momento en que perciben. Siempre aprendemos sobre nuestros conocimientos previos que los tomamos como conjeturas o presunciones de lo que pasará<sup>29</sup>.

Mas nuestro saber no vale *por el origen* de nuestro conocimiento; no vale por ser evidente o por ser considerado como una expectativa innata: esa expectativa puede carecer de valor de verdad, ser sólo un deseo.

16. La crítica a la teoría de la inducción hace surgir una nueva concepción del aprendizaje. Éste es considerado a la vez como un proceso personal y social, de invención de hipótesis mediante conjeturas y de crítica intersubjetiva para eliminar los errores.

Aprender no es acumular conocimientos verdaderos, sino implica más bien amar la verdad buscándola sin término, criticando nuestras creencias, intentando refutarlas y reconociendo humildemente los errores. Todo aprendizaje y toda discusión científica

"comienza con un problema (P1), al que ofrecemos algún tipo de solución alternativa - una teoría tentativa (TT); esta teoría es entonces sometida a crítica, en un intento de eliminación de error (EE); y, como en el caso de la dialéctica, este proceso se renueva a sí mismo: la teoría y su revisión crítica dan lugar a nuevos problemas (P2).

Posteriormente condensé todo esto en el siguiente esquema: P1  $\Rightarrow$  TT  $\Rightarrow$  EE  $\Rightarrow$  P 2.

La ciencia comienza con problemas y acaba con problemas".<sup>30</sup>

El aprendizaje comienza con frecuencia de algún problema *práctico*, esto es, acerca del funcionamiento de algo (un problema de técnica), pero conjuntamente se halla un problema *teórico*: la exigencia de una nueva hipótesis, otra conjetura o teoría o interpretación (un problema de ciencia).

EL mismo proceder científico comienza con problemas y termina generando nuevos problemas. Uno de ellos y de no poca importancia es el sentido mismo que debe tener el proceder científico en el contexto de la vida humana. "Para que una civilización científica sea una buena civilización, es necesario que el aumento de conocimientos vaya acompañado de un aumento de sabiduría. Entiendo por sabiduría una concepción justa de los fines de la

vida. Esto es algo que la ciencia por sí misma no proporciona"<sup>31</sup>.

### *El sentido de la técnica y de la tecnología*

17. Llegamos de este modo a una temática importante que tiene interesantes consecuencias: los problemas (los hechos o fenómenos en conflicto) surgen conjuntamente con las teorías o conjeturas (con las cuales los hechos o fenómenos entran en conflicto). Esto significa que las ciencias son *sistemas* de conocimientos conjeturales. Pero, además, otra consecuencia interesante: los problemas *prácticos* (acerca de los medios y de como instrumentalizar recursos) interactúan con los problemas *teóricos* (acerca de cómo son las cosas)<sup>32</sup>.

Ya desde muy antiguo se dividieron los modos de conocer según la *finalidad* que se proponían los científicos al conocer. Se habló entonces de ciencias *teóricas* (con las que un científico pretende principalmente saber cómo son las cosas), de ciencias *prácticas* (con las que se intenta mejorar el actuar de las personas, como en el caso de la ética, la economía, la política), y de ciencias *productivas* (cuya finalidad recae en un objeto exterior y con las que se intenta crear medios para cambiar la naturaleza de las cosas y ponerlas a disposición del hombre)<sup>33</sup>.

18. En un sentido amplio, el hombre actúa siempre como un teórico, como un práctico y como un técnico, aunque a veces, profesionalmente prima una finalidad sobre la otra. Un técnico no puede obrar sin ideas que orientan su acción; ésta a su vez genera problemas de comprensión, repercutiendo ambas sobre la conducta humana. Por ello *la actitud técnica es altamente humana*: ella implica a todo el hombre, a sus ideas, sus finalidades, su capacidad de inventar medios, su industria para implementarlos, su coraje para intentar cambiar la realidad y la humildad de someter a la realidad social la realidad por él inventada o transformada.

El animal está sujeto a sus instintos: ellos son todo su saber. Con ellos se orienta buscando alimentos y la satisfacción de sus necesidades; pero

<sup>31</sup> ANDER-EGG, E. *Acerca del pensar científico*. Aliante, Humanitas, 1986, p. 152. Cfr. RUSSEL, B. *La perspectiva científica*. Barcelona, Ariel, 1991. DARÓS, W. *El aprendizaje para una sociedad libre según P. Feyerabend* en *Revista Española de Pedagogía*, n. 82, 1989, p.99-111.

<sup>32</sup> Cfr. SHEPTULIN, A. *El método dialéctico del conocimiento*. Bs.As., Cartago, 1983. POPPER, K. *Búsqueda sin término*. O. c., p. 179.

<sup>33</sup> Cfr. ARISTÓTELES. *Metafísica*. E, 1, 1025 b 22-24. ARISTÓTELES. *Ética a Nicómaco*. VI, 3, 1139 b 18-24. SANGUINETTI, J. *La filosofía de la ciencia según Santo Tomás*. Pamplona, EUNSA, 1977, p. 207. DARÓS, W. *Epistemología y didáctica*. Rosario, Matética, 1983, p. 55.

<sup>29</sup> POPPER, K. *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Madrid, Tecnos, 1977, p. 70.

<sup>30</sup> POPPER, K. *Búsqueda sin término*. O. c., p. 179.

el animal está sometido a la naturaleza. El hombre, por el contrario, ha descubierto que puede cambiar algunos aspectos de las cosas naturales y ponerlas a su disposición, al servicio de su proyecto de vida. El hombre es capaz de inventar lo que no estaba en la naturaleza o no estaba allí cuando le hacía falta: y éste es el origen de la técnica. Por ello, Ortega y Gasset ha definido a la técnica como "la reforma que el hombre impone a la naturaleza en vista de la satisfacción de sus necesidades"<sup>34</sup>.

19. El hombre no coincide con el mundo, por eso puede intentar cambiarlo con la técnica (claro está que esto no asegura que el cambio sea siempre y necesariamente positivo y humanizador).

La técnica en su inicio fue quizás una *técnica al azar*: el hombre casi sin proponérselo advertía que un palo, que estaba allí en la naturaleza, podía servir de bastón y aliviar sus fuerzas o podía ser empleado como lanza y arma de defensa. Por ello, al no proponerse explícitamente inventar, la técnica, en el mundo primitivo, es muy simple y los recursos son escasos. La sociedad primitiva no se propone cambiar el mundo físico y cultural, sino más bien teme al mundo físico, repite sus tradiciones culturales; trata de adecuarse a él y prohíbe, por temor, las innovaciones.

En la época moderna, el conocimiento deja de ser mítico y se convierte en un sistema organizado y evaluado de conocimientos. Esto posibilita un actuar técnico con una intención explícita: ante un saber preciso se buscan medios precisos, recursos oportunos. No por casualidad surge en el Renacimiento (con Leonardo da Vinci que retoma la tradición olvidada de Arquímedes y la utilización de las matemáticas) la profesión de *ingeniero*: esto es, del hombre que por profesión desea usar su ingenio, su capacidad de inventar medios para lograr lo que no se produce natural o espontáneamente.

La invención era considerada en la antigüedad algo divino (*Genius*: dios tutelar entre los romanos): se suponía que el hombre al inventar estaba inmerso en Dios (*in-genio*). También se suponía que el ingenio era un don divino y no algo que se cultivaba, que se enseñaba y se aprendía<sup>35</sup>.

20. A la técnica del azar siguió la *técnica del artesano*. Se admitía entonces que las técnicas podían estudiarse y aprenderse, pero acentuaba aún la importancia de la invención. El artesano estaba aún

atado al pasado y a la repetición de las técnicas: no estaba abierto a posibles novedades. Varaba los estilos de destrezas, inventaba instrumentos que son prolongación de su brazo; pero casi no inventaba máquinas.

Con la *técnica moderna*, por el contrario, el hombre inventa máquinas; inventa lógicas de funcionamiento que actúan con relativa autonomía. El hombre entonces pasa a ayudar a la máquina, la cual aporta la mayor fuerza y actividad en el trabajo de producción. Mas por entonces la ciencia y la técnica se unen y se realimentan mutuamente generándose un crecimiento científico-técnico exponencial.

21. En nuestro siglo la ciencia y la técnica hicieron surgir la *tecnología*. En el período de la técnica moderna, el acento estaba aún puesto sobre la ciencia (en la comprensión del mundo, que estaba allí como un objeto de contemplación) y la técnica era vista como una ciencia aplicada. Si por *técnica* entendemos la habilidad para hacer una cosa (sea esta cosa material o mental, por lo que podemos hablar tanto de técnicas de meditación como de fabricación), por *tecnología* podemos entender, además de esa habilidad, la conciencia y el enfoque explícito y científico del producir bienes materiales, sociales, procesales (incluidos los de comunicación y diversión) con recursos complejos. En la época actual, tecnológica, el acento se halla ubicado *en la explícita intención de producir bienes especialmente materiales que son medios, instrumentos, para cambiar la realidad, para producir una realidad nueva*. Por ello no es raro advertir que, en nuestro siglo, comienzan a perderse los límites que separan lo natural de lo cultural o artificial, lo posible de lo real. Por ejemplo, antes se consideraba que existían especies naturales como el trigo y el sorgo; pero hoy el hombre ha inventado especies híbridas o nuevas. Antes el hombre se creía el depositario del pensar y de la lógica; pero hoy ciertos programas de computación compiten con el hombre en ese ámbito y se habla sin ningún temor de "inteligencias artificiales".

22. La técnica es lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, propio de los animales; ella se propone *la adaptación del medio al sujeto*. Y en la época tecnológica esto se hace explícita, consciente e intencionalmente.

"La tecnología, en términos generales, parece poder interpretarse como el conjunto de las técnicas (procesos) y de las máquinas (instrumentos o medios), en términos de organización conceptual general (es decir, científicamente elaborada) de todos los aspectos

<sup>34</sup> ORTEGA Y GASSET, J. *Meditación de la técnica*. Madrid, Revista de Occidente, 1977, p. 32.

<sup>35</sup> Cfr. FRIEDMANN, G. *El hombre y la técnica*. Barcelona, Ariel, 1990, p. 84-90. DUCASSÉ, P. *Historia de las técnicas*. Bs. As., Eudeba, 1983, p. 45. TIMM, A. *Pequeña historia de la tecnología*. Madrid, Guadarrama 1981. BARRET, F. *Historia del trabajo*. Bs. As., Eudeba, 1981. BERNAL, J. *Historia de las ciencias*. México, Nueva Imagen, 1992, p. 366-381.

y problemas involucrados en las 'extensiones' del hombre en su totalidad"<sup>36</sup>.

El hombre contemporáneo enfoca su preocupación e interés en la creación de *nuevos medios* (técnicas, recursos, productos). Nunca como hoy el mundo del hombre ha sido un mundo de disponibilidades. Pero también nunca como hoy surge con fuerza la preocupación filosófica de *los fines*: tenemos innumerables medios ¿pero para qué o para quiénes?

Este problema puede llevarse hasta el paroxismo: el hombre no sólo pone al mundo (físico, cultural) como medio a su disposición; sino que el hombre comienza a darse cuenta de que él deberá decidir qué desea ser él mismo en el futuro. Cada vez más el hombre es producto del hombre, el hombre es el generador de su propio destino. El hombre comienza a advertir que lo que él es no está en manos de la ciega biología o de las circunstancias históricas concebidas como un destino irreformable. Los científicos contemporáneos están en el umbral del dominio del código genético humano: están pensando en la posibilidad no sólo de manejar embriones, sino de producirlos o moldearlos según las características que deseen<sup>37</sup>. Nuestra especie no parece tener asegurada su sobrevivencia. ¿Hacia qué tipo de hombre y de sociedad nos encaminamos? El hombre se encuentra hoy en la disyuntiva de tener que decidir qué va a hacer y qué va a ser; porque hoy advierte (como no lo hacía antes de nuestro siglo) que ni abandonándose a las fuerzas biológicas está seguro.

"Sería erróneo pensar que el incontenible progreso de la humanidad estaría asegurado si se permitiera solamente a la selección natural actuar sin las trabas de la civilización. La selección natural ni siquiera garantiza la supervivencia de la especie, sin hablar ya de su mejoramiento. Los dinosaurios se extinguieron a pesar de que su evolución fue orientada por la selección natural sin la ataduras de la cultural. La selección natural es automática, mecánica y ciega. Acarrea cambios genéticos que no siempre, aunque con frecuencia, parecen tener el propósito de promover la supervivencia de la especie, oponiéndose a su extinción, y sin embargo, la selección natural carece de finalidad. Sólo el hombre puede tenerla.

El ser humano si así lo desea, puede orientar su propia evolución...Al planificarse la evolución humana, incluyendo la biológica, la biología debe ser dirigida por la herencia

espiritual y cultural del hombre. Aquí son indispensables la religión, la filosofía, el arte, el conjunto de la sabiduría y de la experiencia que ha ido acumulando la humanidad"<sup>38</sup>.

23. La tecnología responde hoy a una necesidad impostergable: el bienestar. Al hombre no le es suficiente el estar; necesita bien-estar. El concepto de necesidad humana implica indiferentemente lo objetivamente necesario y lo superfluo<sup>39</sup>. Las necesidades tienen en el hombre una elasticidad notable: la necesidad del placer o del deporte, por ejemplo, pueden llevarlo a sufrir increíbles penalidades al escalar el Aconcagua. El estar bien es lo que le parece necesario, lo demás es superfluo. La *tecnología* que hace posible el bienestar se ha convertido en *algo crecientemente necesario para el ser humano y para ser humano*. Entre la tecnología y la sociedad se ha generado una dialéctica de mutua implicancia y necesidad; se requieren mutuamente y alientan el sentido de un bienestar creciente.

Pero el origen de la tecnología está en el ser humano: ésta depende de la idea de bienestar que los hombres generan, proponen y venden. Cada época inventa su vida, lo que es un buen vivir y un bienestar. De hecho hoy la tecnología (en general o en algún aspecto específico) ha entrado entre las asignaturas dignas de ser explícitamente estudiadas por los alumnos<sup>40</sup>. El Consejo Federal de Cultura y Educación (CFCE), al aprobar los CBC entiende por "*tecnología una actividad social centrada en el saber hacer que mediante el uso racional, organizado, planificado, y creativo de los recursos materiales y de la información, propios de un grupo humano, en cierta época, brinda respuesta a las necesidades y/o demandas sociales en lo que respecta a la producción y uso de bienes, procesos y servicios*".<sup>41</sup>

38 DOBZANSKY, T. *Herencia y naturaleza del hombre*. Bs. As., Losada, 1979, p. 177. Cfr. LORENZ, K. *Consideraciones sobre las conductas animal y humana*. Barcelona, Planeta-De Agostini, 1994, p. 223. CASTRODEZA, C. *Ortodoxia darwiniana y progreso biológico*. Madrid, Alianza, 1988, p. 182-200.

39 ORTEGA Y GASSET, J. *Meditación de la técnica*. O. c., p. 37.

40 Cfr. GILBERT, J. K. *Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo en Enseñanza de las ciencias*, 1995, n. 1, p. 15-24.

41 ALBERGUCCI, R. *Educación polimodal y trabajo en Novedades Educativas*, 1995, n. 58, p. 10. AZCUY, E. y otros. *Identidad cultural, ciencia y tecnología. Aportes para un debate latinoamericano*. Bs. As., García Cambiero, 1987. MANZANO, J. *Tecnología educativa y educación tecnológica en Vela Mayor. Revista de Anaya Educación*, 1994, n. 3, p. 7-17. SARRAONA, J. *Ciencia y tecnología en educación en Revista de tecnología educativa*, 1983, n. 2, p. 110-122.

36 GOZZER, G. y otros. *La educación tecnológica*. Bs. As., Ateneo, 1972, p. 4.

37 LEHNINGER, A. y otros. *Panorama de la biología contemporánea*. Madrid, Alianza, 1990, p. 85-109.

24. La integración de ciencia moderna y tecnología ha resultado fecunda para generar nuevas facilidades. El tiempo que transcurre entre un hallazgo científico y su aplicación técnica es cada vez menor. Esto indica que nuestro siglo está interesado en las aplicaciones de los conocimientos para extraer de ellos beneficios y, en lo posible, confort. Basten algunos ejemplos para significar lo que afirmo: la teoría de la fuerza expansiva del vapor se creó en 1665, pero para llegar a su aplicación en la máquina de vapor transcurrieron 120 años. La teoría relacionada con la electricidad se genera en 1821, pero el primer motor eléctrico, realizado en 1886, requirió 65 años para la aplicación técnica de la teoría. El radar aparece teóricamente en 1925, pero sólo se realiza 25 años después. La teoría de los circuitos integrados se genera en 1958 y a sólo tres años ya se realizan.

Por otra parte, la cantidad y la trascendencia de los inventos realizados solamente en nuestro siglo son mayores que los logrados en toda la historia de la humanidad, por lo que bien puede llamarse al nuestro el siglo de la tecnología.

#### *El nuevo humanismo que subyace a la tecnología*

25. En la antigüedad se consideró que el Humanismo implica un estudio, casi filosófico, de reflexión sobre lo que era el hombre, recurriendo a los escritos griegos y latinos, o en general literarios. Hoy el estudio de lo que es o desea ser el hombre implica, además, la reflexión teórica constante sobre la práctica tecnológica: sobre lo que producimos, sobre el modo en que producimos y nos produce, sin desconocer para qué (tipo de hombre o sociedad) y para quienes producimos (para todo hombre, para la humanidad o para una élite).

26. Tanto la ciencia como la tecnología pueden convertirse en *ideologías* cuando se constituyen en sistemas cerrados y pretenden imponerse como verdades absolutas, no sujetas a ningún juez. El *proceso ideológico* consiste precisamente en una forma de actuar teórico-práctica en la cual se suprime la capacidad de crítica de sus adeptos adoctrinados, haciéndoles creer que *la posesión de la verdad* da derecho a *suprimir la libertad* humana para analizarla y juzgarla<sup>42</sup>.

"Ante todo, hay que comprender que las ideologías están presentes por doquier, incluido el corazón de la ciencia, y que lo diferencia a la ciencia es que exige pruebas de refutación/verificación empírica, las cuales impiden que las teorías se cierren de manera du-

radera como doctrinas. Hay que comprender igualmente que la ciencia progresa no sólo por el establecimiento de lo verdadero (empírico), sino también por el reconocimiento demostración del error (teórico)"<sup>43</sup>.

27. Ahora bien, a las exigencias del proceder científico, el proceder tecnológico añade aún la comprobación del funcionamiento, en la realidad, de lo que en teoría fue probado. Por ello el proceder tecnológico exige más cualidades humanas, mayor formación y concentración en el hombre. Teoría y práctica deben armonizarse en el hombre: ninguna facultad humana puede desentenderse de las otras. "A pesar de su carácter material, las operaciones tecnológicas dependen de esquemas formales"<sup>44</sup>. La tecnología tiene su propia lógica y exige un desarrollo mental complejo, teórico-práctico: exige ideación, proyecto, ejecución acorde a un sistema de funciones lógicas teórico-prácticas<sup>45</sup>. La fantasía, al inventar, debe acompañarse de la memoria, de la voluntad en proseguir la obra, de la coordinación motora y social en la discusión y realización de la obra. Ya no estamos en la época de una técnica primitiva donde era suficiente un actuar mecánico para producir un objeto o reproducirlo en serie. La era de la tecnología requiere la formación humana de todo el hombre: hace surgir un nuevo humanismo.

"La *tecnología* es, evidentemente, un saber sistemático, de carácter científico, y no un conjunto de recetas y fórmulas que se aprenden. Concorre a la formación y a la maduración en el mismo sentido y con el mismo método que el saber científico... Es una ciencia de síntesis, de corracionalidad, por lo tanto más que de racionalidad; es decir, una organización de una pluralidad de racionalidades.

La tecnología, comparada con la técnica, quiere reemplazar en el ámbito de la cultura al empirismo de un trabajo manual y artesanal y se distingue del pensamiento científico (destinado al conocimiento) en que ella está destinada a producir"<sup>46</sup>.

43 MORIN, E. *Ciencia con consciencia*. Barcelona, Antròpols, 1992, p. 354.

44 LADRIERE, J. *EL reto de la racionalidad. La ciencia y la tecnología frente a las culturas*. Salamanca, Sígueme, 1988, p. 58.

45 CANONGE, F. - DUCÉL, R. *La pédagogie devant le progrès technique*. Paris, PUF, 1985, p. 96-97.

46 GOZZER, G. y otros. *La educación tecnológica*. O. c., p. 94. Cfr. GARCÍA BACCA, J. *Elogio de la técnica*. Venezuela, Monte Ávila, 1988. GALLI, E. *Conocimiento tecnológico, educación y tecnología* en *Revista Latinoamericana de Innovaciones Educativas*, 1993, n. 12, p. 13-46. JUFE, A. - SZULANSKI, F. *Tecnología y educación van de la mano* en *Consudec*, 1995, n. 771, p. 20-22.

42 Cfr. DARÓS, W. *Significación de la doctrina en educación en Epistemología y didáctica*. O. c., p. 11-126. Cfr. REBOUL, O. *El adoctrinamiento, desintegrador de la personalidad*. Bs. As., Ateneo, 1981.

Frente a un objeto tecnológico existe un proceso de enseñanza y de aprendizaje específico: es necesario comprender la lógica y principios científicos que lo sustenta; los principios tecnológicos de producción que implica, su diseño, su posibilidad de construcción, recreación y aplicación<sup>47</sup>. Si aprender un texto es reconstruir su lógica, aprender en el ámbito de la tecnología implica idear o reconstruir la lógica científica a la que subyace y la lógica operativa de producción, para pasar a su ejecución. El idealismo y el gozo de las ideas se compensa aquí con el realismo, con la prueba de la realidad en la ejecución. El *homo faber* y el *homo sapiens* se dan la mano. La tecnología requiere saber hacer, querer hacer y poder hacer.

Requiere, además de recursos económicos:

- Percibir nexos entre necesidades y recursos.
- Transformar ideas en procedimientos y aplicaciones concretas.
- Perseverar en la búsqueda de resultados.
- Generar estrategias para soluciones de problemas reales.
- Generar actitud crítica.
- Inventar soluciones alternativas.

Habilidad para:

- Utilizar instrumentos.
- Explorar la lógica de los medios.
- Planificar y graficar.
- Materializar ideas y crear procedimientos.
- Construir artefactos y manipularlos.

Actitud: Reflexiva, exploratoria activa y prospectada<sup>48</sup>.

28. De este nuevo humanismo debe surgir una nueva *capacidad reflexiva sobre el sentido del pensar y hacer del hombre en una sociedad humana*, dentro de los límites de lo humano. Esto supone una visión filosófica e integral del hombre en la sociedad. Herbert Marcuse en su tiempo<sup>49</sup>, y reciente-

<sup>47</sup> LÓPEZ MARTÍNEZ, J. *Evolución histórica en la didáctica de la tecnología, como disciplina científica y educativa* en *Revista de Ciencias de la Educación*, Madrid, 1981, n. 108, p. 473. BRACHO, T. *La formación tecnológica* en *Revista Latinoamericana de Educación de Adultos*, 1994, n. 2, p. 67-101. PRADO, B. *Capacitación, ciencia y técnica* en *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1984, n. 2, p. 199-234. SCHMUGLER, H. *Tecnologías para la educación o educación para la tecnología* en *Alternativas*, 1993, n. 9, p. 265-281.

<sup>48</sup> Cfr. GRAU, J. *Tecnología y educación* en *Consudec*, 1995, n. 769, p. 24-27. GILBERT, J. K. *Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo* en *Enseñanza de las ciencias*, 1995, n. 1, p. 19. LEBEAUME, J. *Logique d'authenticité et logique de compatibilité dans la formation professionnelle des enseignants de technologie* en *Les sciences de l'éducation*, 1994, n. 1, p. 25-39..

<sup>49</sup> Cfr. DARÓS, W. *Racionalidad, ciencia y relativismo*. Rosario, Apis, 1980, p. 83-92. MARCUSE, H. *El hombre unidimensional. Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. Barcelona, Seix Barral, 1971, p. 62.

mente Jürgen Habermas, han criticado justamente el proceso tecnológico como proceso ideológico siempre que encuadra al hombre en un contexto carente de libertad para buscar el sentido verdadero de la vida humana, imponiéndole uno ya prefabricado, en el que renuncia incluso a la crítica, porque se siente cómodo con los medios y la seguridad que la tecnología le ofrece, al precio de suprimir su libertad de pensar el sentido de su vida<sup>50</sup>.

29. Según Alvin Toffler, debemos prepararnos para la tercera ola revolucionaria que libera la inteligencia y la voluntad humanas. La *primera ola* iniciada con la revolución agrícola, comenzó unos 8.000 años a. C. y se extendió hasta el 1700, fecha en que la *segunda ola*, la producción industrial, dominó hasta la mitad de nuestro siglo. La *tercera ola* se inicia cuando, por primera vez estadísticamente en los EE.UU. (1955), los empleados en tecnología de servicios superan a los trabajadores manuales.

La segunda ola revolucionaria que estamos dejando nos preparó para los análisis minuciosos, pero concentrándonos en el árbol nos hizo perder de vista el bosque, el sentido de la totalidad y finalidad humana.

"La civilización de la segunda ola hizo extraordinario hincapié en nuestra capacidad para descomponer los problemas en sus elementos constitutivos; nos recompensó menos frecuentemente por nuestra capacidad para ensamblar de nuevo las piezas. La mayoría de las personas son culturalmente más hábiles como analizadoras que como sintetizadoras. A ello se debe que nuestras imágenes del futuro (y de nosotros mismos en ese futuro) sean fragmentarias, casuales...y equivocadas. Nuestra tarea aquí será pensar como generalistas, no como especialistas. Tengo la convicción de que nos encontramos en la actualidad al borde de una nueva Era de síntesis"<sup>51</sup>.

30. Mas el *nuevo humanismo* requiere una preparación para enfrentar situaciones complejas, plurivariadas, entrelazadas en las que debe aparecer un sentido y un sentido humano. Debemos prepararnos para enfrentar crisis que implican *análisis de dependencia mutua y pluricausal*, no compuestas de elementos fácilmente separables, sino de cientos de influencias cooperadoras procedentes de docenas de

MARCUSE, H. *La agresividad en la sociedad industrial avanzada*. Madrid, Alianza, 1979.

<sup>50</sup> Cfr. HABERMAS, J. *Ciencia y técnica como "ideología"*. Madrid, Tecnos, 1992, p. 58.

<sup>51</sup> TOFFLER, A. *La tercera ola*. Madrid, Orbis, 1986, p. 137. Cfr. KOURGANOFF, V. *La cara oculta de la universidad*. Bs. As., Siglo Veinte, 1983, p. 216.

fuentes independientes y superpuestas. En estos casos, la inteligencia humana puede ayudarse grandemente de la computadora debido a su capacidad para recordar e interrelacionar. "La inteligencia, la imaginación y la intuición humanas seguirán siendo en las décadas previsibles mucho más importantes que la máquina. No obstante, cabe esperar que las computadoras profundicen toda la concepción cultural de la causalidad, perfeccionando nuestra comprensión del carácter interrelacionado de las cosas y ayudándonos a sintetizar totalidades provistas de significado"<sup>52</sup>. Como consecuencia de ello, no sólo se ampliará la memoria social, sino además se activará. Comenzamos a ver que el mundo es mucho más complejo, dinámico y amplio que el provincialismo cultural lo dejaba ver.

### **Ciencia, tecnología y sociedad**

31. Un *nuevo humanismo* se requiere también para *preparar un nuevo ciudadano*, capaz de exigir participar y participar efectivamente en las decisiones políticas que afectan a todos los habitantes de la *Polis*.

Los niveles alcanzados por las investigaciones científicas y tecnológicas, acompañadas de una educación reflexiva y responsable, hacen posible librar una batalla decisiva para terminar con el hambre y la miseria, creando condiciones para que todas las personas tengan posibilidad de alcanzar niveles de vida dignos del ser humano. Si la tecnología armamentista se dirigiera en la dirección de fomentar la vida y la producción, y no la muerte y la destrucción, es mucho lo que se podría hacer transformando los presupuestos. "El problema no resuelto es cómo hacer que la ciencia y la técnica estén al servicio del hombre; ésta es una cuestión que va más allá de la ciencia: es un problema de decisión política"<sup>53</sup>. Pero en la base de la decisión política, en un sistema democrático, se halla la decisión de la ciudadanía.

32. El proceder científico no puede separarse, aun dentro de una relativa autonomía y libertad de acción, de la aplicación tecnológica y de la sociedad políticamente organizada, sin implicar un retroceso relativo mutuo. Ciencia, tecnología y sociedad son productos históricos que no responden a un destino fatal sino a proyectos realizados por los hombres.

Ahora bien, por el objeto sobre el que recae la acción tecnológica podríamos distinguir una *tec-*

*nología física* (encargada en la producción de objetos físicos y materiales, como la construcción de un aeropuerto, de una computadora, de aparatos de medicina); de una *tecnología social* (encargada de producir medios de comunicación e interacción entre personas); y de una *tecnología procesal* (encargada de la producción de programas o paquetes de información y aprendizajes conducidos, generadoras de modos de pensar, de valores).

La sociedad industrial ha priorizado la tecnología física y el fomento de la producción y del consumo de objetos efectos de esa tecnología<sup>54</sup>. Mas estos tres aspectos de la tecnología son solidarios entre sí: tienden a generar un tipo de hombre y de sociedad que terminan actuando y pensando en forma coherente con sus supuestos (facilitar el bienestar del hombre); pero sin explicitar -y de aquí su posible aspecto ideológico- qué es y qué precio tiene ese bien, y sin explicitar que todo bien no es, sin más, un bien *humano*, un bien para la humanidad.

33. Los pueblos, que en el proceso de vivir han heredado la tradición de una forma de vivir, jerarquizando ciertos valores (por ejemplo, la vida familiar, las relaciones afectivas, el sosiego sobre la acumulación económica frenética), pueden sentirse atraídos por los nuevos valores de la tecnología y perder las raíces de su suelo. El mundo tiende entonces a convertirse en una gran aldea global, homogeneizándose en su visión y valoración de la forma de vida humana.

En este contexto, los hombres no deberían olvidar que son los *valores humanos* (los que nos hacen hombres y nos diferencian de las bestias) que, aun en su dinámica evolución, nos *sirven de guía*; y que un producto de la acción del hombre no es necesariamente bueno o dañino sino en relación a estos valores. Tampoco deberíamos olvidar la necesidad que tenemos de la presencia de otras personas que no piensen como nosotros. La pluralidad y diversidad cultural y de criterio, cuando se es falible, ayuda a generar un *pensamiento crítico*: un pensamiento que exige criterios de validación o refutación. Por otra parte, esta pluralidad es la base de un pensar políticamente democrático, el cual no asegura sin más la verdad por la mayoría, pero ayuda a que la mayoría no imponga la suya como verdad absoluta, generando una sociedad cerrada a la experiencias sociales<sup>55</sup>.

<sup>52</sup> TOFFLER, A. *La tercera ola*. O. c., p. 179. Cfr. MUMFORD, L. *Técnica y civilización*. Madrid, Alianza, 1989, p. 23. BELL, D. *El advenimiento de la sociedad post-industrial. Un intento de prognosis social*. Madrid, Alianza, 1986, p. 391-422..

<sup>53</sup> ANDER-EGG, E. *Acerca del pensar científico*. O. c., p. 50. DARÓS, W. *Aprendizaje y educación en el contexto del Humanismo en Teoría del aprendizaje reflexivo*. Rosario, Irice, 1992, p. 233-266.

<sup>54</sup> Cfr. CIRIGILIANO, G. *Ciencia, tecnología, trabajo y proyecto nacional*. Bs. As., Docencia, 1986, p. 19. GIACAGLIA, M. *La sociedad de consumo en Ciencia, Docencia y Tecnología*, 1995, n. 9, p. 9-20.

<sup>55</sup> DARÓS, W. *Dos tipos de sociedad y de aprendizaje en la concepción de Carlos Popper en Revista Española de Pedagogía*, 1987, n, 187, p. 543-560. Cfr. DRIVER, R. y otros. *Las ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid, MEC-Morata, 1989.

34. La confianza en que la ciencia y la tecnología resolverán los problemas humanos se ha extendido ampliamente. El intento de lograr una economía de abundancia, una sociedad sin conflictos violentos, un hombre libre y una naturaleza dominada, ha generado otros problemas como la pobreza y el hambre que ha crecido en muchos, en forma proporcional a como creció la riqueza de los menos. La libertad del hombre se ve acosada exteriormente por una sofisticada tecnología de manipulación, cercando al hombre en un narcisismo posmoderno; e interiormente haciéndolo droga-dependiente o ludo-dependiente ante el aburrimiento existencial y la carencia de sentido vital objetivo y social solidario.

Frecuentemente la ciencia y la tecnología, por su carácter de medios (modelo instrumental), son presentadas como social y políticamente neutrales, de modo que queda abierto su desarrollo indefinido. Mas se olvida con frecuencia que todos los actos del hombre no sólo producen un efecto exterior (un producto externo), sino que revierten sobre el hombre que lo produce y cambia su forma de ser. En este sentido, nada de lo que hace el hombre es inofensivo. "Ningún instrumento se agota en su mera funcionalidad, cada instrumento remite al sentido total del sistema cultural del que forma parte, y a su vez proyecta significados y valores más allá del simple uso"<sup>56</sup>. La reflexión y la opción sobre lo que es el hombre (y la sociedad) y lo que él desea hacer con su vida permanece siendo objeto de perenne reflexión si queremos dejar la minoría de edad.

35. Nos parece inaceptable, romántica y simplista, una *crítica negativa* a la técnica y a la tecnología, como si ellas fuesen la encarnación de lo malo en nuestra civilización. Es en realidad simplista y maniqueo proyectar fuera del hombre individual, en la sociedad, todo lo negativo.

La ciencia y la tecnología siguen siendo ámbitos instrumentales; pero como en todo producto humano debemos advertir sus límites, y nuestros límites; porque de lo contrario el instrumento se convierte en algo válido en sí, esto es, en una finalidad. Mas no es el instrumento mismo el que se convierte en una finalidad, sino que la falla se halla siempre en el hombre y en la sociedad de los hombres, que dejan de considerar que un medio no es mas que un medio. Es por esto que la educación, para un mundo tecnológico, tiene una relevancia particular. Todo se aprende, y el hombre contemporáneo debe aprender a ubicarse en ese mundo, advirtiendo que él es el inventor, y que la ciencia y la tecnología son sus creaturas.

Hoy como siempre la educación debe formar a toda la persona, sobre todo debe posibilitar dar forma al interior de la persona; porque la mani-

pulación de las facilidades tecnológicas no se realiza con presión o violencia externa, sino con seducción y placer que afecta a lo más íntimo de la persona: la personalidad, la forma de ser individual y colectiva.

La persona que ha adquirido una forma de ser (formación) adecuada al ser humano no sólo no debe temer a la tecnología, sino que debe ver en ella un mundo de instrumentos válidos para el desarrollo social y personal.

36. Los que tanto temen la fuerza del poder económico del norte o del este, deben advertir que hoy el poder no está en la materia prima, sino en el capital humano y en su desarrollo intelectual, científico y tecnológico. *El saber se limita con más y mejor saber*, no con la ignorancia; y lo mismo dígame de la ciencia y la tecnología. Porque todo uso y abuso de los instrumentos lleva a poner al hombre el problema de los fines y lo obliga a una decisión al respecto, y a reconocer el valor de los derechos humanos sobre todo otro valor.

"Lo que se le pide a la ciencia y a la tecnología es que vayan hasta el fondo en su propia crítica, hasta que se pongan de manifiesto y se comprendan verdaderamente los límites. No se trata de juzgarlas desde el exterior, sino de invitarlas a radicalizar el control que pretenden imponerse de sus propios procesos y a convertirse en jueces de sus propias creaciones"<sup>57</sup>.

El error no se halla en que la ciencia o la tecnología no nos hacen felices, o no nos llevan a amar a los demás solidariamente; el error se halla en esperar esos valores humanos, que son finalidades humanas, de los instrumentos. Lo injusto se halla en presentar la ciencia y la tecnología como un beneficio para todos, cuando ocultamente se la utiliza para acumular poder y dominio económico, social y político en favor de unos pocos. Siempre se está en la encrucijada de creer que mayor progreso equivale simplemente a mayor producción.

37. Sin embargo, no podemos privar al hombre, al científico y al tecnólogo, de su partidismo sin privarle de su humanidad<sup>58</sup>. Pero entonces no cabe una actitud recelosa hacia el poder de la ciencia y la tecnología, sino ante la falta de desarrollo mental y moral, de control objetivo; y ante la falta de decisión

<sup>57</sup> LADRIERE, J. *EL reto de la racionalidad*. O. c., p. 184. FIDELIO, P. *Ciencia, tecnología y desarrollo: ¿Hacia dónde vamos?* en *Aula Abierta*, 1995, n. 30, p. 9-16.

<sup>58</sup> POPPER, K. *La lógica de las ciencias sociales*. México, Grijalbo, 1978, p. 19. PILAR BRITOS, M. *Algunas aproximaciones para pensar la relación entre epistemología y educación* en *Ciencia, docencia y tecnología*. 1994, n. 7, p. 57-68.

<sup>56</sup> LÓPEZ GIL, M. - DALGADO, L. *La tecnociencia y nuestro tiempo*. Bs. As., Biblos, 1990, p. XI.

y de uso moral que de ellas hace el hombre<sup>59</sup>. "Las máquinas cibernéticas no gobiernan, sino a lo sumo administran. Gobernar es decidir y, contrariamente a una leyenda sostenida, no existe máquina de decisión, no hay máquina de gobernar"<sup>60</sup>. El poder siempre es peligroso en manos de los hombres, porque el poder se presenta como lo que fundamenta de hecho, arrasando con el derecho, dando al hombre con poder la ilusión de que todo se funda en él, y él en nada superior<sup>61</sup>.

No obstante, estos posibles desvíos de los hombres contemporáneos, debemos reconocer la grandeza de la aventura que ha significado el proceder científico y tecnológico. No hay ninguna especie, excepto la humana, que lo ha logrado y ello la distingue. Nuestra evolución ya no se dará por un natural despliegue de nuestra forma biológica, cuanto por el desarrollo de nuestra razón y de nuestros valores y derechos humanos. Como siempre para el hombre: en nuestras manos está el ser humanos. Lo hermoso de la ciencia y la tecnología es que ya no pueden ser dejadas de lado en una sociedad humana; y lo hermoso de la sociedad humana es que, sin ella, aquéllas no existen, pierden su sentido<sup>62</sup>.

38. Las responsabilidades sociales son compartidas, activa o pasivamente por todos: por los gobernados y por los gobernantes; pero de modo particular importa hacer comprender a cada generador de ciencia o tecnología su responsabilidad de no dejar de ser un ser humano y social, al hacerse investigador científico o tecnológico.

"La necesidad de auto-estudiarse que tiene la ciencia (para reconocer límites morales y sociales) supone que los científicos (y poseedores de poder económico) quieran auto-investigarse, lo que suponen que entren en crisis, es decir, que descubran las contradicciones fundamentales a que llegan las actividades científicas modernas y particularmente las conminaciones contradictorias a las que se encuentra sometido todo científico que

confronta su ética del conocimiento con su ética cívica y humana"<sup>63</sup>.

39. La realidad social no es simple sino compleja. La articulación entre la investigación científica, la tecnología y el sentido humano de la vida social, exige una reorganización del conocimiento, mediante un grado superior de conocimiento que no lo aporta el conocimiento cotidiano y ni la mera técnica: implica un *segundo grado reflexivo*, un *conocimiento del conocimiento*, para ubicar al hombre en el mundo científico-tecnológico, y a éste en la humanidad del hombre.

"No basta enseñar a un hombre una especialidad. Aunque esto pueda convertirle en una especie de máquina útil, no tendrá una personalidad armónicamente desarrollada. Es esencial que el estudiante adquiera una comprensión de los valores y una profunda afinidad hacia ellos. Debe adquirir un vigoroso sentimiento de lo bello y de lo moralmente bueno. De otro modo, con la especialización de sus conocimientos más parecerá un perro bien adiestrado que una persona armoniosamente desarrollada. Debe aprender a comprender las motivaciones de los seres humanos, sus ilusiones y sus sufrimientos, para lograr una relación adecuada con su prójimo y con la comunidad"<sup>64</sup>.

Esta es la vieja y siempre nueva tarea de las instituciones educativas.

++++++

<sup>59</sup> Cfr. DICKSON, D. *Tecnología alternativa*. Madrid, Orbis, 1989, p. X. LASADA, M. *Los límites de la ciencia y la ciencia como límite* en GUIBER, N. y otros. *La razón científica*. Bs. As., Biblos, 1991, p. 21. LEFEBRE, H. *Hacia el cibernántropo. Una crítica de la tecnocracia*. Barcelona, Gedisa, 1990. GARCÍA PELAYO, M. *Burocracia y tecnocracia*. Madrid, Alianza, 1988, p. 42-50.

<sup>60</sup> MEYNAUD, J. *La tecnocracia ¿Mito o realidad?*. Madrid, Tecnos, 1988, p. 315.

<sup>61</sup> Cfr. ROSSET, C. *La anti naturaleza*. Madrid, Taurus, 1994, p. 212-213.

<sup>62</sup> Cfr. CALVO HERNANDO, M. *La crisis de la tecnología. Desde la amenaza tecnológica hasta las alternativas energéticas y ecologistas*. Barcelona, Bruguera, 1989. 221. COTTA, S. *El desafío tecnológico*. Bs.As., Eudeba, 1980, p. 82-83.

<sup>63</sup> MORIN, E. *Ciencia con consciencia*. O. c., p. 53.

<sup>64</sup> EINSTEIN, A. *Mis ideas y opiniones*. O. c., p. 58. GARRITZ, A. *Enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en la Enseñanza en Tarbiya*, 1995, n. 9, p. 7-46.