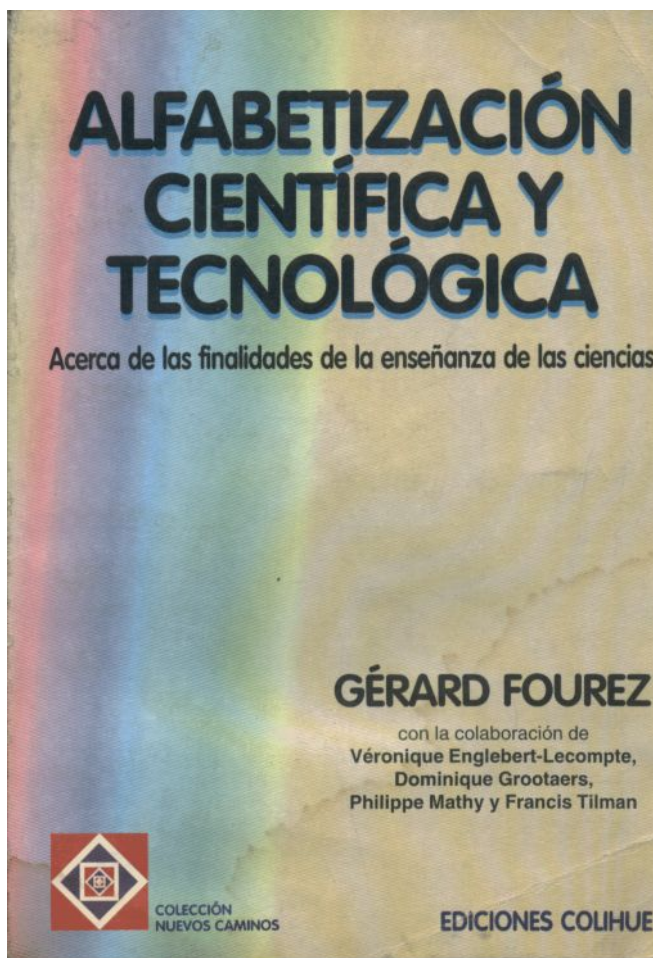


Alfabetización Científica y Tecnológica

Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias



Gérard Fourez

Colihue

Capítulo 2

¿Alfabetización científica o tecnológica?

*Periódicamente se replantea una cuestión entorno a la alfabetización científica-tecnológica, se pudo ver por ejemplo, en los debates del Foro Internacional de UNESCO en julio de 1993 sobre el Proyecto 2000+: ¿conviene hablar de alfabetización científica por una parte, y de alfabetización tecnológica por otra? ¿O es **más** adecuado hablar de una alfabetización científico-tecnológica única y más global? Para ciertas personas, la distinción es necesaria, mientras que según otras constituye un obstáculo para los fines sociales que persigue la alfabetización científico - tecnológica.*

1. La diferencia entre ciencias y tecnologías no es una cuestión puramente factual

A menudo la cuestión se plantea como si se tratara de un juicio factual: uno se pregunta si, «en la realidad», la alfabetización científica es la misma cosa que la alfabetización tecnológica. El inconveniente de esta manera de plantear la cuestión proviene de que los juicios sobre la diferencia o la identidad de las cosas no son proposiciones relativas a hechos, sino más bien a programas de acción y a estrategias, cuyas posturas son generalmente de intereses. Así, decir que el psicoanálisis es o no es una ciencia lleva a darle o a rehusarle cierta jerarquía generalmente acordada a las ciencias. Lo mismo, pretender que tal producto está o no terminado puede inducir a una diferencia significativa si se trata de pagar derechos de aduana. Decir que dos cosas son lo mismo (es decir que ellas responden a un cierto estándar socialmente definido), se fundamenta en ciertas posturas, a menudo vinculadas con lo económico o con el poder. (Sin embargo los «status» de «mismo» y de «diferente» no son enteramente idénticos desde un punto de vista epistemológico. En efecto, en lo abstracto, quien pretenda que dos cosas son diferentes siempre tiene razón: no hay dos objetos sin diferencia, Por el contrario, la afirmación de que dos cosas son lo mismo conlleva siempre un aspecto voluntarista —algunos dirían hasta «violento»— pues ella no puede sostenerse más que con la condición de descartar las disimilitudes.)

En consecuencia, en lo relativo a las ciencias y a las tecnologías, la cuestión pertinente no es esa, abstracta, de saber si tiene sentido distinguirlas —se sabe muy bien que, en ciertos casos por lo menos, tiene sentido. La cuestión sería, más bien, ver cuándo, por qué, en vías de qué, y para el interés de quién se van a privilegiar en ciertos momentos sus similitudes, y en otros, sus diferencias.

2. ¿Por qué trazar la línea de demarcación en un lugar dado?

Es, pues, siempre adecuado decir que un aprendizaje relativo a una tecnología —como el ferrocarril— difiere de un aprendizaje relativo a la física—como la teoría del calor. Pero se

podría también afirmar con buenas razones de peso, que el aprendizaje de a óptica difiere del de la electricidad, y luego rehusar que se coloquen esas dos materias bajo el mismo título de «física». En el límite, quienes afirman la diferencia de los procesos tienen siempre razón —por lo menos en lo abstracto. Pero por qué, mientras que la mayor parte minimiza a diferencia entre la alfabetización en física y la relativa a la química, muchos insisten sobre la diferencia entre la alfabetización científica y la alfabetización tecnológica. ¿A qué responde esto? ¿Quién tiene interés en marcar esta diferencia y por qué? ¿Y en qué circunstancias? Ciertas diferencias parecen más pertinentes que otras, y para saber por qué, hay que relacionarlas con las posturas, a su vez ligadas a proyectos y a situaciones específicas. ¿Cuáles son éstas? No es sino después de haber analizado las razones ciertas conducentes a promover la estrategia de la diferenciación, y las de la similitud. que se podrá pretender una decisión racional a ese respecto. La decisión será ético-política, porque implica elecciones estratégicas frente a objetivos sociales. Será racional, en a medida en que se hayan debatido los argumentos propuestos por las diferentes partes en favor de sus respectivas posiciones¹

3. Algunas razones para distinguir A. C. y A. T.

A menudo, para mostrar la distinción entre ciencias y tecnologías. se insiste sobre la diferencia en materia de objetivos: las ciencias enfocarían principalmente el conocimiento, y las tecnologías, la acción. El informe de UNESCO del proyecto 2000+ refleja bien esta posición clásica: «La distinción (entre cultura científica y cultura tecnológica) resulta del hecho de que la ciencia se preocupa esencialmente de comprender los fenómenos y de arribar a probar ‘verdades’ científicas, mientras que el fin de la tecnología es el de aportar soluciones a problemas concretos»²

Otras personas subrayan más bien a diferencia en los métodos. Así, en el informe de Kevin Morgan al mismo Foro 2000+ sobre la formación de maestros en estos dominios, se lee: «Un examen de la manera en la cual las ciencias y las tecnologías resuelven los problemas, conduce a la conclusión de que son entidades diferentes. La diferencia aparece particularmente en los resultados en materia de acción. En ciencia, son aplicables los métodos de la investigación científica, mientras que en tecnología es de importancia una serie de otros factores, como la estética, el costo, la seguridad y la cuestión de saber si la tecnología funciona»³.

Otra llanera, vinculada a los métodos, de poner el acento sobre la diferencia, ha sido propuesta por Layton, que insiste sobre todo en los criterios exigidos para los resultados asegurando que los conocimientos científicos no implican necesariamente los del saber hacer tecnológico:

“...los productos de la actividad tecnológica tienen que satisfacer diversos criterios externos. No es necesario solamente que el producto funcione (es decir que haga lo que se supone que debe realizar), sino que debe también satisfacer una serie de otros en los que podrían incluir cierta sensibilidad respecto del entorno, el costo, los gustos estéticos, la eficacia, las exigencias del mercado y de la cultura. Resulta que la capacidad de ‘hacer ciencias’ no conlleva la garantía de la competencia en materia de tecnología»⁴. Layton no propone, pues. simplemente una

¹ El análisis que voy a presentar, queriendo ser objetivo (es decir, tomando como referencia debates socialmente bien definidos), estará. es necesario repetirlo. organizado alrededor de cuestiones que me parecen especialmente pertinentes.

² UNESCO, ED-93/Conf. 016/4, p.4.

³ *Teacher Education and leadership for scientific and technological literacy*, summary review, Document UNESCO ED93/Conf. 016/3.4, p.2.

⁴ Layton David: *Technology's challenges to science education*. Open University Press, Bukingham, 1993.

distinción abstracta, sino que descubre en ella posturas estratégicas y contextos sociales: la diferencia se plantea frente a quien suponen que una formación en ciencias entraña por sí misma una formación en tecnologías.

A los ojos de Layton parece que hay un «plus» en las tecnologías con referencia a las ciencias. Es también lo que implican los estudios de Sørensen, quien ha mostrado brillantemente hasta qué punto el trabajo de un ingeniero puede ser más complejo que el de un científico⁵. Hay una enorme distancia entre el principio científico de una tecnología y su invención (por ejemplo, entre la construcción concreta de láseres utilizables y comercializables, y la comprensión, en mecánica cuántica, de la emisión de fotón en fase). Se puede, por otra parte, llegar a utilizar y modelizar una tecnología durante largo tiempo, aun siendo *incapaz* de conceptualizar ciertos principios científicos involucrados en ella.

Justificar la distinción partiendo del objetivo (de las «verdades» diferentes) o de métodos (procesos o criterios diferentes) revela dos problemáticas distintas, en las cuales los presupuestos pueden ser discutidos. Se puede, por ejemplo, preguntarse si la definición de ciencias como «pura» búsqueda de «verdades» es adecuada: las ciencias ¿no buscan, como las tecnologías, inventar modelos que les permitan controlar procesos concretos (en laboratorio o en situaciones protegidas) sobre el terreno para las ciencias; en la sociedad y su contexto más amplio para las tecnologías)? Dentro de esas perspectivas, tanto las unas como las otras tendrán como objetivo la búsqueda de invenciones-descubrimientos. Y la «verdad» de las ciencias como la de las tecnologías se fundaría en su posibilidad de acción controlada en el mundo: su diferencia no sería entonces tan grande. Importa, pues, explotar lo que significa una distinción radical entre las ciencias y las tecnologías.

4. Las «verdades» de los científicos y de los tecnólogos

La verdad científica, en el informe de UNESCO antes citado, sería relativa a un objetivo cultural: las investigaciones científicas ponen la mira en la verdad sobre los fenómenos naturales. Desde esta perspectiva, tendrían una cierta nobleza que no compartirían necesariamente las investigaciones tecnológicas, más ligadas a intereses.

Sin entrar en el detalle de argumentaciones que podrían ser interminables, hay que notar que las verdades producidas por las ciencias son menos desinteresadas de lo que parece. Se trata en efecto, para a comunidad científica, de inventar representaciones de nuestras situaciones y de nuestra historia que nos permitan responder a ellas de manera adecuada (lo más frecuente, en ciencias, en los laboratorios). La «verdad» de las ciencias está vinculada a su adecuación a resultados experimentales o a tests empíricos, Desde la observación a la teorización más refinada, los discursos y las representaciones científicas son llevadas por una intencionalidad y una finalidad humanas sin las cuales no serían más que discursos huecos⁶ para nosotros. Ellos no producen jamás representaciones absolutas del mundo, sino verdades para nosotros, vinculadas con situaciones y con proyectos que nos hacen organizar el mundo de una cierta manera. Desde ese punto de vista, las ciencias no parecen, sin embargo, mas desinteresadas que las tecnologías, aun cuando la mayor parte del tiempo los intereses políticos o económicos de la investigación científica son más indirectos —o más enmascarados— que los de las tecnologías,

Por otra parte, la producción cultural de las tecnologías no puede ser desestimada. Los tecnólogos construyen sistemas de representación tan complejos como los de los científicos.

⁵ Se encontrará en el apéndice un texto de Sørensen y Levold exponiendo estas diferencias.

⁶ Para esas cuestiones epistemológicas (de inspiración popperiana) sobre los discursos científicos, ver G. Fourez, *La construction des sciences*, Ed. De Boeck, Bruxelles, 1992, pp.57-63.

Así, las tecnologías espaciales que han permitido ir a la luna se han desarrollado en el cuadro de representaciones teóricas por lo menos tan estructuradas, complejas e inventivas como las de los físicos de partículas elementales. Por otra parte, desde el punto de vista de su relación con un pensamiento teorizante, la diferencia entre las ciencias y las tecnologías, ¿no es sobre todo ideológica? La finalidad de los discursos científicos está más enmascarada que la de los tecnológicos. (Es esto lo que ha hecho decir al físico J. M. Lévy-Lehlong que lo que daba a un discurso su «status» de científicidad era, en parte por lo menos, el simple olvido de su origen, a menudo bien precisado en nuestras historias humanas.)

Los «status» de verdad de las ciencias y de las tecnologías están muy próximos. En cada caso, se puede decir que ha habido invención de un discurso verdadero cuando éste funciona adecuadamente allí donde uno quiere utilizado. La diferencia más significativa es, sin duda, que se les demanda a los discursos tecnológicos que funcionen en entornos más complicados que los laboratorios científicos (siendo los laboratorios lugares protegidos de las complejidades materiales, sociales, económicas y otras, del mundo llamado «real»⁷).

No porque las ciencias sean menos materiales tendrán un valor cultural más grande que las tecnologías. Las comunidades científicas aceptan hoy, en efecto, generalmente, la importancia de la experiencia —proceso bien material— en la elaboración de las verdades científicas. Por otra parte, las ciencias necesitan actualmente tanto de las herramientas y de las máquinas como las tecnologías, exactamente por igual, aunque ellas no existan más que a través de los sistemas teóricos. No es por nada que el término tecnociencia está hoy de moda: hace sentir hasta qué punto los dos procesos están, en nuestras culturas postindustriales en todo caso, intrínsecamente vinculados.

Además, el examen del «status» cultural de las ciencias y de las tecnologías muestra que los dos procesos pueden acompañarse de una experiencia estética profunda: la de ver cómo nosotros, seres humanos, experimentamos, espiritual y corporalmente, una experiencia de belleza y de comunión dentro de un mundo comprendido, pleno de comunicación de inteligencia.

Desde las perspectivas que venimos de esbozar, hay pocas razones para defender una distinción cultural profunda entre las ciencias y las tecnologías: sus verdades parecen del mismo tipo. Puede ser que la diferencia más significativa proceda finalmente de su lugar de aplicación: el laboratorio protegido por la simplificación para las unas, la sociedad en su complejidad para las otras.

5. Ciencias y tecnologías, ¿difieren entre sí?

Según Layton y Sörensen⁸, como hemos visto, las diferencias son muy significativas, pero la manera en que ellos las introducen es sin duda un poco inesperada para muchos docentes de ciencias o investigadores en laboratorio: ellas estarían fundadas en la mayor complejidad de la empresa tecnológica que no puede quedar, como las ciencias, confinada en el cuadro estrecho de un laboratorio o de un paradigma.

Lo que es punzante, en este enfoque, es que, en suma, se presentan allí las ciencias y las tecnologías menos como dos categorías distintas y paralelas, que como dos categorías en las que la una (el proceso tecnológico) incluye prácticamente a la otra (el proceso científico). La especificidad de las ciencias sería sobre todo su carácter abstraído de la complejidad de lo real, y su manera de reducir y de simplificar las situaciones. Dicho de otro modo, la característica de

⁷ Cf. CDS, p. 101.

⁸ Op. cit.

las ciencias sería menos la investigación de una verdad por ella misma que un método de invención de modelos más simples que no consideran más que una parte de los contextos concretos, reducidos a los del laboratorio.

La diferencia epistemológica entre las ciencias y las tecnologías sería entonces finalmente relativa a su lugar de aplicación. Las ciencias no serían una búsqueda de la verdad por ella misma, sino más bien la búsqueda de una verdad para un lugar material y culturalmente situado. Y, culturalmente, los dos procesos compartirían igualmente la «fiesta» científica⁹, el «juego de los posibles»¹⁰, la «demencia»¹¹ por los cuales los humanos desplazan sin cesar las fronteras de su existencia y de su historia, las ciencias estarían, dentro de esta perspectiva, tan inclinadas por una finalidad y una intencionalidad humanas como las tecnologías: se las podría considerar como tecnologías intelectuales¹².

6. Intereses que giran alrededor de la distinción entre A. C. y A. T.

Los desarrollos que preceden conducen a pensar que la distinción entre las alfabetizaciones científica y tecnológica realza, en parte, por lo menos, una evolución histórica ligada a intereses.

- *Los dos corrientes del pensamiento científico*

El pensamiento científico se ha dividido, al principio del siglo XIX en dos grandes corrientes. Una de ellas ha dado nacimiento a las facultades de ciencias y a las ciencias llamadas «fundamentales». En ellas se hacen ciencias llamadas «puras», es decir, según la comprensión de la época, ciencias desembarazadas de los contextos prácticos, culturales o sociales que las habían hecho nacer; el lenguaje utilizado era académico y se refería a un léxico erudito, deliberadamente diferente del de los artesanos. Se aprendían allí las técnicas determinadas de esas disciplinas, distanciándose de prácticas más manuales o también de una investigación más global. Se olvidaban las situaciones y proyectos —la medicina o la metalurgia, por ejemplo— que habían sostenido las actividades creadoras por las cuales los científicos habían inventado nuevos conceptos nuevas perspectivas y, desde allí, nuevas disciplinas. Nacieron también, a principios del siglo XIX, cuerpos de conocimientos disciplinarios, estructurados alrededor de un rigor bien definido y de prácticas de enseñanza, pero a veces un poco rígidos en sus paradigmas y hasta en sus laboratorios¹³. Es así como los conceptos de esas disciplinas (que provienen, por otra parte, generalmente, de comparaciones de metáforas) se «endurecen»¹⁴ al punto de que nosotros creemos, a veces, que ellos

⁹ G.Thill: *La fête scientifique*, Aubier & Desclée, París, 1972

¹⁰ G. Fourez: *La science partisane*, Ed. Duculot, Gembloux, 1974 y *la construction des sciences*, Ed. De Boeck, Bruxelles, 1988 y 1992, p. 227.

¹¹ E. Morin: *Le paradigme perdu, la nature humaine*, Seuil, París, 1973.

¹² He expuesto este punto de vista en CDS pp. 108-109. Con esta expresión he querido poner el acento sobre la finalidad de las ciencias. Esta no impide para nada que ellas sean a menudo practicadas por científicos más-interesados por el placer científico-técnico que por las implicaciones económicas de las ciencias (lo que, por otra parte, puede ser también el caso de los técnicos). No obstante, en las redes socio-económicas concretas, las prácticas científicas (o tecnológicas) conllevan numerosos intereses objetivamente reconocibles.

¹³ Acerca del nacimiento de esta ciencia de profesores, cf. M. Serres: *Eléments d'histoire des sciences*, Bordas, París, 1989 y B. Bensaude & I. Stengers, ed.: *Historie de la Chimie*, Ed. La découverte, París, 1993, pp. 125-206

¹⁴ Sobre la noción de endurecimiento de conceptos, ver I. Stengers, ed.: *De una ciencia a otra. Los conceptos nómades*, Seuil, París, 1987

constituyen la única «buena» manera de referirse al mundo¹⁵.

La segunda corriente ha dado nacimiento a otras empresas científicas ligadas a las prácticas profesionales de los médicos, los ingenieros, los arquitectos, y de algunas otras profesiones. Aquí, lo que primaba, era que «esto marche», no solamente en el cuadro restringido de los laboratorios o de las escuelas, sino también en la sociedad y en el mundo tal como ellos son. Esa corriente dio nacimiento a lo que hoy se llama a menudo —equivocadamente, lo veremos pronto— las ciencias aplicadas o, para ser más exactos, las ciencias orientadas por proyectos (*project oriented science*). que guardan la memoria de los intereses humanos que las estructuraron (aún si demasiado a menudo ellas se repliegan sobre sí mismas de una forma demasiado tecnocrática, olvidando, por ejemplo, que la medicina extrae su sentido de la vida personal y social, tendiendo a creer que es una ciencia en sí misma).

En las ciencias orientadas por proyectos se sabe (en principio por lo menos) que la teorización es una mediación con miras a una comunicación y a una competencia, y no un fin en sí; su objetivo no es esencialmente el de «hallar verdades científicas». Saben también que son los «intereses» los que sirven de criterios para decidir acerca de los modelos que se conservaran o privilegiarán. Lo que no quiere decir que ellas produzcan modelos menos teóricos o menos abstractos que las ciencias disciplinarias; y en ese sentido, ellas buscan también «verdades científicas». Así, para enviar a alguien a la luna o para cuidar una diabetes, son necesarias tanta teorización y modelización como para hacer física nuclear. No son «ciencias aplicadas» (en el sentido de aplicación de resultados científicos previamente obtenidos)¹⁶ sino, como las disciplinas tradicionales, modelizaciones creadas por la inventiva humana, teniendo en cuenta fines humanos. Desde este punto de vista, no es muy interesante distinguir ciencias y tecnologías: en cada caso uno se encuentra frente a la inventiva y a la creatividad humana dándose una representación teórica de las posibilidades que nos ofrece lo que se llama a veces la «*techno-nature*». Las ciencias como las tecnologías implican a la vez una teorización de nuestro medio y una posibilidad de acción.

La primera corriente de los pensamientos y de las tradiciones científicas ha conquistado la enseñanza secundaria general y, en la universidad, las facultades de «ciencias fundamentales». La segunda se ha establecido más en la enseñanza primaria y en las facultades o escuelas especiales ligadas a las profesiones mencionadas.

Esta división de las dos corrientes del pensamiento científico se articuló también con una división del trabajo según la cual éste tenía un «status» tanto más noble cuanto más alejado estuviera del trabajo manual¹⁷. Las ciencias disciplinarias aparecían como más aristocráticas y como los fundamentos de todos los otros conocimientos. Al mismo tiempo, se olvidaba que los científicos puros aparecieron un día, frente a aquellos que se confrontaban a la complejidad del mundo, como «técnicos puros», que se limitaban a trabajar dentro del cuadro de las disciplinas establecidas. No se puede, pues, hablar de «ciencias puras» como si se tratase de conocimientos

¹⁵ El concepto de fuerza, por ejemplo, nació de una metáfora que ha sido tan fecunda que hemos llegado a creer que las «fuerzas» existen como tales, olvidando que se trata de una manera de modelizar nuestro mundo: y es lo mismo para nociones como las de átomo, de partícula, de sistema, de célula, de herencia, de reacción química, etc... La corriente «disciplinaria» del pensamiento científico ha tendido a ocultar el carácter teórico y luego metafórico de todos esos conceptos a menudo falsamente presentados como el resultado de «observaciones».

¹⁶ Esta noción de «ciencias aplicadas» merecería un análisis sociológico y epistemológico profundo para mostrar cuan errónea puede ser cuando implica que, general mente se tienen en principio resultados científicos que, a continuación, se aplicarán a usos técnicos. Tal representación de la relación entre ciencias y tecnologías es frecuentemente considerada hoy como profundamente inadecuada.

¹⁷ Así, como se verá en los dos capítulos consagrados a las tradiciones de la enseñanza técnica, es el vínculo de las técnicas con las ciencias el que proporcionará a los alumnos de esas ramas una suerte de título de nobleza.

más nobles, cuando se trata de conocimientos establecidos dentro de los límites y las reducciones de un paradigma.

Además, en una sociedad que comenzaba su proceso de secularización, las ciencias disciplinarias y sus verdades fueron investidas en el último siglo de un aura casi religiosa, en reemplazo de la religión que perdía su poder social: en la práctica, las verdades científicas reemplazaron con holgura a las del catecismo. Los científicos fueron a menudo considerados — pensemos en el impacto del pensamiento de Augusto Comte— como sacerdotes de la verdad, mientras que la investigación era apreciada como una vocación particular, sagrada. Los docentes de ciencias tenían también tendencia a considerarse como el bajo clero que donaba al conjunto de la población el saber que la salvaría.

- ***Ciencias y tecnologías a la luz de las socio-epistemologías constructivistas***

Desde *entonces* algo ha pasado, *por lo menos en el universo filosófico*: la toma de conciencia del carácter histórico de las ciencias. Las diferentes escuelas constructivistas¹⁸ pusieron en evidencia que las verdades científicas no caían del cielo, sino que eran respuestas humanas, emitidas por humanos, para humanos, frente a los problemas del momento. El constructivismo ve las representaciones científicas como modelos intelectuales construidos (como se construye una tecnología) y marcados por la contingencia de su época y de los contextos de origen.

Pero, entretanto, el mundo de la investigación universitaria y «fundamental» ha tenido éxito, en el curso del siglo XIX, en hacer creer que las tecnologías eran simples aplicaciones de las ciencias. Contrariamente a todo lo que la historia nos ha enseñado (pensemos en dos ejemplos entre cientos de otros: en la anterioridad de la *máquina de vapor* sobre el modelo del «ciclo de Carnot» o en el uso de la aspirina antes de la comprensión de su funcionamiento), muchos científicos han concebido —y algunos lo piensan todavía— los desarrollos científicos como las bases siempre necesarias de los de las tecnologías¹⁹. Es así que se ha visto hace unos cuarenta años, en ciertos países, que las facultades de ingeniería o de medicina fueron rebautizadas como facultades de «ciencias aplicadas».

Numerosos autores²⁰ han mostrado en qué medida las relaciones entre las ciencias y las tecnologías son más complejas, Layton²¹ ha sugerido que, en el mareo escolar, toman tres enfoques. En el pasado, los profesores de ciencias han utilizado las aplicaciones tecnológicas para hacer más comprensibles los conceptos y las ideas científicas (ciencia y tecnología). Han considerado, a continuación, a las tecnologías para mostrar cómo diversas dimensiones de ellas pueden encontrar una explicación en el paradigma de una disciplina científica. Se trataba entonces de la ciencia de las tecnologías (o, dicho de otra manera, se trataba de mostrar ciertos principios disciplinarios aplicados en el funcionamiento tecnológico), y de este modo hacer

¹⁸ Se trata aquí tanto de las escuelas de constructivismo epistemológico (a veces llamado psicológico en la medida en que él subraya la construcción vinculada al espíritu humano), que han derivado sobre todo de Piaget, Von Gasenberg, Morin, etc., y de las escuelas de constructivismo social (que toman también en cuenta que la construcción concreta de las ciencias no es solamente un fenómeno intelectual sino también el resultado de interacciones sociales, económicas e institucionales).

¹⁹ Se trata, aquí también, de una mala comprensión de la noción de “prerrequisito”; muchos científicos opinan que es necesario, para todos comprender las tecnologías a través de los cuadros de sus disciplinas, cuadros que ellos mismos estiman indispensables *para* arribar a una comprensión válida de la tecnología.

²⁰ Cf. j. Staundenmaier: *Technology's storytellers*, M.I.T. press, Cambridge, 1984, y también “Las tecnologías ¿son ciencias aplicadas?” in *Courrier du Cethes*, n° 5. dic. 1988. pp. 27-43.

²¹ Op. cit

más atrayente la enseñanza de las ciencias. En los dos casos, las tecnologías son utilizadas en vistas a una formación en las ciencias disciplinarias²². A menudo, por otra parte, uno se arregla para dar una imagen simplificada de las tecnologías, de tal forma que se pueda verlas como las aplicaciones de las ciencias. Por último hoy, en la medida en que uno desee para los jóvenes una educación tecnológica, se ve aparecer otra dinámica que pone la ciencia al servicio de los desarrollos tecnológicos. Desde esta perspectiva, la educación tecnológica es considerada como válida en sí misma.

Es posible preguntarse si los debates sobre la distinción entre A. O y A. T. no se explican finalmente mejor a la luz de esos desarrollos y de los intereses que ellos han engendrado, pues diversos grupos sociales, con sus intereses específicos, se han desarrollado en relación con las diversas tradiciones científicas. Es así, por ejemplo, que los científicos fundamentales ven su identidad tradicional cuestionada por el advenimiento de la tecno-ciencia, lo mismo que por la toma de conciencia de la independencia relativa de las tecnologías con referencia a las ciencias disciplinarias. Sin embargo, en la universidad del mundo, visto el conjunto de estructuras sociales, muchas de ellas no se adaptan del todo mal a la nueva situación, como lo testimonia el número de contratos industriales en las facultades de ciencias²³. Esto no siempre es válido para los docentes de secundario, que soportan a veces difícilmente la pérdida de “status” de sus saberes disciplinarios desde que se pone en evidencia que todo saber tiene una finalidad (tanto más en un período de crisis, en que la profesión docente está tentada de aferrarse a las disciplinas, estables por definición). Los docentes del secundario pueden, pues, dudar de que les competa defender una alfabetización científica separada de una alfabetización tecnológica. Como desquite, los maestros de primaria se sienten generalmente menos amenazados por una alfabetización científico-técnica global. Pero éstos, que —por razones a veces opuestas— quieren promover una familiaridad de las poblaciones con las tecnologías, se sienten a veces «rescatados» por los «científicos puros». Tratan, en consecuencia, de encontrar un lugar en el que se tomen en cuenta las tecnologías por lo que ellas son. Es por esto que tenderán fácilmente a reclamar una A. T. independiente de la A. C. En cuanto a los alumnos, han reconocido²⁴, tal vez con anticipación a sus educadores, que «la educación científica, como actividad teórica y fundada principalmente sobre el conocimiento, independientemente del *background* y del contexto concreto de quien aprende, ha sido inapropiada»²⁵.

²² sobre esta cuestión, ver también el trabajo de Ph. May y su distinción entre “enseñanza científica contextualizada” (es decir, enseñanza donde se muestra cómo los conceptos científicos responden a contextos y de allí toman su sentido) y “enseñanzas colgadas de los contextos”, es decir enseñanzas donde se utilizan los contextos para hacer aceptables los conceptos que se quieren pensar finalmente en una «acontextualidad» (Cf. Ph. Mathy, *Construire des cours des sciences qui aient du sens pour les élèves*, n° especial del *Courier du Cethes*. n° 23 bis, agosto 1993. Ver también el informe de la UNESCO, proyecto 2000+ ED 93-CONF. 016/4. p. 39): un grupo «ha insistido sobre la importancia de ubicar la ciencia en su contexto, lo que muy pocos centros científicos han intentado hacer de manera sistemática. En su gran mayoría, los museos y centros científicos buscan sobre todo presentar la ciencia pura, en particular en física, en óptica o en mecánica».

²³ Es interesante, desde ese punto de vista, considerar la evolución de diversos departamentos de facultades de ciencias que, poco a poco, viven de contratos industriales u otros, y así minan su identidad anterior para parecerse de más en más a departamentos de ingeniería —aun cuando continúan valorizando un aspecto más “fundamental”. Para las complejas distinciones y estrategias entre ciencias fundamentales y aplicadas, cf. CDS pp. 166-176.

²⁴ Cf. Hotford D. O. «Training Science Teachers for S. T. S. roles», en Tamir Pr. Hofstein. A. y Ben- Peretz M. (eds): *Preservice and inservice Education of Science Teachers*, Balaban International Science Services. Philadelphia PA. 1983.

²⁵ Kevin Morgan, en *Teacher and leadership education for scientific and technological literacy*, Forum Project 2000+, UNESCO ED-93. Conf. 016. Ref. 1.4.

7. ¿Por qué finalmente distinguir A.C. y A.T.?

Desde esta perspectiva, uno se puede preguntar si la voluntad de distinguir entre A. C. Y A. T. no revela un combate de retaguardia donde se alían los intereses de los científicos fundamentales, de los docentes en ciencias del secundario, y de aquellos que quieren hacer jugar a las ciencias el rol de cemento ideológico (una suerte de mito fundamental) en una sociedad secularizada. Pero otra lectura saca a la luz las diferentes actitudes a las cuales hice alusión antes. Una parte de los que defienden la distinción de los dos tipos de alfabetización actúan por táctica. Frente a la hegemonía de los cursos de ciencias tradicionales disciplinarios, frente al desinterés de los alumnos por ellos, frente también a las necesidades culturales y económicas de una familiaridad con los desarrollos tecnológicos, quieren promover la distinción de forma tal que, al menos en alguna parte, pueda tener lugar una real alfabetización tecnológica. Así, dentro del espacio pedagógico reservado a ese objetivo, ciencias, tecnologías y sociedad podrían ser puestas en relación de manera operacional y coherente²⁶. Finalmente, es posible que muchos de ellos enfoquen más una alfabetización científico- técnica global que una alfabetización tecnológica por sí misma.

Puede ser necesario añadir otra lectura del debate ligado aún a otros intereses. En nuestra sociedad, secularizada sin duda, pero a menudo en búsqueda de absolutos, las ciencias fundamentales, con su independencia relativa de los poderes económicos y políticos, aparecen como un lugar de resistencia a una sociedad dominada por la tecnocracia, el economicismo y por todo lo que no revelara eficacia instrumental o utilitaria. De allí el temor de que una educación en tecnologías, necesariamente, se convirtiera en una manera de reclutar a los jóvenes en la sociedad programada postindustrial. La táctica consistirá entonces, con frecuencia, en combatir —directa o implícitamente— toda tendencia a valorizar la finalidad de los saberes, para insistir en todos los niveles de la enseñanza sobre lo que les parece más desinteresado, a saber las ciencias fundamentales²⁷. Toda finalidad es vista como puramente utilitaria y/o práctica; no se ve posibilidad de una finalidad cultural (que ponga la mira en la comunicación y la interpretación).

Uno puede preguntarse, sin embargo, si la posición consistente en afirmar, contra viento y marca, que las ciencias son desinteresadas puede vencer a largo plazo, pues en principio, nada es menos instrumentalizable que un saber disciplinario que no es consciente de sus finalidades y de su carácter contextualizado²⁸. A continuación la mejor defensa contra los

²⁶ Tal me ha parecido ser la posición dominante en el Foro del Proyecto 2000+ de UNESCO en julio del 93. Así, el proyecto de informe del grupo sobre la naturaleza y la necesidad de una cultura científica y tecnológica para todos insiste (*ED-93IConf*. 01614 p. 1): «La cultura tecnológica y la cultura científica tienen características diferentes que revelan dos disciplinas diferentes pero emparentadas. Existe entre ellas una relación de interdependencia. La tecnología implica los medios de resolver problemas por la aplicación tanto de conocimientos científicos como de otros y la gestión de los recursos ya disponibles o que están puestos a disposición. *Ninguna de esas dos culturas es suficiente, ninguna engloba a la otra o es la fuente. Deben tener el mismo status*». (Las itálicas han sido añadidas.)

²⁷ Es así que se acusa a voces de totalitarismo a quienes ponen en evidencia el carácter finalista de las ciencias y de las tecnologías. Se puede sin embargo, preguntar qué significa ese rechazo del interés y de la utilidad, como si todo no tuviera una finalidad. Se podría ver aquí algo así como la firma de una civilización burguesa dominada por el interés, que quisiera, porque ella siente el riesgo de la omnipresencia de los intereses económicos e individuales salvaguardar zonas de desinterés. Pero, ¿no sería más interesante reconocer que todo interés no es puramente práctico, ni necesariamente económico? También, como las tradiciones anglosajonas lo saben mejor que los francófonos, hay utilidades «utilidades» culturales o sociales.

²⁸ Cf. a este respecto el remarcable estudio de Isabelle Stengers sobre la manera en que la química llegó a ser la disciplina instrumentalizada e industrial por excelencia. en *M Series* (op. cit. pp. 297-320). Michel Serres ha mostrado también, por otra parte, cómo las ciencias humanas «clásicas» es: decir las que rehúsan confrontarse con las prácticas sociales concretas de los científicos y de los ingenieros no logran tener un impacto histórico significativo sobre los desarrollos sociales (Cf. *Nouvel Observateur* n° 1435 7/5/ 992, citado en *Courrier* n° 18,

condicionamientos tecnocráticos, ¿no reside en la valorización de los compromisos humanos ligados a la producción de los saberes? En fin, ¿no hay que, si se quiere humanizar las actividades científicas y tecnológicas, comprender y mostrar cómo, en su mismo seno, las libertades humanas comprometen su historia?; para esto, ¿no haría falta promover una educación que permitiera a los jóvenes ver cómo los saberes, ya sean tecnológicos o científicos, son producciones humanas, por y para seres humanos —saberes siempre **con** una finalidad, interesados en el sentido más profundo (pero no solamente económico-práctico) del término? En otras palabras, más que intentar hacer de las ciencias fundamentales una suerte de islote tratando —en vano- de hacerlas escapar a la historia humana, ¿no valdría más ver cómo son también un lugar donde se juega esta historia²⁹?

Queda por decir que toda alfabetización científico-técnica corre siempre el riesgo de ser recuperada por las ideologías tecnocráticas de nuestra época y de ser instrumentalizada con el objetivo de crear buenos productores y consumidores de una sociedad programada. Esto ocurrirá inevitablemente si no se pone sin cesar en evidencia y en su justo valor tanto el carácter humano y cultural de las tecnologías como el de las ciencias.

8. En concreto: un problema institucional

Cualesquiera que sean los análisis que se hagan del debate a propósito de la distinción entre A. C. y A. T., las decisiones se tomarán a nivel institucional. Serán el resultado de compromisos entre diversos intereses. ¿La manera en que los currícula integrarán la alfabetización científico-tecnológica permitirá la continuación de cursos de ciencias no comprometidos y poco atractivos para los alumnos? ¿Favorecerá una renovación de la enseñanza de las ciencias, de forma tal que sus conceptos sean siempre mostrados dentro de sus relaciones con las historias y los contextos humanos? ¿La alfabetización tecnológica tenderá a hacer de los alumnos las ruedas de una sociedad tecnocrática, o los ayudará a tomar una distancia crítica con referencia a una sociedad en la cual verán mejor las estructuras sociales portadoras de coacciones y de libertades? Para esas preguntas y para muchas otras ^{no} hay respuestas generales y abstractas; las respuestas, siempre concretas, serán el resultado de negociaciones sociales en las cuales nuestra historia individual y colectiva estará comprometida. Y orientaciones institucionales idénticas pueden, en contextos diferentes, tener significados opuestos.

agosto 1992, pp.4-6). ¿No haría falta ver, para parafrasear a Marx, un cierto tipo de humanismo poco comprometido socialmente, como un opio de las clases intelectuales? Son, en efecto, proclamación de la dignidad humana que rehúsa ser encerrada en los condicionamientos de las técnicas, pero al mismo tiempo, no hacen más que presentar una actitud de impotencia frente a los desarrollos de las tecnocracias.

²⁹Las dos posiciones reúnen dos actitudes que se encuentran diseminadas un poco en toda la sociedad. La primero trata de salvar la trascendencia humana buscando lugares —científicos, éticos- o religiosos— que se considerarán fuera de la historia humana. La otra estima que es dentro de la historia humana y en todas sus dimensiones (de las cuales ninguna es «pura», ni aún la religión o las Ciencias) que puede encontrarse una visión de trascendencia. Cf., por ejemplo, a este respecto: I. Elacuría. «Historicidad de la salvación cristiana», en: I. Elacuría & J. Sobrino: *Conceptos fundamentales de la teología de la liberación*. Ed. Trotta, Madrid, 1990, p 328.