

EDUCACIÓN TECNOLÓGICA PARA COMPRENDER EL FENÓMENO TECNOLÓGICO *

Carlos Eduardo Solivérez **

Introducción

Las ideas que aquí se presentan, que tienen casi cinco años de elaboración, fueron escritas, expuestas y trabajadas con estudiantes del profesorado en EGB 1 y 2, docentes del nivel primario, alumnos de los niveles EGB 3 y Polimodal. Sus partes más antiguas fueron desarrolladas en 1990 para la cátedra Tecnología de la entonces recién creada Orientación Empresarial que reemplazó en la provincia de Río Negro a la tradicional Escuela de Comercio.¹ Siguiendo en orden de antigüedad son las escritas para los también recién creados Ciclo Básico Unificado y Polimodal del nivel secundario de esa provincia.²

¿Qué son las tecnologías?

La palabra tecnología se usa al menos con cinco acepciones diferentes. La primera—la más común en la propaganda comercial, como en la muletilla “tecnología de avanzada”— designa al principio de funcionamiento de un artefacto cualquiera, lo que en uno mecánico sería el “mecanismo”. En el contexto de las restantes acepciones de tecnología este significado tan limitado conduce indefectiblemente a la ambigüedad, por lo que es conveniente evitar su uso reemplazándolo, justa y precisamente, con el término “principio de funcionamiento”. La segunda acepción de tecnología,³ la que usamos aquí, designa a los variados medios artificiales mediante los cuales las personas deliberadamente resolvemos nuestros problemas prácticos. El término incluye todos los artefactos y procesos necesarios para la producción de bienes o la prestación de servicios de cualquier naturaleza, así como sus principios organizativos o de funcionamiento. A veces se usa “la tecnología”, en singular, para referirse al conjunto de

* Ponencia seleccionada junto por otras 5 por el Instituto Nacional de Educación Tecnológica en conmemoración del Día de la Educación Técnica. Publicada en Internet el 15 noviembre de 2003 y luego discontinuada.

** Véase biografía en <http://soliverez.com.ar/cyt-ar/index.php/Usuario:Csoliverez>.

¹ Esta orientación, así como los contenidos iniciales de la asignatura Tecnología con espíritu semejante al actual, fueron propuestos por este autor en 1990 al Consejo Provincial de Educación de Río Negro cuando se desempeñaba como Secretario de Estado de Ciencia y Técnica de esa provincia.

² Solivérez, Carlos Eduardo; *Ciencia, técnica y sociedad*; FLACSO; Buenos Aires (Argentina); 1992.

³ Sentido en que el término es frecuentemente usado como sinónimo de *técnica*.

todas las tecnologías, sin especificar ninguna en particular. Algunos especialistas denominan Tecnología, usualmente con mayúsculas como en cualquier disciplina, al estudio de grandes principios o métodos subyacentes en todas las profesiones técnicas. La quinta acepción de Tecnología (en este caso siempre con mayúsculas) designa al área recientemente introducida en las escuelas con el fin de mejorar la comprensión de los ubicuos fenómenos tecnológicos, disciplina en proceso de definición a la que es más correcto denominar Educación Tecnológica. El propósito central de este trabajo es discutir las justificaciones de la introducción, así como las finalidades, contenidos y didácticas específicas de la Educación Tecnológica.

Las tecnologías son tan antiguas como los seres humanos. Los arqueólogos todavía identifican a nuestros remotos antepasados, los homínidos, por el uso de herramientas de piedra, hueso o conchillas, razón por la cual en algún momento se los denominó *homo habilis*. El mero uso de herramientas es un fenómeno que los seres humanos compartimos con muchos animales: avispas que usan piedritas para cerrar la entrada de sus nidos, pájaros que manipulan ramitas con sus picos para extraer insectos, chimpancés que rompen cáscaras de frutos con una piedra, son sólo algunos ejemplos.⁴ La gran diferencia es que las herramientas de esos animales son objetos naturales, mientras que las personas las fabricamos a medida de nuestras necesidades; este rasgo, el propósito, parece ser específicamente humano. La fabricación de útiles de piedra constituyó verdaderas industrias por la cantidad, por la persistencia de sus características (diferentes según las culturas) y por el tiempo y esfuerzo invertidos en ella, industrias que dieron su nombre a los períodos Paleolítico (de la antigua piedra) y Neolítico (de la nueva piedra) de la prehistoria humana.

La ampliación de las capacidades de la mano se extendió paulatinamente a todos los órganos de los sentidos y hasta a la misma mente (mediante la computadora), generando medios cada vez más eficientes para modificar el mundo circundante. Con estos medios las personas procesamos no solamente materiales sino también información. Ahorramos trabajo muscular propulsando los útiles con energía externa y transformándolos en máquinas. No hacemos nuestras actividades al azar, las optimizamos organizándolas en técnicas sistematizadas y transmisibles. Transformamos los materiales y organizamos nuestras tareas en procesos con base crecientemente científica cuya eficiencia tratamos de maximizar.

En el planteo técnico de estos procesos, los efectos se producen sólo en una de las partes, los materiales. Es decir, las personas transformamos materiales para fabricar artefactos y el único efecto sobre nosotros mismos es que podemos vivir mejor. Y este planteo se reduce entonces a conocer los materiales disponibles (algunos son de uso más generalizado), los útiles, máquinas y pro-

⁴ Se pueden encontrar muchos más en Wilson, Edward O.; *Sociobiología, la nueva síntesis*; Ediciones Omega; Barcelona (España); 1980; pp. 178-182.

cedimientos que usamos para transformarlos (algunos son más básicos o eficientes que otros). No se considera necesario discutir qué es "vivir mejor". Este planteo es la base usual del Curriculum de Educación Tecnológica, donde si bien se incluyen algunas consideraciones genéricas sobre lo social, lo ético y, tal vez, lo ambiental, estos aspectos usualmente no se incorporan como contenidos específicos. Es también frecuente mencionar a la ciencia como fundamento del conocimiento tecnológico, a pesar de que las tecnologías básicas de la seguridad personal (armas), alimentación (domesticación de plantas y animales), vestimenta (obtención, hilado y tejido de fibras), vivienda (construcción de casas) y relación social (escritura) estaban bien desarrolladas mucho antes de que existiera ninguna ciencia. Sería un buen ejemplo de "tecnociencia" (pero no conozco ningún libro de texto de Educación Tecnológica que las incluya) discutir las tecnologías indispensables para la satisfacción de la necesidad humana esencial de salud, tecnologías que son imposibles sin los conocimientos que aportan las ciencias médicas.

El fenómeno tecnológico

El meollo del problema es que esta concepción reduccionista de la Educación Tecnológica no toma en cuenta ni los efectos de las tecnologías sobre el medio ambiente (agua, aire, tierra, plantas y animales silvestres) ni las fuertes interacciones que hay entre la sociedad y las tecnologías. La Figura 1 representa estas interacciones, donde el origen de la flecha indica quién modifica a quién (punta de la flecha). Se pone allí en evidencia, usando líneas más finas, que las interacciones directas entre una sociedad humana y el medio ambiente

—es decir las que pueden producir las personas con sólo sus cuerpos— son ínfimas comparadas con las mediadas por las tecnologías. El planteo técnico de la Educación Tecnológica sólo toma en cuenta el ápice del triángulo, ignorando la base que da sustento al fenómeno tecnológico: la sociedad y la naturaleza.

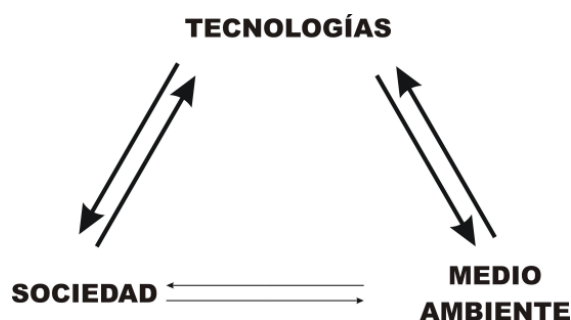


Figura 1. El fenómeno tecnológico como interacciones entre la sociedad y el medio ambiente mediadas por las tecnologías.

Nótese que en el gráfico se usa el término sociedad y no cultura, de modo de no incluir a los bienes materiales y espirituales de las personas. No se hace mención separada de las ciencias ya que los saberes —de los que las ciencias son sólo un caso— son parte integrante de las tecnologías. Es importante discutir los diversos tipos de saberes, pero también los aspectos comerciales y éticos de las actividades tecnológicas, cada uno de los cuales debe ser objeto de estudio de la Educación Tecnológica.

Mediante las tecnologías transformamos al mundo natural creando un hábitat artificial, una *tecnósfera* que contiene cada vez menos elementos naturales inalterados. Pero también nos transformamos a nosotros mismos ya que el proceso no se limita a la resolución de nuestros problemas prácticos — rasgo inicial de las técnicas o tecnologías— sino invade todos los campos de la actividad humana. El caballo —originalmente domesticado como medio de rápido transporte personal para el mejor control de los ganados, fuente principal de alimentación— sirvió luego de arma guerrera para la dominación, como medio de diversión en los deportes hípicas y como símbolo de poder y nobleza en las estatuas ecuestres. Las técnicas de la escritura —inicialmente desarrolladas para inventariar lo recaudado por reyes y sacerdotes— devinieron en medios para el desarrollo y difusión del conocimiento en todas sus formas, para el registro de las reglas del comportamiento social que son las leyes y para la glorificación de mandatarios y divinidades. Estos ejemplos muestran la ubicuidad y complejidad de las influencias de las tecnologías sobre todos los aspectos de la vida humana, la amplitud del fenómeno tecnológico.

Denominamos fenómeno tecnológico al sistema formado por una sociedad dada, las partes de la naturaleza con las que interactúa (que incluyen necesariamente su hábitat pero usualmente mucho más), así como los procesos de transformación de cada uno de estos componentes en algún intervalo de tiempo determinado. En las secciones siguientes identificamos sucintamente los rasgos principales del fenómeno tecnológico que son el punto de partida de nuestra propuesta de Educación Tecnológica. Los contenidos educativos que consideramos apropiados introducir en cada aspecto se enumerarán sucintamente, ya que su desarrollo requiere un libro.⁵ Para comenzar a identificar los rasgos esenciales del fenómeno tecnológico, en la Tabla 1 se plantean algunas respuestas a las preguntas más básicas que podemos hacer sobre él: ¿quién, cuándo cómo, por qué y para qué?

Es importante describir al fenómeno tecnológico tal como es, sin maquillar sus características indeseables. Así, cuando decimos que las tecnologías se usan para la dominación o la diversión estamos señalando que en el planeta se dedica actualmente más dinero a esas finalidades que a la satisfacción de necesidades humanas básicas. De modo análogo, como las actividades tecnológicas son mayoritariamente emprendimientos privados, sus productores las realizan con egoístas fines de lucro, no porque son altruistas benefactores de la humanidad. Esta dimensión ética del fenómeno tecnológico —ausente en el planteo exclusivamente técnico— es un contenido actitudinal que no puede faltar en la escuela. La identificación de lo justo y lo injusto, lo socialmente deseable y lo indeseable, es un requisito imprescindible para la evolución cultural.

⁵ Este libro inédito de este mismo autor, cuyo título provisorio es *Tecnologías, sociedad y naturaleza: los por qué, para qué y como de la Educación Tecnológica*, tiene unas 560 páginas.

<p>Desde los inicios de la humanidad.</p> <p>Crecientemente a lo largo de toda su historia.</p> <p>Abrumadoramente hoy.</p>	<p>Usando mano de obra; materiales (materia prima); útiles; máquinas; energía; conocimiento; procesos; organización de tareas; producción de bienes y servicios: industria y sector terciario; comercialización (mercado y publicidad).</p> <p>Haciendo agricultura y ganadería, minería, industria, transporte, comunicaciones...</p>	
<p>¿CUÁNDO?</p>	<p>¿QUIENES LO PROTAGONIZAN?</p> <p>El planeta: las personas y su cultura, los animales, las plantas, la tierra, el agua, el aire.</p>	<p>¿CÓMO?</p>
<p>¿POR QUÉ?</p>		<p>¿PARA QUÉ?</p>
<p>Satisface necesidades humanas vitales: alimentación, refugio, vestimenta, seguridad personal, relación social, salud, educación.</p> <p>Permite resolver problemas de manera autónoma.</p> <p>Da medios de dominación y de su simbolización.</p> <p>Satisface deseos (hedonismo y consumismo)</p> <p>Es la mayor fuente de lucro.</p>	<p>Para democratizar la satisfacción de las necesidades básicas.</p> <p>Para incrementar nuestra autonomía y libertad.</p> <p>Para mantener la dominación y su simbolización.</p> <p>Para satisfacer futuros deseos.</p> <p>Para lucrar más.</p>	

Tabla 1. Algunos grandes rasgos del fenómeno tecnológico.

Los impactos tecnológicos

El carácter multidimensional del fenómeno tecnológico hace que su análisis sea difícil de hacer sin algún método que sirva de guía. Las siguientes preguntas pueden ayudar a identificar los efectos que una tecnología cualquiera tiene sobre diferentes aspectos. Los culturales corresponden al tetrahedro de McLu-

han.⁶ Es importante señalar aquí que el término impacto, de uso generalizado en el caso ambiental, indica que se busca el efecto sobre un aspecto en estudio, el que puede ser beneficioso (positivo), perjudicial (negativo) o no existir (nulo). Los impactos corresponden exclusivamente a las interacciones donde

LOS IMPACTOS DE UNA TECNOLOGÍA	
ASPECTO	PREGUNTAS A CONTESTAR
práctico	¿Para qué sirve? ¿Qué permite hacer que sin ella sería imposible? ¿Qué facilita?
simbólico o expresivo	¿Qué simboliza o representa? ¿Qué connota?
tecnósfera	¿Qué genera, crea o posibilita? ¿Qué preserva o aumenta? ¿Qué recupera o revaloriza? ¿Qué reemplaza o deja obsoleto?
medio ambiente	¿El uso de qué recursos aumenta, disminuye o reemplaza? ¿Qué residuos o emanaciones produce? ¿Qué efectos tiene sobre la vida animal y vegetal?
ético	¿Qué necesidad humana básica permite satisfacer mejor? ¿Qué deseos genera o potencia? ¿Qué daños reversibles o irreversibles causa? ¿Qué alternativas más beneficiosas existen?
epistemológico	¿Qué conocimientos previos cuestiona? ¿Qué nuevo campo de conocimientos abre o potencia?
tecnológico	¿Qué objetos o saberes técnicos preexistentes lo hacen posible? ¿Qué reemplaza o deja obsoleto? ¿Qué disminuye o hace menos probable? ¿Qué recupera o revaloriza? ¿Qué obstáculos al desarrollo de otras tecnologías elimina?

Tabla 2. Cuestionario para el análisis de los impactos de una tecnología.

interacciones donde las tecnologías son la causa en sentido estricto, es decir a las flechas de la Figura 1 con origen en las tecnologías y punta en la sociedad o la naturaleza. En todos los casos —no se ha incluido en la tabla para evitar repeticiones— es importante preguntarse qué puede esperarse cuando el uso de la tecnología bajo análisis se lleva al límite de su uso masivo. Señalamos finalmente, tema que se discute en detalle más adelante, que las preguntas más importantes de la Tabla 2 sirven de base para la propuesta de ejes curriculares de la Educación Tecnológica que aquí se presenta.

⁶ McLuhan, Marshall y Powers, B. R.; *La aldea global*; Planeta-Argentina; Buenos Aires; 1994.

Es un interesante (aunque complejo) ejercicio de análisis la construcción de las dos tablas correspondientes a los efectos de la sociedad y la naturaleza sobre las tecnologías. Solo mencionaremos aquí un ejemplo: uno de los efectos de lo ético sobre las tecnologías es el desarrollo de tecnologías apropiadas.

Las tecnologías son medios para alcanzar fines

Cuando se produce un fenómeno natural, como la descarga eléctrica entre nubes que denominamos relámpago, su causa está siempre en el pasado. Hasta que no se acumula suficiente carga eléctrica positiva en la parte superior de la nube y de carga negativa en la inferior, no puede haber un relámpago. La separación de cargas eléctricas opuestas en cantidad suficiente es previa al relámpago y es su causa. En todos los fenómenos físicos usuales las causas son temporalmente anteriores a los efectos; ésto es lo que se denomina causalidad estricta. Lo mismo sucede en todos los fenómenos derivables de las leyes de la Física, como los de la Geología, la Química y la Electrónica. Las transformaciones de materiales que efectúan diferentes tecnologías satisfacen el principio de causalidad estricto y son por lo tanto —con mayores o menores dificultades de cálculo— predecibles.

No sucede lo mismo con el desarrollo individual (Ontogénesis) y evolutivo (Filogénesis) de los organismos vivientes. Las formas previas de un organismo condicionan, pero no determinan completamente, su desarrollo individual y evolutivo. Las etapas del desarrollo de todos los seres humanos, desde el huevo hasta el organismo adulto, son siempre las mismas, pero no hay dos personas exactamente iguales. Los huesos de los animales voladores debieron disminuir de peso haciéndose más porosos y de paredes más delgadas antes de que el vuelo fuera posible. Nótese, sin embargo, que son muy diferentes las alas de las águilas y las de los murciélagos. Se presume que en todos los casos hay causas internas y externas que determinan estrictamente el desarrollo, como los genes y sus mutaciones, pero no podemos conocerlas con suficiente detalle como para efectuar predicciones.

El comportamiento de las personas, en cambio, no satisface el principio de causalidad estricto. Si bien no podemos controlar todo lo que nos sucede —creer lo contrario sería pecar de voluntarismo u omnipotencia— sí podemos elegir de qué manera responder a nuestras circunstancias —y creer lo contrario sería pecar de conductismo. Más aún, nuestras acciones están usualmente determinadas por causas que se ubican en el futuro, las causas finales de Aristóteles, las finalidades, las representaciones que nuestra mente hace del porvenir. Como las tecnologías son medios para la obtención de fines, el fenómeno tecnológico está fuertemente condicionado por la percepción que sus operadores tienen del resultado futuro de sus acciones técnicas. Los fenómenos tecnológicos están orientados al futuro, a diferencia de los fenómenos naturales que están determinados por el pasado. Los fenómenos naturales, una vez desencadenados, a igualdad de condiciones suceden siempre de la misma manera, son

perfectamente predecibles. Los fenómenos tecnológicos, en cambio pueden modificarse sorteando todo tipo de obstáculos y a veces hasta cambiando de finalidad cuando en el transcurso de la tarea se percibe otra más deseable. A pesar del carácter muy técnico (a veces con base científica) de las tecnologías, el rol central que en ellas desempeñan las finalidades hace que el fenómeno tecnológico sea eminentemente cultural. Las finalidades predominantes en una cultura serán, por tanto, determinantes de su tipo y grado de desarrollo tecnológico. Este hecho, que se verifica con sólo ver los noticiosos o leer el periódico, resulta incomprensible cuando solamente se tiene en cuenta la parte estrictamente causal del fenómeno tecnológico, la fabricación de artefactos y sus principios de funcionamiento.

¿Qué Educación Tecnológica?

El encaramiento usual de la Educación Tecnológica es el peculiar de los docentes que mayoritariamente protagonizan su introducción en el nivel secundario: los ingenieros. Este encaramiento, por razones obvias, tiende a ser una introducción a las carreras universitarias de Ingeniería (pero no a las de Medicina,⁷ Arquitectura, Agrimensura y otras disciplinas igualmente tecnológicas). Encontramos así libros de texto de Educación Tecnológica que dedican buena parte de su contenido a introducir toda clase de dispositivos mecánicos y circuitos eléctricos, hidráulicos y lógicos (de control), así como variados procesos industriales de procesamiento y transformación física y química de materiales, discutidos de modo más o menos elemental según el nivel al que están dirigidos. Mi opinión personal es que no debemos desalentar la vocación de ingeniero cuando existe; si se dieran las condiciones adecuadas seguramente Argentina podría usar con provecho muchos más ingenieros que los que actualmente tiene. Si la finalidad principal de la Educación Tecnológica fuera promover los estudios de ingeniería sólo tendría valor práctico para los pocos alumnos con esa vocación. Para el resto sería, como sucede actualmente con la Física, información irrelevante que inevitablemente se olvidaría a poco de abandonada la escuela. Tendría mayor utilidad, estadísticamente hablando, que los niños y jóvenes aprendieran a hacer las inevitables tareas de mantenimiento del hogar que requieren buenas dosis de saberes teóricos y prácticos de todo tipo.

Si la Educación Tecnológica se convierte en un conocimiento exclusivamente verbal, se desvirtuará lo que debe ser su propósito central: incrementar la capacidad humana de resolución de problemas prácticos. El conocimiento verbal, o declarativo como lo designan algunos psicólogos,⁸ brinda información sobre

⁷ Curiosamente, los médicos no consideran a su disciplina una tecnología sino una ciencia. La realidad es que son muy pocos los médicos que hacen investigación científica, pero esos pocos tienen óptimo nivel. De los cinco premios Nóbel obtenidos por argentinos, tres correspondieron al área de Fisiología y Medicina.

⁸ El término fue originalmente introducido por Ryle, G; *Concept of the mind*; Hutchinson; Londres (Gran Bretaña); 1949. Para una revisión del estado actual del tema ver, por ejemplo, Aparicio, Juan José; *El conocimiento declarativo y procedimental que encierra una disciplina*

los rasgos esenciales de los objetos, pero no es operativo porque no permite hacer cosas, sólo describirlas. Es la forma de conocimiento que preferimos impartir los docentes porque es altamente estructurado, de aceptación socialmente generalizada y fácil de calificar. Como no tiene aplicación inmediata, el conocimiento declarativo (la mera información) es usualmente estéril (no reproductivo) y por lo tanto fácil de ser olvidado a corto plazo. La única manera de evitar ésto es estructurar la enseñanza-aprendizaje de la Educación Tecnológica alrededor de los contenidos procedimentales que le dan operatividad,⁹ seguidos de los contenidos actitudinales que le dan sentido para los alumnos y de los conceptuales que nos permiten comunicarnos de manera eficaz y reflexionar sobre nuestra práctica.

La organización de grandes bloques de contenidos de Educación Tecnológica recomendada por los organismos oficiales de Educación de Argentina, es la siguiente:¹⁰

- Las áreas de demanda y las respuestas de la tecnología.¹¹
- Materiales, herramientas, máquinas, procesos e instrumentos.
- Tecnologías de la información y de las comunicaciones.
- Procedimientos relacionados con la tecnología: el análisis de productos y los proyectos tecnológicos.
- Actitudes generales relacionadas con la tecnología.

No tengo grandes objeciones a los bloques temáticos —salvo al énfasis en las tecnologías de la información y las comunicaciones— ya que en grandes líneas son similares a los aquí propuestos. Mi objeción es a la priorización de los conocimientos declarativos sobre los procedimentales y la desaparición de los contenidos actitudinales cuando se detallan los de cada nivel. Por ejemplo, la propuesta de contenidos para el Primer Ciclo (ver la p. 236 del documento oficial), prioriza los conocimientos declarativos proponiendo *el análisis¹² en el entorno inmediato y cotidiano del alumno y de la alumna (la energía eléctrica, el gas, los alimentos, los remedios, el transporte, los electrodomésticos, la indumentaria, el teléfono, la radio, la televisión, los muebles, la casa, las instalaciones, la agricultura, la organización del colegio, la sanidad, etc.¹²)*. Sur-

y su influencia sobre el método de enseñanza; Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa, tomo 10, pp. 23-38; 1995.

⁹ Aquí nos apartamos radicalmente de las ideas de Ausubel, quien consideraba que todo conocimiento era fundamentalmente conceptual o declarativo. Ver, por ejemplo, García Madruga, J. A.; *Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción: la teoría del aprendizaje verbal significativo*, en Coll, C – Palacios, J. – Marchesi, A., *Desarrollo psicológico y Educación II*; Alianza Editorial; Madrid (España); 1990.

¹⁰ Ministerio de Cultura y Educación de la Nación – Consejo Federal de Cultura y Educación; *Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica*, 2ª edición; Buenos Aires (Argentina); 1995; pp. 213-249.

¹¹ Debería decir, en todos los casos *tecnologías*, ya que hay muchas.

¹² Las negritas son mías.

gen entonces grandes preguntas. ¿Qué quiere decir *análisis* en el contexto de un primer ciclo? Evidentemente no es el procedimiento de resolución de los problemas que resuelven esas tecnologías, sino solo conocimiento declarativo. ¿Cuál de todas las tecnologías mencionadas es prioritaria? Es obviamente imposible estudiarlas a todas, menos con ese gran etcétera, así que pareciera (y no se dan contenidos actitudinales como guía) que es lo mismo estudiar la corbata (vestimenta) que la agricultura (fuente principal de nuestra alimentación), la televisión que el transporte (sin el cual no obtendríamos los productos básicos para nuestra subsistencia), la aspiradora (electrodoméstico) que la construcción de viviendas, la mesa (mueble) que los antibióticos (sanidad). Una propuesta educativa en Educación Tecnológica debe explicitar las destrezas que se desea el alumno alcance en general, primero, y en cada nivel, después. Es decir, es necesario explicitar los propósitos centrales de la Educación Tecnológica, tema que abordamos en la siguiente sección.

Propósitos centrales de la Educación Tecnológica

La Educación Tecnológica debe propender al desarrollo de los siguientes conocimientos procedimentales o destrezas priorizadas en base a los siguientes valores:

- De fabricación de dispositivos sencillos de interés práctico, donde se transformen materiales mediante útiles lo más comunes y técnicas de rango de aplicación lo más amplio posibles. La tarea debe efectuarse de la manera más autónoma viable, con el máximo apoyo y seguimiento docente, quien debe haber hecho previamente el trayecto completo exigido al alumno.¹³
- De resolución autónoma de problemas prácticos, priorizando las necesidades humanas básicas. Para ello el alumno debe aprender a usar tecnologías eficientes para el logro de fines valiosos que deben ser explicitados. La disponibilidad de las tecnologías de satisfacción de las necesidades humanas básicas no debería estar sometida a las reglas del mercado, porque de él están excluidos los pobres.
- De aprendizaje de algunas técnicas de valor práctico, por ejemplo, para el hogar.
- De organización y uso de recursos (materiales, útiles, máquinas, energía, información) y mano de obra para la obtención de resultados valiosos. Las personas no deben ser consideradas sólo como un recurso más, son valiosas por sí mismas independientemente de los roles que desempeñan. La naturaleza no debe ser considerada como un insumo sin reposición (desarrollo sustentable).
- De identificación y control de los impactos culturales y ambientales de las actividades tecnológicas. Para ello es necesario desarrollar criterios de elec-

¹³ Éste último requerimiento parece redundante, pero mi seguimiento al aula de los docentes que hacen cursos de capacitación indica que el uso de los alumnos como conejillos de indias es más frecuente de lo que uno imagina.

ción entre alternativas técnicas (tecnologías apropiadas) en base a consideraciones éticas hechas de modo racional, explicitando los valores puestos en juego y su orden de prioridad (tecnologías apropiadas).

- De cuidado de los recursos y rechazo al consumismo a través de actividades como el ahorro de agua y energía, el reciclado de materiales. Los recursos humanos y naturales son limitados, por ello debemos ser usuarios críticos y mesurados de las tecnologías, evitando caer en el consumismo.
- De indagación, en primer lugar, de nuestras propias motivaciones para el uso de las tecnologías, y luego de las de sus productores o vendedores. Para ello es necesario comprender que el afán de lucro, la búsqueda de estatus social, de diversión o el deseo de dominación motivan buena parte de los usos y producciones tecnológicas.
- De toma de conciencia de que las características culturales en general y las idiosincráticas argentinas en particular, son obstáculos o promotores del buen desarrollo y uso de las tecnologías.
- De valoración, mediante análisis evolutivos, de la herencia tecnológica dejada por nuestros predecesores y, por ende, de su carácter eminentemente cultural.
- Uso docente de didácticas específicas apropiadas a la Educación Tecnológica.

Los contenidos conceptuales a brindar deben ser todos los necesarios para la apropiación de los contenidos procedimentales anteriores. Hay, empero, conocimientos declarativos que es importante brindar aunque sea difícil o tal vez imposible llegar a darles carácter procedimental en el aula, aunque es deseable esperar que sí lo alcancen en la vida adulta. Tal es el caso de los siguientes temas:

- La identificación de las tecnologías críticas para la satisfacción de las necesidades humanas básicas.
- El establecimiento de relaciones significativas entre el saber, las técnicas, la organización de tareas, el diseño y la resolución de problemas prácticos. Apropiación de la terminología técnica.
- El conocimiento del desarrollo histórico de las tecnologías en Argentina, y la identificación de los factores que condicionaron su desarrollo.
- Instrumentos conceptuales para el análisis del fenómeno tecnológico: causalidad estricta, finalidades, sistemas, estructuras, procesos y su representación por diagramas de flujo.

Los conocimientos de carácter más abstracto, como los de estructura y de finalidades y valores, corresponden a alumnos del nivel Polimodal, pero los docentes de todos los niveles debe dominarlos aunque no se trabajen en el aula.

En las siguientes secciones discutimos brevemente los contenidos conceptuales que consideramos imprescindible trabajar en EGB 1 y 2. Como ya seña-

lamos, el agrupamiento y ordenamiento no corresponde a la manera en que deben ser dados, el que debe estar orientado por los contenidos procedimentales. Cada tema tiene contenidos de todos los niveles, que deben ser introducidos en la medida en que el desarrollo del niño lo permita y los contenidos procedimentales los requieran. El ordenamiento de los temas obedece tanto a razones lógicas como de complejidad creciente. Así, el conocimiento sensorial de los materiales debe ser previo al de los útiles con que se transforman; la familiarización con los útiles apropiados a cada material y sus funciones debe efectuarse antes de aprender las técnicas de su uso; el proceso de fabricación sólo puede iniciarse cuando se conocen suficientemente bien los materiales, los útiles y las técnicas necesarias para la tarea. Estos contenidos conceptuales deben trabajarse en espiral,¹⁴ retomándolos y profundizándolos a medida que son requeridos por contenidos procedimentales más complejos.

Didácticas de la Educación Tecnológica

Las didácticas específicas propuestas son, en orden de complejidad: especificaciones técnicas, análisis técnico de objetos; evolución de una tecnología; circuitos productivos; aprendizaje de una técnica; fabricación artesanal de objetos; diseño de objetos; elecciones técnicas; proyectos técnicos. La organización del aula taller es la etapa previa a la del taller propiamente dicho, pero hay que lograr tener un taller en la escuela, atendido por técnicos que atiendan a los alumnos en los horarios de turno y contraturno.¹⁵

La introducción de ejes tiene impacto en la práctica docente en la medida en que sirven para focalizar la atención sobre aspectos centrales y comunes de los contenidos, sirviendo de guía tanto para la organización de recursos como para la realización de actividades y evaluaciones. Los ejes, por lo tanto, no pueden ser contenidos demasiado específicos (como “uso de herramientas”, que no aparecen en todas las unidades, al menos en nuestro encaramiento), ni demasiado genéricos, ya que no ayudan a precisar ideas. Por las razones antes discutidas estos ejes deben corresponder a grandes contenidos procedimentales y actitudinales. Mi propuesta es la siguiente:

- Resolución de problemas prácticos, priorizando las necesidades humanas básicas.
- Ponderación de los costos externos, sociales y ambientales, de las actividades tecnológicas.
- Formación de personas con capacidad de hacer buenas elecciones técnicas, como consumidores, como productores, como funcionarios.

¹⁴ Bruner, Jerome. S.; *The Process of Education*; Harvard University Press; Cambridge (Massachusetts, EE.UU.); 1977; p. 52-54.

¹⁵ Una descripción completa del equipamiento de este taller se encuentra en el capítulo *Útiles* del libro *Tecnologías, sociedad y naturaleza: los por qué, para qué y como de la Educación Tecnológica*

- Combate del consumismo y fomento de la frugalidad, el reciclado y el uso restringido de los recursos escasos y de los no renovables.

Para que sean verdaderos ejes, estos aspectos desben estar presentes en todas las actividades de Educación Tecnológica que se realicen en el aula.

Contenidos conceptuales de Educación Tecnológica para el profesorado de EGB 1 y 2

Conceptos básicos: definiciones, categorías, procesos

Acepciones vulgares de tecnología. Acepción publicitaria de tecnología y sus objetivos comerciales. Términos técnicos. Didáctica de las definiciones. Definiciones estipuladas. Encaramiento didáctico de las definiciones. Técnicas de aproximación a las definiciones: diccionarios; rasgos esenciales y distintivos. Nuestras acepciones de tecnología. Construcción de glosarios técnicos. Categorías, clases, tipos, rubros. Propiedades, estados. La clasificación en la vida diaria: guardando cosas. Clasificación científica, funcional y pragmática: ventajas y desventajas comparativas. Conceptualización. Causalidad y teleología. Prefijos y sufijos griegos.

Las necesidades básicas y los deseos

La tecnósfera: el mundo artificial. Didáctica de las necesidades humanas. Las necesidades vitales. La nutrición y la energía. Las necesidades básicas. Nivel de vida: índices nacionales. Nivel de vida: índices internacionales. Los deseos. Fines y medios. Bibliografía. Historieta "Las necesidades vitales". Fragmento de *La isla misteriosa* de Julio Verne.

Materiales y propiedades

El conocimiento de los materiales. Propiedades materiales de interés técnico. Una propiedad técnica no esencial: la dureza. Relación entre propiedades y funciones. Didáctica del estudio de los materiales. Familias de materiales de uso generalizado. Maderas. Cerámicos. Fibras textiles. Materiales de construcción. Materiales para herramientas y armas. Materiales sintéticos: los plásticos. Reciclado de materiales. Bibliografía.

Útiles

Importancia de los útiles. Clasificación de los útiles. Herramientas. Instrumentos. Los útiles básicos. Equipo, pertrechos y equipamiento. Enseres. Estrategias didácticas para el estudio de los útiles. Bibliografía.

Técnicas manuales y de organización

Técnicas y artes: rasgos distintivos. Valor didáctico de las técnicas manuales e importancia de que el docente domine al menos una técnica. Técnicas de pegado, de fijación de maderas, de nudos, de tejido (texturas básicas y telares). Clasificación de técnicas en base a la manera de transformación de los materiales. Los errores humanos y la seguridad en el trabajo. Técnicas de estudio. Técnicas de organización de tareas.

La creatividad y los saberes

Descubrimientos e inventos: rasgos distintivos. Creatividad. Datos. Información. Conocimiento. Creencias y criterios de verdad. Saber intuitivo, empírico y científico: tablas, bases de datos y leyes. Rasgos esenciales del conocimiento científico: previsión, explicación, planificación. El método científico y el método de prueba y error. Conocimiento y cultura: cosmovisión, validación social. Carácter privado del conocimiento tecnológico. Análisis y síntesis. Representación del conocimiento: bosquejos, cuadros, redes, rasgos. Preservación del conocimiento: la escritura y otros métodos de representación. Difusión de conocimientos. La Educación Técnica en Argentina: instrucción y aprendizaje. Empleos, oficios y profesiones. Tecnólogos del mundo y de Argentina. Caso Leonardo da Vinci.

Diseño y fabricación artesanal de objetos

La mano de obra. La división del trabajo y la cooperación. Diseño. Prototipos. Importancia del conocimiento en el diseño. Diseño y fabricación de objetos como: sombrero; recipiente con asa; cubo encastrado; estructuras a esquineros; telar a bastidor y a enjulios; máquina de vapor de "de Caus-Savery"; instrumento de trazado de diámetros; torno; ruedas y poleas; molinete; rueda hidráulica; autito con motor a goma y otros.

Motores y máquinas

Los usos prácticos de la energía. La energía muscular. El fuego. ¿Qué es una máquina? Las máquinas simples. Rampas. Cuñas. Tornillos. Cuerdas. Poleas. Palancas. Ruedas. El rozamiento. Poleas y tornos. Rasgos esenciales de las máquinas simples. Máquinas complejas. Motores almacenadores: tendones, contrapesos. Ruedas hidráulicas: barcos de paletas, hélices, turbinas hidráulicas actuales. Molinos de viento. Máquinas de vapor: Newcomen, Watt, aplicación al ferrocarril. Motores almacenadores. Motores a elasticidad: a cuerda; a goma. Máquinas herramientas: amoladora, destornillador a batería, sierra circular, soldador, taladro eléctrico. Las grandes máquinas que reemplazan el trabajo muscular.

Procesos de fabricación industrial

Taylorismo. La producción en cadena o serie: las líneas de montaje de Ford. Nuevas organizaciones del trabajo: círculos de calidad. Los costos de producción: productividad, rendimiento. Diseño industrial y ergonomía. Normalización. Control de calidad. Fabricación en serie de un objeto con medición de eficiencia: análisis crítico del proceso. Estudio de un proceso industrial. Materia prima. Insumos. Efluentes. Técnicas. Máquinas y equipamiento en general. Información. Representación de un proceso de fabricación mediante diagramas de bloques funcionales. Identificación y representación de los operarios y los flujos de materiales, energía e información en un proceso de fabricación industrial sencillo. Didáctica de los procesos de fabricación. Importancia del capital en los procesos industriales.

Las tecnologías críticas

Tecnologías primarias y secundarias para la satisfacción de las necesidades vitales. Tecnologías críticas primarias: para la alimentación (agricultura, ganadería, agroalimentarias); vestimenta (hilado, tejido, confección, calzado); vivienda (materiales, tecnologías asociadas a la construcción); salud (agua potable, cloacas, medicina); comprensión del mundo (educación); relación social (libros, revistas, periódicos, teléfonos, radio, televisión, Internet); seguridad personal (armas, fuerzas de seguridad, leyes). Tecnologías críticas secundarias: materiales (minería, siderurgia, petroquímica); infraestructura (vías y medios de transporte); energía (combustibles, electricidad, celdas de hidrógeno, solar, eólica); de procesamiento de información (electrónica, informática); servicios esenciales (transporte público de pasajeros y cargas, provisión de agua potable, recolección de residuos, electricidad, gas, telefonía, radio).

Cultura y tecnologías

La cultura. La difusión cultural. Las preguntas de McLuhan sobre las tecnologías. La domesticación del caballo. Las culturas ecuestres: los primeros jinetes; los tehuelches y araucanos. La funcionalidad de la cultura. La cultura del gaucho. La clase de personas que genera la sociedad de consumo. Cambio tecnológico y cambio social. La idiosincrasia argentina: denigración del trabajo; priorización de la diversión; improvisación; desvalorización del conocimiento y del tiempo; evasión de las responsabilidades; culto de las apariencias; amiguismo; oportunismo; envidia; creatividad.

Comercialización de las tecnologías

Tecnologías satisfactoras de necesidades básicas. La comercialización de las tecnologías. La ley de la oferta y la demanda: formulación de Adam Smith. La publicidad. Casos en que no se cumple la ley de la oferta y la demanda: falta de poder adquisitivo; monopolios y oligopolios; subsidios. Lealtad profesional y comercial. Defensa del consumidor. La Organización Mundial de Comercio y el proteccionismo de los países industrializados. ALCA y Mercosur.

Elecciones técnicas

Elecciones técnicas usuales. Formulación de requisitos. Principios de funcionamiento. ¿Innovación tecnológica u obsolescencia planificada?. Manuales y garantías. Comparación de alternativas. Técnicas de elección. Tecnologías apropiadas. Elección de un electrodoméstico. Audiencias técnicas. Las elecciones técnicas como didácticas específicas de la Educación Tecnológica.

Finalidades y costos externos de las tecnologías: aspectos sociales

Las finalidades de las actividades tecnológicas. Políticas tecnológicas. El auge de la economía. Globalización. Impactos étnicos, sociales y culturales de las actividades tecnológicas. La sociedad de consumo y la democracia. La obsolescencia planificada. Las tecnologías como símbolos. Armamentos y dominación. La incompatibilidad y la obsolescencia planificadas. La plusvalía y la desocupación. Algunos dilemas ético-tecnológicos: lo individual vs. lo colectivo; la

eficiencia intrínseca vs. la extrínseca; ser vs. tener; bienestar material vs. espiritual...

Finalidades y costos externos de las tecnologías: aspectos ambientales

Costos internos y externos de las actividades tecnológicas. Los estudios de impacto ambiental. Efectos planetarios: la deforestación; la desertificación; el problema del agua potable; el calentamiento global; la disminución de la capa de ozono; las lluvias ácidas; la extinción de especies animales y vegetales. Tecnologías apropiadas. Modelos de desarrollo. El desarrollo sustentable. El reciclado. La internalización de los costos externos. Hacia la satisfacción generalizada de las necesidades humanas vitales.

Factores del desarrollo tecnológico

El mercantilismo. La Revolución Industrial. Situación social, económica, política y técnica de la época. Surgimiento y ascenso al poder de la burguesía. El ludismo. El capital industrial. Fabricación de bienes y prestación de servicios. Organización y administración de tareas. Distribución. Factores del desarrollo: político – económicos (colonialismo, explotación económica y dependencia económica); raciales (racismo); geográficas o naturales (ventajas comparativas naturales, la domesticación de plantas y animales autóctonos, caso de Argentina); culturales del desarrollo (las teorías de Weber y Harrison). Términos de intercambio. Casos de industrialización: Japón; un caso colombiano; un caso argentino (Gatic).

El desarrollo sustentable

Modelos de desarrollo. Recursos renovables: la fertilidad de la tierra. Recursos no renovables. Impactos ambientales: erosión, deforestación, contaminación de las aguas y el aire, la lluvia ácida, la protección de especies. Las cargas sobre el planeta: la capa de ozono, el calentamiento global. Desarrollo deseable y desarrollo sustentable. Tecnologías apropiadas. El desarrollo sustentable en la escuela : el reciclado.

Estructuras y sistemas

Estructuras portantes usuales: edificios (de bloques, prefabricados, de vigas y columnas, domos geodésicos); esqueletos; chasis y armazones. Concepto abstracto de estructura: elementos y relaciones. Estructuras espaciales: polígonos regulares y arquimedeanos; el icosaedro truncado y el domo geodésico. Estructura de algunos objetos comunes: la red vial. Propiedades emergentes: el arco romano. Estructuras conceptuales. Estructuras sintácticas. Diagramas de Venn. Estructuras jerárquicas: árboles.

Didáctica de la Educación Tecnológica

Propuesta de ejes curriculares: la resolución de problemas prácticos; la priorización de las necesidades vitales; la consideración de los costos externos sociales y ambientales. El problema del cambio tecnológico. Didácticas específicas: especificaciones técnicas, análisis de objetos técnicos; aprendizaje de una técnica; fabricación artesanal de objetos; diseño de objetos; evolución de

una tecnología; elecciones técnicas. El proyecto técnico como culminación de las didácticas específicas: la importancia del trabajo autónomo. Lo que debe saber el docente y lo que debe saber el niño. La transversalidad de las tecnologías. La organización del taller y el aula taller. La organización del trabajo en el aula. Proyectos técnicos sin taller.

Las tecnologías en Argentina

Las ventajas comparativas naturales de Argentina. La ganadería: vaquerías, rodeos, saladeros, estancias y frigoríficos. El problema del transporte: de la carreta al ferrocarril y los camiones; los fletes y los barcos de acero a vapor. La agricultura: el auge de la producción triguera y la introducción de la soja. La industrialización de Argentina: la sustitución de importaciones; el estado empresario (YPF, Fabricaciones Militares, IAPI, Gas del Estado, nacionalización de los servicios esenciales). La desindustrialización. Las privatizaciones.

San Carlos de Bariloche, julio de 2003.