

## La alfabetización científica y tecnológica y el control social del conocimiento

*Tomás Buch\**

El artículo analiza la necesidad de una “Alfabetización Científica y Tecnológica” (ACT) de la población como vía hacia la comprensión de los temas centrales relacionados con la ciencia y la tecnología. Esta comprensión es imprescindible para una democratización de las decisiones políticas sobre tales temas, que requieren un conocimiento especializado en aquellos que quieran intervenir en un debate informado. La incorporación de la Educación Tecnológica (ET) en todos los niveles de la enseñanza ofrece, en principio, la posibilidad de lograr cierta ACT en el mediano plazo, pero para ello es necesario que su implementación supere las graves dificultades prácticas a las que se enfrenta en la realidad. Estas dificultades se relacionan con el conocido estado crítico de la educación pública en general, agravado en este caso por múltiples peligros que, en nuestro país, acechan a la ET misma, y que pueden conducir a una implementación desvirtuada de la misma.

La crisis del sistema educativo público en la Argentina ya dura décadas y no hay muchos indicios alentadores que auguren un final feliz en el corto plazo. El conflicto es constante, y, por supuesto, no se limita a los aspectos financieros, a los salarios de los docentes y al financiamiento educativo en general, aunque ése sea el aspecto más publicitado. La remanida metáfora de que los aspectos económicos son la “punta del iceberg” de la crisis es también aquí apropiada. En el fondo, lo que está cuestionado, aunque a veces este cuestionamiento no se hace explícito, es la totalidad del sistema: a quién se educa, para qué se educa, y como consecuencia, quién educa y cómo lo hace. Todos esos aspectos son previos y trascienden la pregunta acerca de los medios financieros con que se cuenta para hacerlo.

Estas preguntas se formulan en el contexto del cambio de paradigma socioeconómico vinculado con la “globalización” de la economía, el debilitamiento del estado y los cambios en la distribución del poder en la sociedad argentina y en el mundo –sobre todo el poder económico—. En su conjunto, el sistema educativo argentino lleva décadas de retraso con respecto a las necesidades modernas, pero fue recién

\* Investigación Aplicada, Sociedad del Estado (INVAP), San Carlos de Bariloche.

en el contexto de aquellos cambios que se han producido dos hechos contradictorios entre sí: un deterioro general del sistema educativo público, en coexistencia con la aparente voluntad política necesaria para impulsar una profunda reforma de ese mismo sistema. Ésta, después de haber sido debatida públicamente por una parte de la población en el Congreso Pedagógico Nacional en 1985, fue legalizada por la Ley Federal de Educación sancionada en 1993.

La Ley 24.195, que reemplazó a la vieja y gloriosa Ley 1420 de Educación pública, obligatoria, gratuita y laica, ha suscitado fuertes resistencias y críticas de todo tipo. Las mismas han sido tanto técnicas como políticas, dentro y fuera del sistema educativo mismo.<sup>1</sup> No es mi propósito participar de este debate, sino subrayar las importantes innovaciones curriculares y epistemológicas propuestas como consecuencia de esta ley.<sup>2</sup> Estas innovaciones han pasado casi desapercibidas en medio de la polémica sobre otros aspectos de la reforma. Sin embargo, marcan un gran viraje de la educación pública argentina en la dirección correcta, y debemos rescatarlos para enriquecer el debate en lugar de dilematizarlo. Los nuevos contenidos, y la fundamentación que los justifica, expresan una visión amplia, dinámica, crítica, interdisciplinaria y moderna del mundo, de la ciencia y de la sociedad. Reflejan una nueva manera de considerar la relación de la sociedad con la ciencia. Proponen, además, como novedad absoluta, la introducción de la tecnología como tema de estudio en todos los niveles de la educación. Éste es el tema puntual al que nos referiremos preferentemente en esta nota.

Ya hemos tenido ocasión de tratar el tema de la Educación Tecnológica (ET) en esta misma revista.<sup>3</sup> Ahora quisiéramos tocar un aspecto diferente. Se trata de la justificación política de la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) y de la ET desde el punto de vista que podemos todavía designar con la vieja palabra “progresista”.

La política tiene que ver con el poder. Hay un conocido apotegma, según el cual el conocimiento otorga poder. La educación, actividad que tiene que ver con la transmisión de conocimientos, actitudes y procedimientos, está relacionada con la problemática del poder que otorga la posesión de tales conocimientos a la persona educada. Por lo

<sup>1</sup> A. Puiggrós, *Educyt*, No. 23, 20 de noviembre de 1997.

<sup>2</sup> Ministerio de Cultura y Educación, “Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica” (1995) y “Contenidos Básicos para la Educación Polimodal”, Buenos Aires, 1997.

<sup>3</sup> T. Buch, “La tecnología en el aula”, *Redes*, vol. 3, No. 7, 1996, pp. 121-128.

tanto, la educación es un problema político en el verdadero sentido de la palabra, al margen de que sea, o no, uno de los campos de batalla de la política contingente.

La educación siempre fue funcional a los sistemas económicos dominantes, aunque hubo muchas ocasiones en que desde el sistema educativo se cuestionó el “sistema”. En los países centrales, la educación pública nació junto con la revolución industrial, cuando, a mediados del siglo XIX, las empresas y los dueños de las fábricas necesitaron que sus obreros supieran leer y escribir. La escuela pública nació con aquel estilo cerrado, autoritario y castrador denostado por Pink Floyd en “The Wall”. Las escuelas públicas eran cuarteles para los niños de las clases populares, en los que los alumnos eran obligados a memorizar datos que hicieran de ellos buenos obreros y ciudadanos dóciles. Pero paralelamente, la educación popular siempre fue reconocida como forma de desarrollo de las capacidades humanas. Y en la misma época de la revolución industrial, también existió la escuela de Pestalozzi, en la que el objetivo de la educación no era la adquisición de información sino el acrecentamiento de las fuerzas de la inteligencia de los alumnos.<sup>4</sup> La educación fue también tomada como bandera de lucha por los sindicatos obreros y los partidos progresistas y revolucionarios como condición necesaria para el mejoramiento de las condiciones de vida de la clase obrera. Mientras tanto, los hijos de las clases pudientes se educaban en escuelas de élite para que pudiesen liderar una sociedad de complejidad creciente. En nuestro país, junto con la Iglesia católica, y no por azar, muchas de estas escuelas pertenecían a la colectividad británica.

Luego de la Primera Guerra Mundial, en Europa se produjo una breve corriente libertaria en la cual el ideal de la educación pública y popular proclamó la necesidad de formar ciudadanos críticos, que estudiaran por su libre voluntad cuando y lo que querían. Después vinieron el fascismo y el comunismo como fuerzas en pugna, y ambos tenían una actitud netamente autoritaria ante la educación. Educación era allí igual a indocinamiento. Pero tampoco esas tendencias hicieron mucha mella en nuestra escuela, sarmientina y anclada en el liberalismo del siglo pasado.

Cuando la educación pública se comenzó a implementar en la Argentina, después del oscurantismo autoritario y clerical de Rosas, lo

<sup>4</sup> E. M. Manganiello y V. E. Bregazzi, *Historia de la Educación*, Buenos Aires, Librería del Colegio, 1956, p. 168.

hizo en el contexto de la República Liberal, inspirada por lo que luego se conoció como el “espíritu sarmientino”: una escuela liberal y democrática, como crisol para hacer, de un conjunto de grupos de inmigrantes, un pueblo.<sup>5</sup>

Esta escuela pública fue un modelo en su género. Igualitaria en sus formas, excelente en su calidad, fue un buen instrumento para la homogeneización cultural de una población heterogénea. Durante décadas, fue la mejor escuela que hubo en la Argentina, y en comparación con ella, la mayoría de las escuelas privadas eran poco exigentes y ocupadas por los hijos rezagados de los que podían pagar por ello. Luego, en la década infame, la escuela pública argentina se estancó, como lo hizo todo el país. Más tarde, el peronismo movilizó al país en lo económico y lo social, pero en lo educativo predominaron sus tendencias autoritarias.

Desde entonces sólo se introdujeron modificaciones superficiales en los contenidos de la educación formal y el estancamiento se puede calificar de “petrificación” sin caer en una metáfora exagerada. La dictadura militar no tuvo que cambiar estos contenidos para asegurar sus propios fines, y la calificación de la matemática moderna como subversiva fue innecesaria y sólo cubrió de ridículo la estolidez cuartelaria de los sargentos transformados en ministros de Educación. Llegamos así a nuestros días y a la revisión a fondo iniciada con la democracia, que cumple su cometido en medio de las contradicciones señaladas.

Junto con la obsolescencia de los contenidos debemos considerar las condiciones reales en las que se desenvuelve el trabajo de docentes y alumnos en las escuelas argentinas. En muchas partes del país este punto involucra el estado de mantenimiento edilicio de los establecimientos, la crónica falta de suficientes vacantes, los conflictos suscitados por la ambigüedad administrativa del tercer ciclo de la EGB y su ubicación geográfica. También influye el cambio del concepto de disciplina por el de convivencia.

Cuando recuperamos la democracia, después de los años de plomo, se produjo una sana reacción contra el autoritarismo en la escuela. Esta reacción tuvo un carácter pendular. Según muchos observadores, se pasó de la rigidez militar a una especie de desmadre, en el cual, junto con el rechazo del autoritarismo, se habría perdido también la autoridad. El resultado de este golpe de péndulo fue un relajamiento general de la disciplina, un cuestionamiento global de los docentes y directivos

<sup>5</sup> E. M. Manganiello y V. E. Bregazzi, cit., p. 289.

en la escuela por parte de los alumnos, y un triunfo del facilismo en cuanto a los logros del aprendizaje. Se habla incluso de una especie de complicidad entre docentes y alumnos, en la cual aquéllos tratarían de granjearse la simpatía de éstos al tomar una actitud complaciente y de “compinches”, en vez de cumplir con su función profesional.<sup>6</sup> Esta actitud se suele justificar invocando las condiciones laborales y los bajos sueldos, y se ve indirectamente reforzada por la imposibilidad de imponer un mínimo de disciplina de trabajo escolar, en presencia de continuos conflictos sindicales o laborales y frecuentes huelgas de los docentes.

A este deterioro interno se agrega la descentralización del sistema escolar, que pasó de la órbita del Gobierno Nacional a la de las provincias –y en algunos casos a los municipios–. Aunque nominalmente lo hicieran junto con sus recursos presupuestarios, muchas provincias adolecen de un crónico subfinanciamiento general, que se ha reflejado también en que los recursos coparticipados fluyeran en cantidades insuficientes al sistema escolar. Todo esto ha contribuido a un continuo deterioro de la escuela pública, una de cuyas consecuencias es una disminución de la calidad de la educación impartida, sobre todo en las provincias más pobres. Éste es un tema de aguda polémica política en el cual no entraremos.

Era característico de la ideología sarmientina que se enseñasen las ciencias, pero la manera en que se las enseñaba estaba completamente alejada de la velocidad descomunal en que estas ciencias estaban creciendo en el mundo desarrollado. La ciencia escolar trató siempre a las teorías científicas de modo abstracto y como si fuesen verdades reveladas. La física trataba de masas puntuales sin rozamiento, y la química de “numeritos” asociados a los elementos que eran su “valencia”.<sup>7</sup> A veces se hacían experimentos, para “verificar” alguna ley. Pero era muy frecuente que el laboratorio escolar, cuando existía, sólo juntase polvo. Sólo aprendían algo de estas cosas tan esotéricas los que por razones misteriosas tenían la chispa divina, llamada “vocación”. Esa vocación era generalmente expuesta a una dura prueba durante la escuela secundaria: había demostrado su temple el que después de soportar cinco años de estolidez seguía teniendo ganas de aprender algo. Por otra parte, los conocimientos adquiridos en la

<sup>6</sup> En Neuquén, los alumnos secundarios, además de los terciarios y universitarios, han llegado a cortar la ruta nacional 22 y tomaron los establecimientos educativos en protesta contra los cambios en los planes de estudio de sus docentes, para adaptarlos a la Ley Federal (*Diario Río Negro*, mayo de 1998).

<sup>7</sup> Seguramente todos recuerdan la regla mnemotécnica “oso chiquito pico de pato”, para la nomenclatura de las sales derivadas de los ácidos inorgánicos... ¿y quién recuerda qué es un ácido o una sal?

escuela tenían una estructura epistemológica cerrada: sólo servían en el interior del sistema escolar mismo, ya que carecían de toda relación con el mundo exterior. Las fórmulas químicas o la ley de la gravedad, como la fecha de la batalla de San Lorenzo, debía “saberse” para el día de la prueba. Luego se podían olvidar sin consecuencias para nadie.

Esta descripción es, por supuesto, una caricatura. Pero como todas las caricaturas, revela los rasgos esenciales a través de su distorsión. Por otra parte, el carácter cerrado de la enseñanza escolar puede ser atestiguado por casi cualquier adulto que haya pasado por la escuela secundaria argentina. Por supuesto hubo establecimientos excepcionales, como hay docentes excepcionales. Lo que en este contexto nos interesa de este sistema de enseñanza, sin embargo, no es tanto su pobre calidad pedagógica, sino la ausencia de lo esencial del conocimiento científico, que es su carácter experimental y su perfectibilidad. En la escuela las ciencias se transforman en pseudociencias.

Las demás disciplinas se enseñaban de manera bastante parecida. La historia argentina, por ejemplo, nunca llegaba hasta la época del peronismo para evitar que se desatase una polémica que perturbase la calma del aula. No fuera a ser que en el aula se opinase, o que lo que pasaba en el aula se contaminase con la vida real. La misma observación se puede hacer acerca de la orientación general de los textos, los cuales, escritos por y para una población de clase media urbana, solían pregonar los valores y el estilo de vida de esa población, sin consideración por otros grupos sociales.

Gran parte de este sistema de aprendizaje sobrevive en la actualidad. En la clase de química, los números que indicaban las “valencias” de los elementos han sido reemplazados, hace ya muchos años, por otros números que identifican los “orbitales”, pero la actitud sigue siendo básicamente la misma. Los chicos no pueden aprender ciencia, porque lo que se les enseña no es ciencia. Y, por supuesto, la tecnología, salvo sus aspectos puramente profesionales en las Escuelas Técnicas, estuvo totalmente ausente de la escuela.

Por otra parte, esta tendencia a enseñar la ciencia desde el punto de vista del científico, y no desde el de su relevancia para la vida real, no es privativa del sistema escolar argentino, como lo manifiesta la actualidad internacional del debate acerca de la enseñanza de la ciencia.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> F. Halbwachs, “La física del profesor entre la física del físico y la física del alumno”, *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 1, No. 2, 1985, pp. 77-89. Tomado del libro *Psicología genética y aprendizajes escolares*, compilado por César Coll, Madrid, Siglo XXI, s/f. El artículo fue publicado originalmente en *Revue Française de Pédagogie*, 33, 1975, pp. 19-29.

Esta tendencia a enseñar no-ciencia presentándola como ciencia, al plantear las teorías científicas como hechos, en lugar de presentarlas como construcciones formadas por datos de la realidad que son seleccionados y agrupados según criterios que es posible explicitar, neutraliza su valor formativo como método de trabajo aplicable a la vida diaria, e impide su aprovechamiento como “conocimiento que otorga poder”. Por supuesto el buen profesor de ciencias explicará a sus alumnos que todas las teorías científicas son sólo aproximaciones sucesivas a la verdad, y que, a diferencia de los dogmas religiosos, que pretenden tener un acceso directo a una presunta Verdad Absoluta, esta verdad científica está siempre abierta a la revisión, en el caso de que nuevos hechos desafiasen su capacidad explicativa. Pero dada la complejidad de las teorías actualmente aceptadas, y la sutileza de los aspectos que aún se debaten, esos nuevos hechos suelen estar muy por encima de la cabeza de los alumnos –y también de la de los profesores–. Por lo tanto, esta relativización abstracta carece de todo contenido vivencial. En ninguna parte se enseña a los alumnos que las teorías científicas son modelos de la realidad, formulados por seres humanos para una finalidad específica, que tienen un contexto histórico y cultural en el cual se han formado y evolucionado, y que luego han sido estandarizados para que todos sepamos de qué estamos hablando. Tampoco se les enseña que el mismo método que ha tenido tanto éxito en la interpretación de la realidad física, en alguna medida se puede aplicar a los hechos de la vida diaria.<sup>9</sup> No se enseña a construir “modelos científicos de la realidad”.

Esto debe llevarnos a plantear explícitamente la pregunta acerca de cuál es la razón por la cual se estima necesario enseñar ciencias en la escuela. Por supuesto hay una respuesta trivial: la del barniz cultural. Es evidente que estamos en una época caracterizada por el enorme desarrollo de las ciencias, y también de la omnipresencia de las tecnologías derivadas de ella. Tiene por lo tanto relevancia cultural que se estudie tales ciencias. Pero ¿es esto meramente una cuestión de “cultura general”, como otrora el conocimiento de los discursos de Cicerón, o puede tener otras finalidades?

La enseñanza de ciertos temas de ciencia y tecnología podría proponerse contribuir a la formación de habilidades específicas, que sirvan

<sup>9</sup> No se trata aquí de entrar en un debate acerca del “método científico”, su existencia y su aplicabilidad a la “vida diaria”, sino sólo abogar por un análisis relativamente racional de las causas de los fenómenos que afectan esta “vida diaria”.

para que los alumnos puedan encarar una actividad profesional relacionada con la ciencia. Ése es el propósito de las escuelas profesionales, y lo que brinda la educación general no es suficiente para tal fin.

También se puede hipotetizar que la presencia de la ciencia en los planes de estudio y en el aula tiene el propósito que aquí defendemos: el de la “alfabetización científica y tecnológica”. Pero si ése es su propósito, es evidente que se debe rever la metodología didáctica empleada, ya que si se la ofrece con la metodología actual, no lo cumple.<sup>10</sup>

Es difícil hacer una estimación adecuada, digamos “objetiva”, de la naturaleza y las consecuencias de estos fenómenos. La manera de obtener los resultados en las recientes “evaluaciones” de la calidad de la educación ha sido cuestionada desde el punto de vista metodológico además de político. Pero al margen de los datos cuantitativos, el deterioro en el nivel de conocimientos de los egresados de la escuela secundaria es una percepción general, y en particular lo sufren los docentes universitarios que reciben en sus clases a los egresados de la escuela secundaria. De allí también las peleas por los cursos de ingreso a la Universidad, los bajísimos rendimientos y los diversos subterfugios que se emplean para restringir el ingreso sin confesarlo. La deserción de las aulas universitarias es enorme, aunque se polemiza sobre su verdadera magnitud, y también sobre su significación: se puede argumentar que alguien que comenzó una carrera universitaria aunque no la haya podido terminar, no sólo es un frustrado que ha costado dinero al estado, sino que también es más “culto” que alguien que no pudo ingresar a la universidad.

En todo caso, nos encontramos con el trágico y paradójico panorama que destaca a diario la necesidad imperiosa de un alto nivel educativo de la población como una condición esencial para que el país pueda subsistir en un mundo tan despiadadamente competitivo como el que se nos muestra, mientras el nivel educativo real continúa su deterioro sin que se vea una forma evidente de detener la marcha de las grandes masas de argentinos hacia la ignorancia.

Es en este contexto que se ha iniciado la reforma total de la estructura de la educación en la escuela argentina, basada en lo que establece la Ley Federal de Educación. Contemplados desde el punto de vista de los propósitos enunciados, los contenidos básicos propuestos y su estructuración, la manera en que se interconectan y los

<sup>10</sup> Hay muchos esfuerzos meritorios para cambiar esta metodología. Véase por ejemplo los cursos de perfeccionamiento para profesores de física ofrecidos por el Instituto Balseiro, en San Carlos de Bariloche, y otros esfuerzos de la Asociación de Profesores de Física, APFA.



mecanismos a través de los cuales se relacionan con la realidad social, estos contenidos significan un avance notable respecto de los “programas” previamente en vigencia. Otra cosa es, por supuesto, la pregunta acerca del modo en que estas intenciones de cambio serán puestas en práctica. Uno de los obstáculos está dado por los plazos en que se piensa poner en marcha esta modificación. Las autoridades han manifestado repetidamente que tales plazos de implementación no están dictados por las necesidades políticas contingentes, cuyo tiempo característico es el intervalo entre sucesivas elecciones. Es evidente que si no se respetan los tiempos necesarios para la adaptación del sistema educativo, los resultados pueden ser escasos o aun negativos, ya que un fracaso parcial tiene un efecto fuertemente desmoralizador. Otro de los problemas es el de la actitud de los docentes frente a la reforma. Las organizaciones sindicales docentes expresan su oposición a la Ley Federal de Educación en sus aspectos más políticos, llegando algunos hasta el punto de pedir su derogación lisa y llana. En cuanto a los contenidos específicos, han quedado sumergidos y a veces ignorados en el calor de la batalla contra los demás aspectos de la reforma.

En los programas y planes de estudio antiguos la tecnología estuvo totalmente ausente del aula. Sea que se la interprete como “la manera de hacer las cosas” o como la plétora de inventos que nos apabullan desde hace pocas décadas con sorpresas cada vez más mágicas, nunca tuvo una presencia sistemática en las aulas, salvo en forma muy puntual y diluida. En la escuela “comercial”, por ejemplo, hace décadas había una asignatura vagamente industrial llamada “merceología”. En otras escuelas hubo cursos de diversos tipos de “manualidades”. Ahora se ha reconocido que eso es sencillamente absurdo. Es así como aparece la tecnología en los planes de estudio, en todos los niveles, del Inicial hasta el Polimodal. Se trata, entonces, de definir qué deberá ser esta nueva rama de la actividad escolar.

La nueva disciplina se encuentra con múltiples obstáculos que dificultan su incorporación a la escuela. Hay muy pocos docentes que estén bien preparados para “dictar” esa nueva disciplina, y las condiciones de vida de muchos de ellos les hace muy difícil capacitarse de modo adecuado. Esta capacitación requiere tiempo y esfuerzo. Tampoco hay todavía talleres y laboratorios adecuados para la ET en la mayoría de las escuelas, y algunas compras de equipo y otros esfuerzos hechos en este sentido no están orientados en la dirección correcta.

Hay una observación más fundamental que hacer: la tecnología ni siquiera está sólidamente estructurada como disciplina, de modo

que es difícil establecer qué enseñar y hay poca experiencia en la metodología didáctica. Pero todos esos argumentos no bastan para justificar que la gente siga ignorando la naturaleza y las características del conjunto de fenómenos que, más que ningún otro, tienden a dominar sus vidas y sus destinos.

La actitud de la mayoría de la gente ante la tecnología moderna es comparable a la del salvaje ante los fenómenos de la naturaleza: está dominado por ellos pero no los comprende, y por lo tanto no puede actuar ni opinar sobre ellos con algún fundamento. La respuesta es una actitud de temor reverencial o de rechazo rencoroso. En algunos predomina la reverencia, y en otros, el temor y el rencor, y en esa actitud coinciden muchos docentes. Por eso es útil e importante comenzar por ellos la “Alfabetización Científica y Tecnológica”, para emplear el feliz término popularizado por el investigador belga Gérard Fourez.<sup>11</sup> Y, por qué no decirlo, por las autoridades educativas. Sólo así la sociedad entera comenzará a profundizar en su comprensión del fenómeno de la Civilización Tecnológica en la que todos vivimos aun cuando tal vez no nos gusten muchas de sus características y consecuencias sociales. Pocos tienen una visión completa, a la vez técnica y social, del fenómeno global de esta civilización tecnológica, y esto incluye a la mayoría de los docentes. Esta ignorancia fomenta las actitudes irracionales, contra las cuales la ACT trata de ser un antídoto.

Una de las razones obvias para la necesidad de la difusión del conocimiento tecnológico es que el mercado de trabajo ha evolucionado. Muchas profesiones tradicionales han desaparecido, y en la actualidad comienzan a predominar los servicios sobre las tareas industriales en la oferta de empleo. Incluso la industria empieza a requerir operarios que sepan manejar sistemas computarizados y de control numérico, ya que las tareas manuales tienden a ser realizadas por máquinas, y las tareas mecánicas tienden a automatizarse. Por ello el mercado de trabajo está interesado en que los egresados posean cierta comprensión de qué es la tecnología, y las habilidades mínimas para entenderse con algunos de sus productos más desarrollados.

Es evidente que es absurdo que eso sea esgrimido como razón para oponerse a la ET. Por el contrario, hace altamente deseable que la escuela enseñe a manejar tales productos, ya que uno de sus propósitos más obvios es preparar a sus egresados para poder ejercer una actividad profesional que le permita una inserción fácil en el mer-

<sup>11</sup> G. Fourez, *Alfabetización Científica y Tecnológica*, Buenos Aires, Ediciones Colihue, 1996.

cado laboral. Esto claramente contribuye a que la escuela sea funcional al sistema económico vigente, y, al margen de las teorías reproductivistas, es necesario que ello sea así. Sería absurdo argumentar que, para oponerse al “modelo” neoliberal percibido como amenaza, la gente debería asumir una actitud de rechazo frontal y negarse a aprender aquello que ha de servirle en su vida adulta. El “luddismo”, el movimiento social tendiente a la destrucción de las máquinas, ha demostrado ya su inutilidad en el pasado.

Pero hay una razón política a favor de la ACT, razón que está relacionada con la posibilidad del control social del conocimiento. El análisis del fenómeno social de la ciencia y la tecnología desde el punto de vista del poder que lo genera y del poder que otorga, tiene ya un desarrollo considerable dentro y fuera del contexto de los estudios sociales de la ciencia.<sup>12</sup> No es nuestra intención agregar argumentos a este debate sino solamente señalar su actualidad, y derivar de él la necesidad de la ET con el fin de posibilitar un mayor control social sobre los fenómenos que ocurren bajo la órbita de la ciencia y la tecnología.

La democracia, si se la entiende como una horizontalización del poder, necesita imperiosamente que los ciudadanos tengan el mejor conocimiento posible sobre las características esenciales del sistema social y económico en el que viven. Este conocimiento es absolutamente vital para la subsistencia de la democracia, inclusive si ésta se limita, como lo hace actualmente, a requerir de nuestro voto cada tantos años. Sin un conocimiento mínimo acerca de la naturaleza de los temas críticos que modelan nuestra vida diaria ni siquiera se puede optar entre dos alternativas con cierta racionalidad y algún fundamento. En la actualidad, en muchos casos, ni siquiera los representantes electos conocen en profundidad muchos de los temas sobre los que son llamados a legislar o a expresar pareceres, y deben confiar ciegamente en sus asesores. Para la mayoría de la gente, la política queda reducida a dejarse arrastrar por las opiniones de grupos de presión y/o a seguir a los líderes de tradiciones partidarias, sin posibilidad alguna de participar de un debate racional sobre temas de alguna complejidad tecnológica. La educación, la difusión de la información sobre tales temas es la única manera de cambiar este estado de cosas, y lograr que la gente sepa de qué tratan tales debates y pueda emitir una opinión que tenga algún sentido. Y lo que puede otorgar la escuela es el equivalente actualizado de la alfabetización: la ACT.

<sup>12</sup> J. Habermas, *Ciencia y Técnica como “Ideología”*, Madrid, Tecnos, 1986. O. Ullrich, *Technik und Herrschaft*, Frankfurt a.M, Suhrkamp, 1977.

No queremos sobrestimar el rol que puede llegar a jugar la educación formal en esta necesaria “educación del Soberano”. La creencia en la omnipotencia de la educación pertenece a una época más ingenua que la del actual desencanto posmoderno con el progreso. La educación escolar compite con la mucho más poderosa educación informal, a través de la vida diaria, en la que los ámbitos del poder político y los medios masivos de comunicación difunden constantemente modelos de comportamiento y ejemplos de conducta. Sin embargo, tampoco debemos subestimar la influencia de un medio en el cual los niños y adolescentes se socializan, en el que pasan gran parte del tiempo de sus años formativos, y en el cual tienen por lo menos la oportunidad de preguntar con la esperanza de recibir una respuesta informada. Por lo tanto, lo que transmite la escuela es importante. Y está en la mano de los docentes el que no sea un mero aparato reproductor de los conceptos, los procedimientos y las actitudes más convencionales de la sociedad.

La ciencia que se enseña en la escuela debe tender a que los alumnos logren una mayor comprensión del mundo en que viven, dentro del cual la verdad científica y la realidad tecnológica dominan el panorama en muchos sentidos, y a los que es necesario comprender para que sea posible alguna medida de control social sobre sus usos. Esta comprensión no se logra, sin embargo, si se estudia la ciencia y la tecnología con independencia del contexto en que se implantan y se emplean.

El dicho “saber es poder” sólo se refiere a un poder democráticamente difundido, si contribuye a la democratización de su control, y no debe limitarse a ser una divulgación.<sup>13</sup> El saber que se designa como alfabetización científica y tecnológica es el que otorga alguna cuota de poder a los ciudadanos. Ése debe ser también el propósito de la ET y no sólo la transmisión de ciertas técnicas, por modernas que ellas sean. Debe ser la formación de criterios y actitudes, la adquisición de un lenguaje, la formulación de un contexto social, el conocimiento de la metodología del desarrollo tecnológico, la explicitación de ciertos intereses, el aprendizaje de qué preguntas formular, a quién, y qué hacer con las respuestas.

La ACT tiene varios propósitos que tienen una inmediata relación con el objetivo político de contribuir a una democratización del poder. Uno de ellos incluye el control del poder que da el conocimiento espe-

<sup>13</sup> G. Fourez, “Scientific and Technological Literacy as a Social Practice”, *Social Studies of Science*, vol. 27, 1997, pp. 903-936.

cializado: el poder de los expertos. Como los políticos no pueden evaluarla, la opinión de los expertos tiende a predominar, y la sociedad entera corre el peligro de un control tecnocrático.<sup>14</sup> Otro aspecto parcial de la ACT es permitir que los ciudadanos formulen sus propios modelos de la realidad, para no verse obligados a usar recetas elaboradas por otros sin poder ejercer ningún control sobre su validez. Para poder hacer esto es necesario tener una formación elemental en la epistemología de la tecnología, y entender en qué consiste el modo tecnológico de encarar la resolución de los problemas planteados por la realidad. Este encuadre epistemológico hace resaltar el hecho de que estas soluciones, así como los problemas que las mismas pretenden resolver, son construcciones sociales que se establecen en determinados contextos.

Este encuadre nada tiene que ver con cierto discurso constructivista extremo, que llega hasta a negar que la ciencia y la tecnología sean otra cosa que uno más de los tantos discursos del poder. Pero procura que el poder que estructura y aprovecha la ciencia y la tecnología contemporáneas se difunda a través de una educación que enseñe los métodos junto con los resultados. Y que muestre, al mismo tiempo, las circunstancias sociales, económicas y políticas en las cuales el saber científico y el *know-how* tecnológico crecen, se desarrollan y pueden favorecer a la gente, o perjudicarla.

La ET es muy incipiente entre nosotros, y el hecho de que no sea el resultado de una exigencia social, sino que viene impulsada desde el gobierno nacional, la expone a múltiples peligros. Cualquiera de éstos amenaza con desvirtuarla por completo. Distinguimos nada menos que cinco de tales peligros, todos diferentes, y todos graves.

<sup>14</sup> Sobre el poder de los expertos: las polémicas sobre ciertos temas ambientales son un ejemplo de este tipo de dependencia respecto de los expertos, sean ellos reales o improvisados. El caso más evidente de manipulación es la polémica sobre las ventajas y los inconvenientes de la energía nuclear. Es literalmente imposible para el ciudadano común el formarse una idea medianamente independiente sobre este tema complejo. Los técnicos en la materia manejan un nivel de conocimientos que el lego no puede evaluar, razón por la cual está entregado a creer o no en las conclusiones de los expertos, o a aquellos que cuestionan las conclusiones de los expertos con argumentos de variado rigor técnico. Los grupos ecologistas esgrimen argumentos que tienden más a alimentar la desconfianza de la gente en los expertos que a facilitar la formación de criterios independientes. En los hechos, el público es casi completamente incapaz de distinguir un discurso ideológico de un informe técnico, o separar ambas componentes en un mismo texto, o valorar críticamente la evaluación de un hecho. Si en la escuela se estudiara algo de estadística matemática (para sólo citar un tipo de conocimiento que debe formar parte de la ACT), los ciudadanos podrían entender algo más de los informes de los expertos, y habría menos confusión sobre, por ejemplo, la evaluación de las consecuencias del accidente de Chernobyl o del impacto ambiental de una instalación nuclear.

Por de pronto está el rechazo gremial de los docentes a todo lo que viene impuesto desde el gobierno. La ET es percibida de este modo por muchos, a pesar de que hubo en todo el país numerosas reuniones de discusión con docentes y directivos en cada una de las diversas etapas del proceso de establecer los contenidos básicos de cada nivel de la enseñanza. A esto se suma cierta actitud “tecnofóbica” que se hace notar en algunas reuniones con docentes, y que a veces se expresa como rechazo a la ET. En ocasiones, se llega a una verdadera “apología de la ignorancia” al expresar este rechazo frontal por la tecnología responsabilizándola en abstracto por todos los males que nos aquejan y negándose a conocerla al mismo tiempo.<sup>15</sup>

Debemos mencionar también que los relativamente breves plazos de implantación de los nuevos esquemas educativos no han permitido una capacitación adecuada de los docentes, ya que faltan formadores de formadores. El hecho de que se trate de una disciplina aún no claramente estructurada como tal agrega una dificultad que es subestimada por muchos decisores. Por lo tanto, hay una dramática falta de docentes idóneos, y muchos están francamente angustiados por la inminente puesta en práctica de una exigencia para la cual no se sienten preparados.

Pero hay otros peligros, más internos a la disciplina misma. En primer lugar, el imaginario popular, los medios de difusión, e incluso una parte de las autoridades educativas, tienden a confundir tecnología con informática. La informática juega un rol cuádruple en la ET. Es, por supuesto, un conjunto de objetos tecnológicos, y como tal está en el campo de estudio de la ET. En segundo lugar, es una herramienta fundamental para todas las demás tecnologías modernas, en las que juega un rol creciente. Es, además, una herramienta didáctica de importancia cada vez mayor para todas las disciplinas escolares. Es, por último, un requerimiento laboral importante y un objeto de consumo vastamente publicitado. Pero no es *la* tecnología.

La tecnología tampoco es ciencia aplicada, aunque haya grandes autoridades que lo afirmen.<sup>16</sup> Por lo tanto, no es cierto que un profesor de ciencias naturales pueda transformarse en profesor de tecnología con unos pocos cursos de capacitación. En realidad, enfocada así co-

<sup>15</sup> Impresiones recogidas en el coloquio “Patagonia, Vida y Futuro”, organizado por UNTER, Bariloche, 22 al 24 de mayo de 1998. No se trata, por supuesto, de una postura institucional, sino de reacciones individuales a una presentación que realizamos sobre educación tecnológica.

<sup>16</sup> M. Bunge, *Ciencia. Tecnología y Ética*, Buenos Aires, Sudamericana, 1996.

mo lo hacemos en estas líneas, la tecnología como disciplina está tan cerca de las ciencias sociales como de las ciencias exactas, y puede servir como un nexo entre ambos grupos de disciplinas frecuentemente enfrentadas entre sí. La tecnología no es ciencia aplicada, aunque utiliza gran parte de los conocimientos científicos modernos. Como lo expresó un gran científico y tecnólogo: *la ciencia estudia lo que existe, mientras que la tecnología crea lo que no existe*.<sup>17</sup> La relación entre ambas es una especie de simbiosis, cuya naturaleza ha sido objeto de grandes debates.<sup>18</sup>

El razonamiento básico de la ciencia es causal: su búsqueda está orientada a encontrar las causas de los fenómenos y la manera en la cual ocurren. En cambio, la tecnología es finalista: busca crear objetos para resolver los problemas que le plantea la sociedad. Eventualmente pondrá los conocimientos científicos al servicio de esa finalidad, si ésta es la mejor manera de satisfacerla. Esta diferencia de enfoque permite plantear una nueva manera de enseñar ciencia: en vez de encarar la tecnología desde el punto de vista de la ciencia, se puede dar vuelta el argumento: la tecnología puede ser, para los alumnos, una razón válida para estudiar ciencia. Hay experiencias que demuestran que los niños encuentran en sus esfuerzos para resolver problemas prácticos una excelente razón para tratar de averiguar cómo se producen los fenómenos físicos o químicos.<sup>19</sup>

Otra cosa que la tecnología *no* es, es una “actividad práctica” o “trabajo manual”, asignatura que desaparece en el nuevo esquema curricular, y que consiste en desarrollar y ejercitar ciertas habilidades manuales en los alumnos. Es posible que en la clase de tecnología se decida desarrollar un proyecto que involucre estas actividades manuales, por ejemplo si se decide construir un aparato para cierta finalidad. Pero el objetivo de la ET no es aprender a hacer aparatitos. Sería grave que este aparato deje de ser un medio para aprender “cómo se hace” la tecnología, para transformarse en un fin en sí mismo.

En el otro extremo de este mismo tipo de peligros se halla la tentación de confundir alguna tecnología particular, que en todo caso podría ser un simple ejemplo, con *la* tecnología. En alguna provincia, por ejemplo, se está tendiendo a habilitar a ex profesores de contabilidad,

<sup>17</sup> Von Kármán, citado por E. Galli en escritos inéditos.

<sup>18</sup> T. Buch, *Sistemas tecnológicos*, Buenos Aires, Aique Grupo Editor, 1999.

<sup>19</sup> F. Halbwachs, *op. cit.*

asignatura que ha desaparecido de los planes de estudio, para enseñar tecnología.<sup>20</sup> La fundamentación de esta decisión, basada en la necesidad de reubicar a docentes que ya no tienen cabida natural en el sistema, es que, como la contabilidad es una tecnología (lo que es cierto, ya que las tecnologías de gestión o “blandas” forman parte de los contenidos a considerar), los especialistas en esta tecnología particular pueden ser fácilmente capacitados para enseñar tecnología en general. Este razonamiento es manifiestamente el resultado de aplicar un falso silogismo, que va de lo particular a lo general de modo completamente infundado.

La tecnología es a la vez una disciplina autónoma y un conocimiento transversal a todas las disciplinas.<sup>21</sup> Esto a su vez ilustra la compleja relación entre la tecnología y la cultura. Mientras los tecnócratas y pragmatistas opinan que la tecnología es idéntica con la cultura, otros afirman que es uno de sus subsistemas. En cambio, parece más ajustado decir que la tecnología *pervade* la cultura, ya que es claro que existen elementos culturales que no son tecnológicos, pero no existe ningún aspecto de la cultura en la cual la tecnología no intervenga de una u otra manera.

Pero al margen de estos aspectos epistemológicos, la tecnología es sobre todo una práctica. Por eso, uno de los focos de interés en la ET es la elaboración de un proyecto, en el cual los alumnos enfrentarán la resolución de un problema real planteado por el medio social y como resultado de una “búsqueda de oportunidades”; su resolución abarcará todas las fases que atraviesa un problema tecnológico real, desde el planteo del problema hasta su ejecución, el control de calidad y la evaluación de los resultados.

Todo esto debe ser objeto de la ET, para que los ciudadanos sepan cuál es la naturaleza de la fuerza que domina y determina buena parte de su vida laboral, cultural, económica y física. Para que no sean analfabetos tecnológicos, aunque sepan manejar una computadora.

En cuanto a los docentes que deben ser los encargados de llevar a cabo la alfabetización tecnológica en las escuelas, también existen dos puntos de vista que se contraponen, pero que en realidad son complementarios más que antagónicos. Según algunos, a pesar de que la tecnología pervade la cultura y por lo tanto se manifiesta en todos sus aspectos, es posible definirla como disciplina con un perfil

<sup>20</sup> La decisión nos parece tan bochornosa que evitamos exponer a sus autores a la vergüenza pública.

<sup>21</sup> T. Buch, *op. cit.*



propio. De acuerdo con este punto de vista, que este autor suscribe, el saber tecnológico posee una personalidad propia, que se diferencia lo suficiente de otras áreas del conocimiento como para no confundirse con otras disciplinas. De todos modos, si bien se trata de una disciplina, es una disciplina nueva y es necesario efectuar un urgente trabajo de estructuración disciplinar, por la necesidad de contar con docentes que puedan enfrentar su enseñanza.

El otro punto de vista afirma que, ya que la tecnología es transversal a todas las disciplinas tradicionales, no debería singularizarse, sino que debería ser encarada desde las áreas del conocimiento tradicionales. De este modo, por ejemplo, los profesores de historia tratarán de poner énfasis en los aspectos en los cuales la tecnología de cada época contribuye a determinar las características propias de esa época. Ésta sería por cierto una manera interesante y novedosa de pensar la enseñanza de la historia, que debería diferenciarse claramente, tanto de una “historia de la tecnología” como de un enfoque determinista de los acontecimientos históricos. Sin embargo, nos parece ilusorio considerar tal enfoque como posible sin una alfabetización tecnológica previa de los docentes en historia. La misma problemática se plantearía, *mutatis mutandis*, en todas las demás áreas “humanistas” del conocimiento, como, por ejemplo, la formación artística. Por otra parte, existen áreas “metatecnológicas”, como todo lo que se relaciona con la evaluación y el manejo de los riesgos, que no están comprendidas en ninguna de las disciplinas tradicionales.

Otro argumento que se esgrime habitualmente en contra de la estructuración de la tecnología como disciplina es que parece ir en contra de la tendencia actual, que va en el sentido de una especie de coalescencia de las antiguas disciplinas o asignaturas (“materias”) en áreas. En muchos ámbitos educativos se reacciona con mucha razón contra la antigua y hermética compartimentalización de la educación en recintos estancos. Desde un punto de vista constructivista, esta compartimentalización no tiene sentido, ya que distinguir terminantemente, por ejemplo, entre fenómenos químicos y físicos obedece a la concepción vigente en un momento histórico, y está en la actualidad claramente superada por la misma metodología de la ciencia. Hoy tiende a predominar la pluridisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la comprensión de los fenómenos, a la vez que se profundiza la especialización a la hora de lograr avances efectivos en cualquiera de los aspectos de la realidad. Especialistas y generalistas trabajan juntos. Los especialistas químicos y físicos también colaboran para iluminar los fenómenos con sus visiones parciales, diferentes y complementarias.

Los hechos o los problemas obviamente no llevan una etiqueta que los encasille en una disciplina. La clasificación en varios casilleros disciplinares se inventó en cierta época, ya bastante remota, en que se estaban descubriendo categorías de hechos cuya interrelación íntima se descubrió mucho después.

Sin embargo, la estructuración en áreas tiende a agrupar disciplinas como las Ciencias Naturales o las Humanidades, pero no hace la síntesis final de todas ellas en una sola concepción del conocimiento humano, que sólo es separado metodológicamente para mejor volver a reunirlo. En cambio la tecnología es la actividad humana que hace esta síntesis omnidisciplinaria de manera natural y casi automática. Aquello que termine siendo la disciplina llamada Tecnología será un puente entre las ciencias naturales, las ciencias sociales y las artes. Tendrá traslapamientos con todas las otras disciplinas, ya que abarcará aspectos científicos, sociológicos, económicos e ingenieriles, además de un marco de referencia propio, la teoría general de los sistemas. □