



**Organización
de Estados
Iberoamericanos**

Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

Revista Iberoamericana de Educación
Número 18 - Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación

Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología

Germán Darío Rodríguez Acevedo (*)

(*) Germán Darío Rodríguez Acevedo es coordinador del Programa de Educación en Tecnología del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

La dimensión educativa de la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad presenta matices muy diversos y complejos, producidos, por una parte, desde el campo específico de los estudios CTS que han permitido abrir la discusión acerca de las implicaciones de la ciencia y la tecnología en el contexto social y, por otra, desde la enseñanza de la ciencia que viene incorporando paulatinamente discusiones sobre el papel que debe jugar la ciencia en la sociedad. Ahora bien, desde una concepción más amplia de la tecnología, un nuevo actor en el escenario se abre paso, la Educación en Tecnología, que gracias a involucrar en la actividad escolar tanto los aspectos técnicos como los culturales de la tecnología en una deseable

relación teórico-práctica, constituye una prometedora contribución a la desmitificación y democratización de la ciencia y la tecnología.

1. Introducción

Tal vez uno de los fenómenos más relevantes del mundo contemporáneo es el inusitado valor que ha adquirido el saber, como condición indispensable para el desarrollo de los pueblos. Según Toffler¹, vivimos en una sociedad del conocimiento, caracterizada porque la base de la producción son los datos, las imágenes, los símbolos, la ideología, los valores, la cultura, la ciencia y la tecnología. El bien máspreciado no es la infraestructura, las máquinas y los equipos, sino las capacidades de los individuos para adquirir, crear, distribuir y aplicar creativa, responsable y críticamente (con sabiduría) los conocimientos, en un contexto donde el veloz ritmo de la innovación científica y tecnológica los hace rápidamente obsoletos.

No son necesarias elucubraciones para comprender el desafío que los anteriores planteamientos hacen a la educación en general. El modelo educativo mundial entró en crisis y las naciones más desarrolladas del planeta hacen esfuerzos, desde diversos sectores, para mejorar cualitativamente los sistemas de formación tanto de los niños y niñas como de los adultos, aún de aquellos que ya han cursado los estudios formales básicos o los profesionales y avanzados.

Es por esta razón, como sugiere el título del presente artículo, que la temática Ciencia, Tecnología y Sociedad se enfocará desde la mirada genérica de la Educación en Tecnología y no se enmarcará específicamente en el esquema CTS, aunque se debe entender que hablar de Educación en Tecnología implica relacionar, en el marco del contexto educativo, la ciencia, la tecnología y las profundas implicaciones sociales de ambas, con las posibilidades de un trabajo escolar integral y significativo para los estudiantes.

En efecto, la dinámica de la Educación en Tecnología conjuga aspectos técnico-científicos, culturales y valorativos, que en su desarrollo escolar la habilitan como un poderoso instrumento de integración curricular y como una interesante contribución al logro de fines educativos.

Hoy, cuando el deseo de contar con escuelas que brinden conocimientos y comprensión a un gran número de estudiantes con capacidades e intereses diversos, provenientes de medios culturales y familiares distintos, choca con la realidad de las escuelas en los diferentes lugares urbanos y rurales donde los maestros enseñan y los alumnos aprenden como hace dos décadas; hoy, *ad portas* del tercer milenio —cuando los medios tecnológicos traducidos en computadores, discos compactos, multimedia, realidad virtual, telecomunicaciones, superautopistas de información—, la educación permanece

fiel a su práctica tradicional. Hoy, cuando se requiere una escuela informada, dinámica, reflexiva, que posibilite la retención del conocimiento, la comprensión del conocimiento y el uso sabio de éste por parte de los estudiantes, la Educación en Tecnología tiene mucho que decir.

2. ¿De cuál Tecnología hablamos

*«El hombre no es la más majestuosa de las criaturas. Antes incluso que los mamíferos, los dinosaurios eran decididamente más espléndidos. Pero él posee algo que los demás animales no tienen: un caudal de facultades que por sí solo, en más de tres millones de años de vida, le hizo creativo. Cada animal deja vestigios de lo que fue; sólo el hombre deja vestigios de lo que ha creado» (Jacobo Bronowski: *El ascenso del hombre*).*

2.1. Aproximación histórica

Hace dos millones de años una criatura un poco oscura y perdida en el tiempo (*Australopitecus Africanus*), carnívora, según las evidencias encontradas por Richard Leakey, se encuentra ante dos problemas concretos que resolver: el primero parte de una necesidad vital, el segundo es un requerimiento social.

La necesidad está relacionada con su dieta alimenticia a base de carne, alimento que requiere ser macerado para su posterior ingestión; así, estos «casi» hombres y mujeres inventan (conciben y producen) una herramienta de piedra diseñada tecnológicamente y la elaboran técnicamente mediante el procedimiento de afilado de los cantos a base de golpes (el cuchillo de sílice). La fuerza del invento es colosal², tanto, que durante un millón de años más no cambió significativamente.

El requerimiento tiene que ver con la máxima edad de vida del *Australopitecus* (20 años se calcula), lo cual produjo en el núcleo social la presencia de muchos huérfanos en edades infantiles que debieron ser adoptados, cuidados y «educados» por la comunidad (Bronowski, 1983). La solución al problema no es tangible pero es un instrumento tecnológico, representado por la organización de la comunidad para cumplir un propósito particular, la primera estrategia escolar, que, como en el caso de las estrategias de caza y otras formas de organización desarrolladas por nuestros antecesores prehistóricos, reafirman el potencial tecnológico humano.

Un millón de años después del *Australopitecus*, dicen los antropólogos, se puede hablar del hombre. Uno de los factores más determinantes de la diferenciación entre el «casi hombre» y el género hombre, a juicio de los investigadores, es el uso de herramientas. Parece una situación trivial: hombres y mujeres que usaban herramientas; sin embargo, esta premisa es incompleta, porque no es solamente el uso de herramientas sino el diseño (invención, concepción y producción de las mismas), el verdadero hito. Hombres y mujeres de hace un millón de años, criaturas pequeñas frente a animales colosales, seres débiles frente a fieras

dotadas de garras y dientes. En esta situación la necesidad concreta de defensa es vital; una piedra se convierte en proyectil y un leño en arma contundente. ¿Producto del puro instinto? Se cree que no. Allí hay un acto poético³ basado en la competencia humana de prefigurar las acciones, de generar ideas y de crear.

De plano esto nos debe llevar a mirar el cuchillo de sílice (y otros instrumentos creados por el hombre prehistórico) con un profundo respeto. En efecto, es un instrumento tecnológico portentoso. Forma, estructura y función están allí conjugados armoniosamente para proporcionar la solución a un problema vital cuyo centro es el hombre (el casi hombre que lo inventó). No había allí postulados teóricos, ni modelos explicativos, ni hipótesis de trabajo. Sólo un problema concreto, un cerebro de 800 centímetros cúbicos, un medio agreste pero rico en materiales, un conjunto de ideas basado en la experiencia cotidiana, y la chispa creativa que haría de estos «casi» hombres los seres que transformaron el medio natural en ambientes artificiales cruzados por la omnipresencia de la tecnología.

Ahora bien, la producción tecnológica es inherente al hombre mismo. El *homo faber* no puede ser distinguido del *homo sapiens*. El hombre se convirtió en una criatura pensante en virtud de su capacidad de construir y, a su vez, lo construido hizo al hombre un ser pensante. En efecto, en el último millón de años el género humano introdujo significativos cambios en los instrumentos, producto de la evolución de la mano y del perfeccionamiento del cerebro. El individuo se convirtió en una criatura biológica y culturalmente más refinada y, por ende, los productos de su talento fueron cada vez más funcionales y de calidad, de lo cual hay evidencias contundentes que permiten reafirmar la capacidad tecnológica de los hombres y mujeres prehistóricos.

El sentido de hablar de los útiles de piedra, que son los artefactos más antiguos que se conservan, es porque se encuentran al comienzo de una serie de productos del esfuerzo humano deliberado, articulados y continuos, que no se ha roto nunca. La tecnología de la piedra ejerció una duradera influencia en los posteriores útiles de metal y aún en las herramientas más modernas y conocidas, como el martillo, la sierra y el hacha, al igual que instrumentos eléctricos y neumáticos conservan principios y movimientos subyacentes en los primeros productos de piedra.

El propósito de lo expuesto no es otro que el de replantear la concepción bastante generalizada sobre la tecnología como entidad subordinada con respecto a la ciencia. La producción de un artefacto (el objeto físico tridimensional) es el resultado de la creatividad y del esfuerzo intelectual humano, e involucra conocimientos y saberes no supeditados a la existencia previa de un argumento científico:

«La tecnología es tan antigua como la humanidad. Existía mucho antes de que los científicos comenzaran a recopilar los conocimientos que pudieran utilizarse en la transformación y control de la naturaleza. La manufactura de útiles de piedra, una de las más primitivas tecnologías conocidas, floreció

hace cerca de dos millones de años antes del advenimiento de la mineralogía o la geología. Los creadores de cuchillos y hachas de piedra tuvieron éxito porque la experiencia les había enseñado que ciertos materiales y técnicas arrojaban resultados aceptables, mientras que otros no. Cuando tuvo lugar el tránsito de la piedra al metal (la primera evidencia de la transformación del metal data del año 6000 a.C.), los primeros trabajadores del metal siguieron, igualmente, fórmulas de naturaleza empírica que les proporcionaban el cobre o bronce que buscaban. Hasta finales del siglo XVIII no fue posible explicar los procesos metalúrgicos simples en términos químicos, e incluso hoy en día subsisten procedimientos en la moderna producción de metales cuya base química exacta se desconoce».

«Además de ser más antigua que la ciencia, la tecnología, no auxiliada por la ciencia, es capaz de crear estructuras e instrumentos complejos. ¿Cómo podría explicarse si no la arquitectura monumental de la Antigüedad o las catedrales y la tecnología mecánica (molinos de viento, bombas de agua por rueda, relojes) de la Edad Media? ¿Cómo si no podríamos explicar los muchos logros brillantes de la antigua tecnología china?» (George Basalla, 1991).

2.2. Aproximación conceptual

En la base de la discusión sobre la temática Ciencia, Tecnología y Sociedad se encuentran las diferentes concepciones sobre tecnología, ciencia, técnica, conocimiento científico, conocimiento tecnológico, conocimiento técnico, conocimiento empírico y sus correspondientes implicaciones en el contexto social. De hecho, las consideraciones, percepciones, argumentaciones y opiniones que un conglomerado social tenga sobre las anteriores categorías, marcará la razón, el ser y el sentido de la dimensión educativa de la temática Ciencia, Tecnología y Sociedad. Por esta razón, en primera instancia y sin pretender ser exhaustivo, en el presente artículo se parte de una aproximación conceptual a la tecnología y sus relaciones con la técnica y la ciencia, reflexión pertinente y base que sustenta la posterior concepción de Educación en Tecnología.

2.2.1. Acerca de la Tecnología

Una de las más relevantes características de nuestros tiempos es la incuestionable importancia de la tecnología en todos los ámbitos sociales. Ya sea en pro, en contra o en posiciones intermedias, desde la tecnofilia o desde la tecnofobia o aun pretendiendo ser indiferentes, la gente tiene que ver con ella. Aunque las definiciones de tecnología son numerosas y las concepciones son disímiles y hasta contradictorias, se considera como factor clave en el logro o no de metas y fines de índole social, cultural económico y político.

La idea social en relación con la tecnología se ubica en innumerables contextos donde sus aplicaciones o productos son venerados por considerarse socialmente

útiles, o maldecidos por los impactos en el ambiente. Es así como toda la producción humana de instrumentos traducidos en artefactos, sistemas y procesos mirados desde el mismo momento en que el hombre se puede considerar hombre hasta nuestros días, está mediada por la discusión sobre el ser, la razón y el sentido de la tecnología.

Tecnología es un término polisémico y con múltiples interpretaciones. Su uso cotidiano y corriente es tal, que se ha llegado a su intercambiabilidad con los términos técnica y ciencia, situación que a la postre dificulta la discusión sobre el sentido de la Educación en Tecnología.

En la mentalidad popular, el término tecnología es sinónimo de máquinas, cosas modernas o novedosas, inventos y, en general, toda la gama de productos tangibles que rodean al hombre. Por esta razón la pregunta ¿de cuál tecnología estamos hablando?, resulta a todas luces pertinente (nada fácil de responder) y aplicable también a la ciencia y a la técnica.

Una primera aproximación al término tecnología permite encontrar algunas explicaciones del porqué del uso a veces indiscriminado de la palabra técnica como sinónimo de tecnología. En efecto, el significado etimológico de la palabra técnica es la *techné* griega, a la que se refiere Platón para diferenciar las actividades desarrolladas con base en el conocimiento derivado de la relación directa con los objetos de aquellas que exigen fundamentación para realizarlas. Aristóteles es más preciso al afirmar que *techné* es una aptitud para captar discursivamente, es decir, exigiendo un fundamento explícito o explicitable y mediante razonamiento la verdad de una producción. Quien está en la *techné* puede dar respuesta discursiva y argumentativa en forma oral y escrita.

No obstante lo anterior, en la sociedad contemporánea es común considerar la técnica desde una concepción procedimental, más cercana a la definición de artesanía (del *ars* latino), cuya base es el método y la capacidad para desarrollar ciertas actividades a partir de la experiencia y la relación práctica con los objetos.

A su vez, en la concepción griega del mundo existe una clara diferencia entre la *episteme* contemplativa y la *techné* utilitaria. La ciencia pura es *theoría*, contemplación desinteresada de las esencias. El elemento de la ciencia es el *logos*, el pensamiento especulativo y no la materia sensible.

A partir del siglo XVII la ciencia toma un rumbo más terrenal con una actitud más técnica y se posibilita la interacción entre las dos. Galileo Galilei convierte un instrumento de asombro (el catalejo de Flandes) en un instrumento de navegación y, posteriormente, en otro de investigación con el cual logra hacer los primeros dibujos de la luna y otros experimentos y observaciones astronómicas que marcaron un hito en la historia de la humanidad. El trabajo de Galileo permitió asociar estrechamente el aspecto teórico con el práctico a través del experimento. Así, un producto de la tecnología de la época (el catalejo) fue la base para el

desarrollo de la ciencia experimental; de aquí en adelante no habría ciencia sin tecnología ni tecnología sin ciencia.

Ahora bien, hoy en día el común de la gente asocia el término tecnología con artefactos o instrumentos sofisticados como los computadores y las naves espaciales. Algunas definiciones parten de la estructura etimológica de la palabra y la presentan como el estudio de las técnicas, de las herramientas, de las máquinas, de los materiales (el *logos* de los productos técnicos). Otras la conciben como dependiente de la ciencia o como aplicación del conocimiento científico a fines prácticos, o como el estudio de las ciencias aplicadas con particular referencia a los diversos procedimientos para la transformación de las materias primas en productos de uso o de consumo (la ciencia de la aplicación del conocimiento a fines prácticos, la ciencia aplicada).

Desde otras ópticas, se define la tecnología como «la manera de hacer las cosas, el cómo se hacen las cosas», agregando el porqué se hacen. También se encuentran definiciones que enfatizan sobre los propósitos de la tecnología, describiéndola como «el intento racional y ordenado de los hombres para controlar la naturaleza».

Definiciones más amplias hablan de la tecnología como del factor creativo del proceso de producción de cuanto cosa ha desarrollado el hombre; como del hecho cultural básico de nuestra especie, la productividad del trabajo; como del intento del hombre por satisfacer sus requerimientos a través de su acción sobre objetivos físicos.

En síntesis, este breve panorama sobre las concepciones de la tecnología permite evidenciar algunos puntos recurrentes y tal vez imprescindibles en una concepción amplia de tecnología. Hombre, cultura, saberes, requerimientos y necesidades, trabajo e instrumentos, se encuentran de alguna manera mencionados en la concepción de tecnología, donde la invención es un factor clave y la creatividad corresponde a una actividad tanto individual como social.

En este orden de ideas y no como punto final sino como punto de partida en el posterior abordaje del tema educativo, en este artículo se asume la tecnología como el conjunto de saberes inherentes al diseño y concepción de los instrumentos (artefactos, sistemas, procesos y ambientes) creados por el hombre a través de su historia para satisfacer sus necesidades y requerimientos personales y colectivos.

2.2.2. El conocimiento técnico y tecnológico

De las anteriores premisas se deduce que el conocimiento implicado en la técnica y en la tecnología es diferente. En el caso de la técnica el eje fundamental es la experiencia previa acumulada, lograda a través del tanteo y de los éxitos y fracasos, experiencia que no puede ser comunicada en forma oral o escrita sino a través de la actividad misma: «*El conocimiento técnico en cuanto conocimiento*

empírico es de carácter más experimental que práctico instrumental. Lo empírico o empiria no es sólo la práctica o experiencia simple, sino esencialmente la observación, la experimentación, la medición, la conceptualización o razonamiento, como condiciones para la transformación de la práctica. La reducción de lo empírico a lo práctico, a la experiencia simple, a lo instrumental, refleja una inadecuada utilización del concepto de empiria o una subvaloración del conocimiento práctico, derivada de la desigual división social entre el trabajo práctico y el de índole intelectual» (Gómez, V.M., 1993).

El conocimiento tecnológico, por su parte, tiene atributos reflexivos que fundamentan la actividad, lo cual le proporciona una base argumentativa que permite su explicación. El conocimiento tecnológico demanda una relación teoría-práctica indisolubles, el acopio permanente de información que permite nuevas formas, nuevas técnicas, nuevos resultados. Es sobre todo interdisciplinar, lo cual le permite redefinir sus dominios e incluso crear otros. Es propio del conocimiento tecnológico transformarse constantemente. La reflexión en el conocimiento tecnológico es doble: por una parte, la causalidad y la verdad de una producción; por otra, las posibles y distintas alternativas para obtener esa producción (la transformación tecnológica). El conocimiento tecnológico es creatividad, lo que no impide buscar nuevos espacios aun sin antecedentes previos.

2.3. La ciencia y la tecnología (relaciones)

Pese a que el mito de la divinidad de la ciencia comienza a desvanecerse y a que la humanidad está viviendo un período de profundas transformaciones que van contra la fe ciega en la ciencia que cuestiona sus atributos y cualidades sobrehumanas, en las puertas del tercer milenio persiste la imagen social de la ciencia como un ente superior con atributos de infalibilidad, objetividad y neutralidad, reservado a seres privilegiados elegidos por sus especiales cualidades intelectuales, dedicados toda su vida al estudio, encerrados en laboratorios y ataviados con batas blancas y aire circunspecto: los sacerdotes del saber, los científicos, los dueños del conocimiento superior.

A pesar de que a partir del siglo XVI la ciencia moderna se va afirmando y el encuentro de la *Theoría* con la *Praxis* se hace realidad, «*en la imagen tradicional o <concepción heredada> de la ciencia, ésta constituye fundamentalmente una actividad teórica cuyo producto son las teorías científicas*» (López Cerezo, 1996).

Tanto el saber teórico como el práctico son productos del conocimiento y se van construyendo paso a paso en la interacción social. Estos saberes son el legado cultural de las sociedades y están en permanente construcción y reconstrucción. La ciencia y la tecnología son productos históricos y saberes sociales, organizados y sistematizados, en continua creación. Hoy en día, el saber científico y el saber tecnológico se interrelacionan mutuamente; podría afirmarse que la tecnología está «cientifizada» y la ciencia «tecnologizada»; sin embargo, en la construcción

de la ciencia y la tecnología subyace una especialización del saber teórico y del saber práctico.

Los saberes se construyen en el proceso de solución de problemas. Los conocimientos tanto teóricos como prácticos aplicados en la interpretación y transformación del entorno configuran los saberes científicos y tecnológicos, y proporcionan desde sus respectivas intencionalidades modelos de solución de problemas.

A continuación se consignan dos tablas que permiten ilustrar las relaciones y diferenciaciones entre la ciencia y la tecnología según sus intencionalidades en la solución de problemas (tomadas de la ponencia presentada por el profesor J.R. Gilbert, del Departamento de Educación Tecnológica y Científica de la Universidad de Reading, Gran Bretaña, en el IV Congreso Internacional sobre investigación de la didáctica de las Ciencias y la Matemática, Barcelona 1993):

Ciencia y Tecnología como ejemplos de solución de problemas

Modelo General de solución de problemas	Proceso Científico	Proceso Tecnológico
Entender el problema	Fenómeno natural	Determinar la necesidad
Describir el problema	Describir el problema	Describir la necesidad
Considerar soluciones alternativas	Sugerir hipótesis	Formular ideas
Elegir la solución	Seleccionar hipótesis	Seleccionar ideas
Actuar	Experimentar	Hacer el producto
Evaluar el producto	Encajar hipótesis/datos	Probar el producto

Diferencias entre la Ciencia y la Tecnología

Ciencia	Tecnología
PROPÓSITO: Explicación	PROPÓSITO: Producción
INTERÉS: Lo natural	INTERÉS: Lo artificial
PROCESO: Analítico	PROCESO: Sintético
PROCEDIMIENTO: Simplificación del fenómeno	PROCEDIMIENTO: Aceptar la complejidad de la necesidad
RESULTADO: Conocimientos generalizables	RESULTADO: Objeto particular

2.4. Las nuevas tecnologías

El término nuevas tecnologías ha sido relacionado únicamente con los avances en telecomunicaciones e informática; sin embargo, abarca mucho más. Antes que los desarrollos en comunicaciones e informática, existe una base de saberes tecnológicos que no son tan nuevos (aunque muchos de sus productos sí lo sean) y que forman parte de la plataforma sobre la cual avanza el desarrollo y la producción de bienes y servicios.

Los avances en tecnología que se expresan socialmente como «nuevos» tienen su historia y no aparecen repentinamente; pasaron por el campo de las competencias más elementales y por la maduración cultural y cognitiva. Las llamadas nuevas tecnologías están caracterizadas por la extrema rapidez de su evolución y por su potente impacto transformador de la estructura social, pero han sido posibles gracias a la capacidad humana de evocar, aprender y construir conocimiento.

En la base del conocimiento tecnológico actual predominan algunos campos particulares de expresión de la tecnología, sobre los cuales hay consenso en ser considerados como tecnologías de punta o nuevas tecnologías. Estos son:

- Microelectrónica,
- Biotecnología,
- Nuevos materiales,
- Tecnología química,
- Mecánica de precisión.

La microelectrónica es considerada como la plataforma de toda la revolución tecnológica actual. Esta tecnología ha sido normalmente relacionada con la presencia de aparatos, equipos, dispositivos y demás elementos denominados electrónicos. Como su nombre indica, microelectrónica es un término referido a los microcomponentes de los artefactos, en particular a los microconductores (diodos, transistores, circuitos integrados), los cuales han experimentado un acelerado proceso de evolución y miniaturización desde aquellas voluminosas y quemantes válvulas de las viejas radios de tubos (las más pequeñas ocupaban un volumen de 20 centímetros cúbicos), hasta los transistores (los primeros ocupaban un volumen de entre 1 y 4 centímetros cúbicos, mientras que los actuales están en el orden de un billonésimo de centímetro cúbico), y de ahí a los circuitos integrados.

La **Biotecnología** es tal vez uno de los campos de la tecnociencia más polémicos y sensibles para la sociedad, debido a las implicaciones éticas y morales que lo acompañan. La manipulación de la vida y de los factores bioquímicos, la intervención en la estructura genética de los seres vivos, la conquista del genoma de una especie y su posibilidad de colonización con otra —lo cual permite crear seres transgénicos—, es una realidad que en muchos produce pavor y en otros optimismo. El avance de la Biotecnología permitirá en poco tiempo tener un mapa completo del genoma humano, con lo cual se podrán predecir enfermedades y

evitar su aparición, pero también se abre camino a la eugenesia, una verdadera amenaza para la raza humana.

Ingeniería genética, anticuerpos monoclonales, mejoramiento de especies, micropropagación, fertilidad y procreación asistida, bioquímica y bioindustria, tratamiento biológico de residuos peligrosos, entre otros, son términos relacionados con la actividad biotecnológica. Sus consecuencias e impacto social son ineludibles. Temas provocadores que deben estar presentes en la escuela como fuente indiscutible de reflexión.

Nuevos materiales es un término relacionado con un grupo de productos que están en la base de los nuevos desarrollos de la estructura industrial. Son el resultado de combinar o asociar materiales convencionales a través de nuevos procesos de producción, en procura de la optimación de las propiedades físico-químicas.

La obtención de aceros con grados de resistencia inimaginables, menor peso y más eficientes procesos de producción; aleaciones especiales superlivianas y superresistentes; materiales refractarios y cerámicos; fibras ópticas, polímeros, materiales reforzados y superconductores; todos ellos son ya una realidad en la industria del transporte automotriz, en la de carga pesada, en la aeroespacial, en las telecomunicaciones, en la medicina y en la construcción, sustituyendo a los de uso tradicional y creando perspectivas para nuevos usos y aplicaciones y, a su vez, nuevas combinaciones y materiales.

La **tecnología química** supera la tradicional concepción de la química como un laboratorio, con sus respectivos tubos de ensayo y su quemador de gas. La tecnología química se ocupa de las reacciones químicas en condiciones industriales y a escala comercial. Sus presupuestos se basan en criterios de precio y economía de energía. También se ocupa del diseño y producción de equipos y dispositivos apropiados para los fines respectivos.

Reactores químicos, catalizadores, reactores de lecho fluido, procesos de membranas, lavado de gases, destilación de sustancias, extracción, fermentación, son expresiones propias de la tecnología química un poco extrañas y lejanas al común de la gente. Sin embargo, están detrás del combustible de los vehículos, de la pintura doméstica, del proceso de diálisis para tratar a los enfermos renales, de la producción de refrescos y gaseosas, de las chocolatinas, los jabones y demás productos de limpieza casera.

La química fina también forma parte de la tecnología química y se refiere a la creación de una gran variedad de productos de alto costo que requieren un elevado nivel de sofisticación tecnológica y que se obtienen en pequeñas cantidades. En esta categoría se encuentran los precursores de medicamentos y fármacos.

El tema de la **mecánica de precisión** podría ser análogo al de la microelectrónica (guardadas las proporciones), en atención a que está relacionado también con el diseño y producción de componentes y piezas micrométricas que, en razón de su función, estructura y forma, requieren procesos de producción distintos a los de la mecánica convencional. El componente metrológico en la mecánica de precisión es medular. Superficies con grados de pulimento especulares, ensambles con exigencias de precisión extremadas y elementos que jamás podrían ser producidos en máquinas-herramienta con desprendimiento de viruta, son propios del tema de la mecánica de precisión. Metrología dimensional, graduación de superficies mecánicas y análisis experimental de tensiones, son campos propios de la actividad tecnológica en mecánica de precisión. También sus productos están muy cerca de nosotros: en las cabezas tipográficas de la máquina impresora, en los motores de paso, en las cabezas de grabación de las videograbadoras, etc.

Estos campos de expresión de la tecnología, a los cuales podríamos denominar como básicos, se hallan presentes en los cimientos de la producción tecnológica de nuestra era. Algunos de ellos están fuertemente interrelacionados e incluso su avance se ha producido en virtud del desarrollo de otros. La microelectrónica ha sido posible gracias al descubrimiento de los semiconductores; los adelantos en Biotecnología no se habrían alcanzado sin el microscopio electrónico que, a su vez, se apoya en los avances en mecánica fina. La máquina más ubicua, famosa y necesaria de la actualidad (el computador) es producto de la combinación de nuevos materiales, microelectrónica y mecánica de precisión. Por otra parte, el computador insertado en los procesos automáticos asume el control de muchas tareas peligrosas y fatigantes para el hombre, con lo cual nos encontramos con el mundo de la robótica; en el pináculo está la conjugación de estas tecnologías con la biotecnología y obtenemos la biónica, que ya no es ciencia ficción. De aquí al cyborg sólo habrá que esperar un tiempo.

«La simbiosis hombre-máquina tendrá un aire muy diferente a aquel en el que el ser humano es considerado como un elemento del sistema mecánico, o la máquina como un componente del sistema humano. Todo modelo que da prioridad a la máquina lo llamo <cyborg>; aquel que da prioridad al ser humano lo llamo <prótesis>. [...]. El concepto de cyborg sigue el punto de vista del ingeniero; el de prótesis, el punto de vista del médico [...]. La noción de cyborg se refiere a un sistema coordinado hombre-máquina con el fin de encajar aquello que ni el uno ni el otro podrán realizar separadamente [...]. El concepto de prótesis se refiere a los instrumentos, mediante los cuales una función determinada del organismo humano es, al menos parcialmente, restaurada [...]. <Cyborg> señala la inferioridad del hombre respecto a la máquina; <prótesis> el servicio de la máquina para beneficio del hombre [...]. Así, el primero podría ser llamado <deshumanizante> de seres humanos, el segundo <humanizante> de máquinas. En resumen, en el caso de una prótesis, la máquina compensa una deficiencia del organismo humano, mientras que en el caso del cyborg el organismo humano compensa un vacío en la máquina (E. Birne, en P.T. Durbin (ed.), «Humanization

of Technology: slogan or ethical imperative», pp. 152 ss). (Tomado de El paradigma Bioético. Una ética para la tecnociencia. Gilbert Hottois, 1991).

3. Marco referencial para la Educación en Tecnología

El presente apartado contiene de alguna manera toda la esencia y significado de la Educación en Tecnología como aporte práctico al trabajo escolar sobre la relación ciencia, tecnología y sociedad. En atención a que en los acápites anteriores se hizo una mirada histórica y conceptual del término tecnología, veamos ahora de manera somera algunas de las implicaciones de la educación desde la óptica que nos ocupa.

3.1. De la educación

Una de las funciones sociales más importantes de la educación es la de dotar a las generaciones jóvenes del repertorio de capacidades que les permitan desempeñarse con propiedad en la sociedad productiva. Sin embargo, las profundas y vertiginosas transformaciones sociales hacen que esta función de la educación se haga extensiva a todos los individuos sin importar su edad. Una educación para toda la vida con sus ventajas de flexibilidad, diversidad y accesibilidad en el espacio y en el tiempo, que vaya más allá de la distinción entre educación básica y educación permanente y proporcione a los individuos competencias de orden genérico adaptables a los cambios en los entornos tanto productivos como cotidianos, es una de las llaves del siglo XXI (UNESCO, 1996).

El mundo ha llegado a niveles de complejidad inimaginables y, con ello, aparecen retos y desafíos jamás pensados. Para afrontar estos retos y desafíos, los individuos no sólo necesitarán una base considerable de conocimientos significativos, sino tal vez, lo más importante, una gran capacidad para aplicarlos convenientemente. Los cambios son tan rápidos que ya no es posible, como en otros tiempos, aprender lo suficiente en unos años de educación formal para estar preparado para la vida. Se requiere una educación a lo largo de toda la existencia; ésta «no es un ideal lejano, sino una realidad que tiende cada vez más a materializarse en el ámbito complejo de la educación, caracterizado por un conjunto de mutaciones que hacen esta opción cada vez más necesaria. Para organizar este proceso hay que dejar de considerar que las diversas formas de enseñanza y aprendizaje son independientes y, en cierta manera imbricadas, si no concurrentes y, en cambio, tratar de realzar el carácter complementario de los ámbitos y los períodos de la educación moderna» (UNESCO, 1996).

Uno de los problemas más serios que afrontan tanto los jóvenes como las generaciones mayores tiene que ver con la organización mental requerida para comprender la complejidad y profundidad del mundo actual. Si reflexionamos sobre el hecho de que la mayor parte del conocimiento humano ha sido logrado en

este siglo y sobre todo en los últimos treinta años, debemos considerar que la educación, en su lento proceso de adaptación, ha entrado en franca obsolescencia.

Con el fin de ilustrar lo expresado anteriormente e intentar comprender la dimensión del problema, resulta pertinente traer a colación un interesante ejercicio planteado por Carl Sagan⁴, según el cual si comprimimos los quince mil millones de años de vida que se le asignan al universo al intervalo de uno solo de nuestro actual calendario, resultaría que cada mil millones de años de la historia de la tierra equivaldrían a unos veinticuatro días de este hipotético año cósmico, y un segundo del mismo año correspondería a 475 revoluciones efectivas de la Tierra alrededor del Sol. De acuerdo con esto, en los meses anteriores a diciembre de ese año hipotético podrían asignarse algunos hitos claves como los siguientes:

El Big Bang (la gran explosión): **1º de enero**
Origen de la Vía Láctea: **1º de mayo**
Origen del Sistema Solar: **9 de septiembre**
Formación de la Tierra: **14 de septiembre**
Origen de la vida en la tierra: **25 de septiembre aprox.**
Formación de las rocas más antiguas conocidas: **2 de octubre**
Época de los fósiles más antiguos conocidos: **9 de octubre**
Diferenciación sexual de los microorganismos: **1º de noviembre aprox.**
Plantas fotosintéticas fósiles más antiguas: **12 de noviembre**
Aparición de las eucariotas (primeras células con núcleo): **15 de noviembre**

El mes de diciembre quedaría como se ilustra a continuación y el 31 de diciembre se darían los siguientes hechos:

Origen del *Procónsul* y del *Ramapithecus* (probables ascendientes del simio y del hombre): **13:30 aprox.**
Aparición del primer hombre: **22:30 aprox.**
Uso generalizado de los útiles de piedra: **23:00**
El hombre de Pekín aprende a servirse del fuego: **23:46**
Empieza el último período glacial: **23:56**
Pueblos navegantes colonizan Australia: **23:58**
Florece el arte rupestre en toda Europa: **23:59**
Invención de la agricultura: **23:59.20**
Cultura neolítica. Primeros poblados: **23:59.35**
Primeras dinastías en Sumeria, Ebla y Egipto. Grandes avances en astronomía: **23:59.50**
Invención del alfabeto. Imperio arcadio. Babilonia y los códigos de Hammurabi. Egipto: imperio medio: **23:59.52**
Metalurgia del bronce. Cultura Micénica. Guerra de Troya. Cultura Olmeca.
Invención de la brújula: **23:59.53**
Reino de Israel. Los fenicios fundan Cartago: **23:59.54**
La India de Asoka. China: dinastía Chin. La Atenas: de Pericles. Nacimiento de Buda **23:59.55**

Geometría Euclidiana. Física de Arquímedes. Astronomía ptolemaica. Imperio Romano. Nacimiento de Jesucristo: **23:59.56**
La aritmética india introduce el número cero y los decimales. Caída de Roma. Conquistas musulmanas: **23:59.57**
Civilización Maya. China: dinastía Sung. Imperio bizantino. Invasión mongólica. Las cruzadas: **23:59.58**
La Europa del Renacimiento. Viajes de descubrimiento de los países europeos y de la dinastía china de los Ming. La ciencia y el método empírico: **23:59.59**
Formidable expansión de la ciencia y de la tecnología. Universalización de la cultura. Adquisición de los medios de autodestrucción de la especie humana. Primeros pasos en la exploración planetaria mediante vehículos espaciales y en la búsqueda de seres inteligentes en el espacio extraterrestre: **Tiempo Presente. Primer segundo del Año Nuevo**

La supervivencia en el marco de cambios tan severos va a exigir capacidades de adaptación, aprendizaje y aplicación de conocimientos muy certeras y posibilitadoras. El peso de la capacidad de toma de decisiones es gigantesco. Hoy en día nos vemos acorralados por argumentos y propuestas que buscan convencernos. Llegan a través de los medios de comunicación y apuntan a diversos propósitos: desde instarnos a comprar determinado producto hasta que votemos por tal o cual candidato. El individuo está sometido al asedio de cientos de voces que tratan de lograr su atención. Moverse con propiedad en estos contextos y resolver con responsabilidad y eficiencia las situaciones planteadas constituye un aspecto de especial importancia en la vida contemporánea. Se requieren capacidades para juzgar la credibilidad de determinadas afirmaciones, de evaluación de productos desde varios puntos de vista, de sopesar pruebas, de valorar la solidez lógica de distintas deducciones, de seleccionar con propiedad una adquisición, de discurrir argumentos; en suma, se requiere una gran capacidad de pensar críticamente. ¿Cómo se consigue esto? ¿Qué papel juega la educación ante estos desafíos? ¿Cómo accedemos a estos aprendizajes?

Botkin (1980) distingue entre dos tipos de aprendizaje que no son excluyentes: el de mantenimiento y el innovativo. El de mantenimiento fue suficiente en el pasado para desempeñarse socialmente con éxito, pero ya no es suficiente. El innovativo es necesario para la supervivencia a largo plazo.

El aprendizaje de mantenimiento, como su nombre indica, se centra en la adquisición de perspectivas, reglas fijas, métodos fijos, habilidades concretas, destinadas todas ellas a hacer frente a situaciones conocidas y constantes. Su fuerza radica en que acrecienta nuestra capacidad para resolver problemas ya existentes. El aprendizaje innovativo insta al sujeto a someter a examen las suposiciones más arraigadas, a buscar nuevas perspectivas. Es un instrumento poderoso ante situaciones de incertidumbre como las que vive la humanidad; no

rehuye los problemas, éstos son oportunidades para reforzar el aprendizaje innovativo; es un aprendizaje para el cambio y la turbulencia.

El aprendizaje de mantenimiento es y seguirá siendo necesario, pero es completamente insuficiente para afrontar los retos del mundo convulsionado por la injusticia, la inequidad y la falta de respeto por el medio ambiente y la vida. Hoy más que nunca el conocimiento no tiene significado si no está dentro de un contexto. He aquí el papel de la educación en general y el sentido particular de hablar de la educación tecnológica como un aporte más en la búsqueda de estos propósitos.

3.2. Acerca de la Educación en Tecnología

El término Educación en Tecnología es relativamente nuevo y las concepciones respecto al mismo son confusas y diversas. Su punto de partida hay que buscarlo en la educación técnica y en la educación científica, más tradicionales y añejas en los sistemas educativos. Sin embargo, aquí conviene hacer una llamada de atención en cuanto a que la Educación en Tecnología no es una mutación de la una o la otra, no es la suma de la una con la otra, ni es una simple sustitución de palabras.

La educación de carácter técnico tiene una existencia centenaria en varias sociedades, con unos objetivos bien definidos: proporcionar capacitación y habilidad para las artes y los oficios, con un enfoque vocacional y una mirada local. Los jóvenes deben prepararse para el desempeño de un oficio productivo dentro de su entorno local, regional o nacional, siempre con la característica ocupacional y de dominio de los artefactos y procesos de producción en sus diversas modalidades. Estas modalidades van desde el ámbito informal de tradición familiar (los padres enseñan a sus hijos el oficio, las madres a sus hijas), hasta las instituciones de formación profesional altamente organizadas y a las escuelas técnicas con sus especialidades y talleres.

No importa el grado de sofisticación organizacional o de infraestructura; la educación técnica se apoya en el esquema de un docente instructor dotado de un conocimiento y de unas habilidades desarrolladas a lo largo del tiempo, que deben ser transferidas a los aprendices de manera directa y claramente prescrita. En términos generales, la premisa fundamental de la educación técnica es la preparación de la gente para una actividad específica del mundo laboral, con el fin de que pueda ganarse la vida.

La educación científica, por su parte —otro ingrediente clave para la Educación en Tecnología—, también tiene una larga tradición, pero muy diferente a la de la educación técnica. A diferencia de ésta, su propósito radica en que las gentes desarrollen una comprensión de los fenómenos de la naturaleza. Su tendencia se dirige a adquirir conceptos sobre los principios y sobre los hechos de la ciencia, y no sobre los caminos y métodos por los cuales se llegó a su descubrimiento.

Mientras la educación técnica se ha preocupado del uso eficiente de los aparatos, del manejo de equipos y de la pericia en procedimientos, la educación científica ha concentrado su atención en los postulados teóricos y en su base empírica, es decir, en lo que es y no tanto en el para qué.

Desde el punto de vista social, la educación científica ha tenido un claro matiz elitista en la mayoría de los casos. Ha formado parte de la educación académica clásica de las clases altas. Por su parte, la educación técnica ha estado reservada a la clase trabajadora, con un matiz de redención de la pobreza y del desempleo.

El avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología y su consecuente impacto social, han cambiado las reglas del juego en cuanto al conocimiento científico y tecnológico y a las formas de transmisión, construcción o desarrollo de las mismas

3.2.1. Problemática de la Educación en Tecnología

El aprendizaje de la tecnología en la escuela ha sido, por lo general, algo marginal, aislado y de baja categoría; son varios los factores que han contribuido a esta marginalidad: en primer lugar, la imagen social, que tradicionalmente la ha relacionado con la preparación en oficios u ocupaciones específicos, de carácter vocacional y con intenciones laborales en alguna rama de la producción; en segundo lugar, la concepción de la tecnología como aplicación de la ciencia, lo cual, a pesar de la gran cantidad de evidencia empírica que refuta lo anterior, incide con fuerza en la estructura del currículo escolar, desde la educación básica hasta la universidad (los estudios de ingeniería, por ejemplo, parten de estudiar primero los principios científicos y luego las aplicaciones en campos específicos); en tercer lugar, la visión cultural occidental, que infravalora la actividad práctica y, pese a que la Educación en Tecnología implica una relación teórico-práctica, la reflexión sobre su importancia no ha tenido aún cabida en la escuela; en cuarto lugar, la presencia de la informática y de los computadores en todos los ámbitos, tanto cotidianos como especializados, ha originado una gran tendencia a considerar la Educación en Tecnología como sinónimo de alfabetización en computadores o de aprendizaje de principios informáticos.

No obstante lo anterior, la introducción de la tecnología en la escuela como ingrediente formativo de tipo general está tomando fuerza en el mundo. Para un buen número de investigadores y docentes de distintas disciplinas, la Educación en Tecnología tiene mucho que aportar y se ve como un campo prometedor, aunque con grandes interrogantes que producen una vasta problemática referida a la naturaleza de esta asignatura o componente, a las temáticas de trabajo, a los ritmos y niveles de acción en la escuela, a los ejes curriculares, etc.

Para algunos críticos, la tecnología en la educación básica y media es de carácter espúrio e ilegítimo. Una asignatura más en el ya sobrecargado programa escolar; basan sus argumentos (desde la concepción de la tecnología como hija de la ciencia) en que la tecnología es un campo que puede ser tratado desde cada una

de las asignaturas tradicionales de la escuela, y en que todo buen docente de matemática, ciencias sociales o ciencias naturales, debe ser capaz de asumir e involucrar espacios relacionados con la aplicación tecnológica de los conocimientos impartidos en su asignatura.

Estas apreciaciones no permiten modificar prácticas convencionales de la escuela e impiden el avance de propuestas innovadoras. Pese a que la enseñanza tradicional de las ciencias deja mucho que desear como aporte significativo para la vida de los estudiantes, la costumbre, la inercia de lo conocido y seguro y el temor a experimentar y construir nuevas alternativas de trabajo escolar más acordes con la realidad del entorno concreto, permanecen y cierran los espacios a la Educación en Tecnología, particularmente en los países con más bajos niveles educativos.

3.2.2. Enfoques para la Educación en Tecnología

Es evidente que el contexto socioeconómico-cultural, regional o local, determina las concepciones, enfoques o tendencias asumidos para la puesta en funcionamiento de la Educación en Tecnología. En este sentido, la UNESCO publicó un estudio sobre los modelos más relevantes asumidos por los sistemas educativos de un buen número de países. El volumen quinto, relativo a las innovaciones en Ciencia y Tecnología, presenta los siguientes modelos:

a) Modelo con énfasis en las artes manuales.

El eje central de este enfoque, en términos de ambiente, es el taller. Este es un modelo en el cual los medios físicos de trabajo escolar simulan los ambientes industriales. Las máquinas y equipos son similares a los que usa la empresa y, por tanto, se utilizan como si de puestos de trabajo se tratara. Las actividades están prescritas por el profesor, que normalmente es un experto en el oficio respectivo y puede haber sido formado en un establecimiento de la misma naturaleza. En términos de género, la formación en este enfoque se orienta primordialmente a los varones. La intención última del modelo es la formación de trabajadores para la industria. Se utilizan diagramas y planos de tallados de la pieza a construir, incluyendo materiales y tratamientos. La mayor parte del tiempo se emplea en producir piezas de metal o madera.

b) Modelo con énfasis en la producción industrial, agropecuaria o comercial. Constituye una extensión del anterior. Aquí las habilidades prácticas a desarrollar se eligen en relación con la producción en alguno de los sectores indicados (industria, comercio o agropecuario). Todas las actividades de los alumnos están prescritas. Los alumnos no sólo producen piezas sino también aprenden cómo se producen en la industria, o efectúan prácticas de cultivos o simulaciones de la actividad comercial; muchos docentes provienen de estos sectores. En términos de género, la participación de los jóvenes de uno y otro sexo en las distintas modalidades está sesgada por estereotipos culturales inequitativos. Su enfoque deriva de la visión social de que el hacer productivo es un asunto vital. Incorporan

la tecnología como una materia teórica propia de las especialidades y refuerzan una concepción de la tecnología orientada a productos.

c) Modelo de alta tecnología.

Aunque difiere del anterior por otorgar un alto *status* a la tecnología, el concepto es análogo a los enfoques precedentes, dado que se enfatiza en el uso y manipulación de equipos modernos. Los computadores tienen un papel esencial, y las clases están equipadas con máquinas sofisticadas, demandando altas inversiones. Los docentes se capacitan en el uso y mantenimiento de los equipos, pero no profundizan en su aprovechamiento pedagógico. Este enfoque es estimulado por la concepción de que la posesión de equipos modernos es sinónimo de apropiación tecnológica. Se evidencia más equidad de género en la selección de los cursos.

d) Modelo de ciencia aplicada.

Este modelo ha sido desarrollado por educadores de ciencias con el propósito de hacer su materia más interesante a los alumnos. Según él, el camino desde el conocimiento científico hasta el producto tecnológico es directo. Los alumnos son motivados a investigar fenómenos científicos a partir de la observación de un producto y se hacen preguntas sobre su funcionamiento. Después de haber estudiado los principios científicos y las leyes, aprenden cómo éstos han sido aplicados al producto. Este modelo se desarrolla en los laboratorios tradicionales para la enseñanza de las ciencias y es orientado por profesores de las mismas. Se presenta en lugares donde el trabajo práctico es percibido como menos importante que los elementos cognitivos de la educación. En general interesa más a los varones. El diseño y la creatividad no son preocupaciones relevantes en este enfoque. La tecnología se presenta como una actividad cognoscitiva que depende fuertemente de las ciencias.

e) Modelo de conceptos tecnológicos generales.

Ha sido desarrollado en relación estrecha con las disciplinas académicas de la ingeniería. Como el anterior, enfatiza lo cognitivo y ayuda a los alumnos a comprender los conceptos tecnológicos y las leyes básicas para el desarrollo de productos. El concepto más utilizado en la práctica es el de sistemas. En casos extremos los alumnos aprenden a analizar flujos de materia, energía e información en artefactos tecnológicos. Las clases están equipadas con modelos operantes de objetos tecnológicos. Los conjuntos de construcción (kits) se utilizan para mostrar los principios de una manera directa. Los docentes generalmente son ingenieros. En este enfoque existe un alto *status* de disciplinas tecnológicas. Es un espacio que también tiende a ser dominado por varones. La tecnología aparece como una actividad cognitivo-analítica.

f) Modelo con énfasis en diseño.

Incorpora la metodología proyectista en los procesos. Los alumnos reciben problemas de diseño que deben resolver de manera relativamente independiente y que deben materializar como elemento clave de la evaluación. A veces agrega la posición de futuros usuarios así como el mercado del producto y la preparación del manual del cliente. Las aulas son lugares que estimulan la investigación, la construcción de modelos y la

simulación. Se encuentran también máquinas y herramientas sencillas, mesas de dibujo y conjuntos constructivos. A menudo añaden en los lugares de trabajo bibliotecas especializadas y colecciones de videos. Los docentes están capacitados no sólo en artes manuales sino también en plásticas y en diseño. Este enfoque es apropiado para ambientes en donde la educación es percibida como un proceso para desarrollar en los alumnos independencia y habilidades para resolver problemas. En este modelo hay intereses iguales para niños y niñas y se considera la creatividad como rango esencial de la tecnología.

g) Modelo de competencias clave.

Difiere del anterior por su mayor énfasis en el uso de conceptos teóricos en las tareas. Como en aquél, los alumnos aprenden a resolver problemas. Estos pueden ser de diseño o aún más analíticos; por ejemplo, referidos al mal funcionamiento de un producto. El desarrollo de habilidades generales relacionadas con la creatividad, la cooperación, el análisis y la evaluación, es percibido como el propósito principal; el aula es similar al enfoque anterior, y a menudo los docentes tienen experiencia industrial. Este enfoque deriva de ver la necesidad de una fuerza de trabajo creativa para el sector productivo. Interesa por igual a estudiantes de ambos sexos. Transmite el concepto de la tecnología que privilegia la innovación como rasgo principal.

h) Modelo de ciencia, tecnología y sociedad.

Es una extensión del enfoque de ciencia aplicada, prestando más atención a los aspectos humanos y sociales de la tecnología. Los alumnos y las alumnas no sólo aprenden que la ciencia influye sobre la tecnología, sino también la tecnología sobre la sociedad. Este enfoque se encuentra en lugares donde la gente toma conciencia de los efectos adversos de la tecnología. Crea un concepto amplio de ella, incluyendo sus aspectos humanos y sociales así como los científicos. El modelo es débil en los procesos y el diseño no juega un papel muy importante.

El aspecto general de estos enfoques permite evidenciar tres tendencias claramente delimitadas en relación con el trabajo escolar de la tecnología, desde las cuales se pueden agrupar por atributos semejantes los distintos modelos planteados.

En la primera tendencia se clasificarían el modelo con énfasis en las artes manuales, el modelo de producción industrial, agropecuaria o comercial y el modelo de alta tecnología. Estos se basan en la concepción de la Educación en Tecnología como una actividad limitada al desarrollo de habilidades y destrezas de tipo operativo, donde la manipulación de equipos y procesos es medular y el fin último formar trabajadores para el sector productivo. Su fortaleza radica en la necesidad inmediata de dotar a los jóvenes de un conocimiento práctico en relación con un oficio específico destinado a la posterior consecución de empleo. Su debilidad radica en que las vertiginosas transformaciones en los sectores productivos han cuestionado la pertinencia de este tipo de formación, dada su rápida desactualización en relación con las realidades empresariales. Por otra

parte, la discriminación de género y los marcados estereotipos en la formación lo hacen débil en cuanto a la participación equitativa de la mujer en las distintas especialidades, que de antemano están marcadas culturalmente. Así mismo, no es evidente la reflexión sobre las implicaciones éticas de la actividad tecnológica en el contexto social.

La segunda tendencia abarcaría el modelo de conceptos tecnológicos generales y el modelo de ciencia aplicada. Tiene como punto de partida una concepción de la tecnología como servidora de la ciencia y supeditada a ella, sobre la base de que la adquisición de principios científicos y la mirada analítica de los mismos son suficientes para comprender las implicaciones de la tecnología. Estos modelos presentan un sesgo teórico. Su fortaleza radica en el valor pedagógico de la actividad analítica sobre los productos, lo que permite contextualizar los conocimientos científicos. La debilidad consiste en la insuficiencia de estas actividades para la Educación en Tecnología, porque dejan de lado los procesos de solución de problemas tecnológicos y la acción práctica sobre la realidad.

La tercera tal vez sea la más completa, siempre y cuando esté bien combinada y aglutine el modelo de diseño, el de competencias claves y el modelo CTS. Su fortaleza radica en la concepción de la tecnología como actividad teórico-práctica, apoyada en procesos de reflexión-acción; reconoce el papel de la actividad práctica y técnica, la creatividad, los principios científicos y la dimensión social de la ciencia y la tecnología. Su debilidad se halla en la tendencia a convertir el diseño o la actividad CTS en asignaturas concretas sin nexo aparente. En particular, el enfoque CTS puede convertirse en una materia rica en reflexión sobre las implicaciones sociales de la tecnología y la ciencia pero de corte teórico, sin asidero concreto y carente de un mecanismo articulador con los procesos tecnológicos, que estimule la creatividad, la solución de problemas concretos y la cultura técnica.

En este orden de ideas, Gilbert (1993) señala en relación con la Educación en Tecnología que ésta recoge y sintetiza no sólo las tendencias que se ocupan de los aspectos técnicos (a los que ha llamado Educación **para** la Tecnología), sino también las tendencias que se ocupan únicamente de los aspectos culturales (a los que denomina Educación **sobre** la Tecnología). Se entiende que la Educación **en** Tecnología supera la mera unión de estas partes constituyentes y agrega valor y posibilidades al proceso en la escuela. El siguiente gráfico ilustra lo planteado.

3.2.3. Posibilidades de la Educación en Tecnología

Desde diversos sectores educativos se oyen voces sobre la necesidad de proporcionar a los estudiantes, más que información y conocimientos, competencias para afrontar la vida. Dentro de las más importantes y genéricas se encuentran las relacionadas con el manejo de información, el trabajo en equipo, la capacidad comunicativa, la solución de problemas y la toma de decisiones. Además, se espera que la educación forme a los estudiantes con una visión científica y tecnológica del mundo, que sea relevante e íntimamente ligada a su vida personal.

Desde la concepción de la Educación en Tecnología, y sin pretender que esta sea la panacea o una super asignatura salvadora de todas las deficiencias del sistema educativo, los espacios son propicios para acercarse a las competencias, la interdisciplinariedad, la motivación de los estudiantes, la pertinencia de las temáticas, la renovabilidad y la flexibilidad.

En cuanto a lo que tiene que ver con las competencias, la Educación en Tecnología aporta:

- a)** La identificación, acceso y manejo creativo de fuentes de información, las cuales pueden variar desde personas, bibliotecas convencionales, revistas y periódicos, hasta correo electrónico, redes telemáticas y búsqueda de bases de datos computarizados. La importancia de la fuente de información sobre la cantidad de información se justifica por la mencionada «explosión de la información» y por el acelerado desarrollo de las disciplinas. Se estima, según UNESCO, que la mayoría de disciplinas de orden técnico entra en obsolescencia a los cinco años, lo cual reta a la educación a poner el énfasis en los conocimientos con menor tasa de obsolescencia, esto es, en los que son la base de la ciencia y la tecnología.
- b)** La capacidad para identificar, formular, desarrollar y presentar propuestas de solución a problemas débilmente estructurados, dado que en la vida cotidiana la mayoría de problemas es de ese orden, es decir, en contraste con los problemas típicos de texto, los problemas débilmente estructurados parten de necesidades concretas, no están claramente enunciados y no poseen solución única. Identificar y formular problemas implica, por parte de los individuos, la compleja tarea de construir modelos mentales de la realidad. Esto es, definir los entornos problemáticos de una situación específica en la cual se percibe una necesidad concreta, y construir un modelo mental, un «espacio de trabajo» del problema como punto de partida para la estructuración de una solución factible para el mismo.
- c)** El desarrollo de una cultura técnica básica relacionada con la naturaleza práctica del conocimiento tecnológico, que exige al estudiante la familiarización con procedimientos, elementos, dispositivos y equipos sencillos, no en el sentido de entrenamiento operativo sino con la mirada

reflexiva sobre la importancia de los instrumentos tecnológicos, potenciadores de la capacidad humana para transformar los ambientes.

d) La creación de esquemas de autoformación de los estudiantes, cuya plataforma es la flexibilidad de la actividad tecnológica escolar en términos de baja prescripción y alta autonomía, donde el ritmo y el control son una responsabilidad compartida entre el maestro y el alumno. En efecto, es el alumno quien de acuerdo con sus posibilidades asume una tarea en un contexto determinado, «negociado» con el docente y evaluado permanentemente de manera conjunta.

Desde el punto de vista de la interdisciplinariedad (condición natural de la tecnología), la Educación en Tecnología posee un enorme potencial, ya que los contenidos, conceptos y procedimientos a los cuales se enfrenta el estudiante se ubican en proyectos globales compartidos con varias disciplinas. Alumnos y alumnas, con la Educación en Tecnología, abordan situaciones problemáticas que trascienden los límites de una disciplina concreta para detectar, analizar y solucionar problemas nuevos con los que jamás se habían encontrado. La razón de esta posibilidad es que los temas y problemas propios de la actividad tecnológica escolar están relacionados con la vida y con su entorno, situación que exige una aproximación global que articule distintos conocimientos, informaciones y formas de operar en el ambiente tecnológico.

Es evidente entonces que en la Educación en Tecnología la participación del estudiante en la toma de decisiones sobre temáticas, ritmos, tareas y evaluación proporciona un ingrediente de alto valor en el aprendizaje significativo: la motivación intrínseca del sujeto. Esta motivación se produce cuando una actividad es reconocida como intrínsecamente valiosa y ventajosa en sí misma por el alumno, al tener la sensación de control sobre su tarea debido a que en el punto de partida de la misma él tuvo participación directa, y la competencia y reto requeridos no son impuestos externamente. Esto alumbró una relación agradable con el ambiente y, por ende, proporciona mejores resultados en el desarrollo de otras potencialidades propias de la actividad tecnológica escolar.

De lo anterior se colige que pertinencia, renovabilidad y flexibilidad son categorías claves para la educación en general, pero en el caso concreto de la Educación en Tecnología son inherentes a ella. De hecho, los temas, proyectos y actividades escolares relacionados con la actividad tecnológica están íntimamente relacionados con el contexto local o regional, y tienen que ver con necesidades de la comunidad y no con requerimientos exclusivos de un programa académico. Su pertinencia estará supeditada a los intereses concertados de todos los agentes del conglomerado social de influencia institucional (docentes, estudiantes, padres, empleadores, etc.). Sin embargo, la Educación en Tecnología se apoya en conceptos y competencias de orden genérico válidos en distintos contextos y aplicables a lo largo de toda la vida de los estudiantes. De hecho, las circunstancias de la vida cotidiana y del desarrollo científico y tecnológico son, por regla general, cambiantes. Esto hace que, a diferencia de otras disciplinas escolares, la Educación en Tecnología tenga que renovar sistemáticamente

contenidos y metodologías y pueda hacerlo con relativa facilidad, condición para mantener su pertinencia y novedad, con lo cual le imprime un alto grado de flexibilidad curricular.

4. El ambiente escolar, factor clave en la Educación en Tecnología

Al hablar de ambiente se hace referencia a un todo globalizado, donde espacios, objetos, conocimientos y seres humanos establecen relaciones con un propósito, produciendo entonces un tejido de interacciones asociado a la solución de necesidades que requieren cada día, con mayor fuerza, la creación de estructuras artificiales para ser alcanzadas por el hombre. De esta forma, la acción humana, cualquiera que sea el campo de desarrollo, está enmarcada por diversos tipos de interacción con el entorno, que se traducen en organizaciones que, en última instancia, constituyen el ambiente.

La escuela como organización crea un ambiente donde los propósitos fundamentales resultan de la intencionalidad social de la educación. Concebir la educación como un proceso de formación permanente, personal, cultural y social, impone a la institución escolar un reto que desborda las maneras convencionales de relacionarse con el conocimiento.

El ambiente escolar puede concebirse como una estructura cuyos elementos constitutivos son de dos tipos: físicos (concretos) y lógicos (abstractos). Los elementos concretos del ambiente escolar abarcan los espacios, los equipos, los materiales y todo un sistema organizacional de horarios, cargas académicas, disciplina y demás. Los elementos lógicos están constituidos por los saberes o conocimientos que se van a adquirir en el proceso educativo. Estos elementos no tienen sentido sin el factor medular de la estructura ambiental escolar, la gente, la comunidad educativa y las relaciones que establece con los medios físicos y con los medios lógicos, relación que es definitiva y que, en última instancia, define un modelo pedagógico específico.

En los ambientes escolares tradicionales, la participación de la comunidad está limitada y reducida a la relación profesor-alumno, con una caracterización vertical donde el sentido de comunidad educativa se pierde como elemento vital del ambiente. La relación del estudiante con todos los agentes de la comunidad educativa, los saberes y conocimientos, los medios físicos, no es favorable para la interacción social, lo que da lugar a un tipo de institución con fronteras.

4.1. El ambiente para el aprendizaje de la tecnología

Con base en los anteriores presupuestos, el ambiente para el aprendizaje de la tecnología deberá proporcionar a los niños y niñas las oportunidades para relacionarse con el conocimiento tecnológico, las cuales apuntan a la reflexión

sobre las circunstancias propias de la tecnología, las metodologías apropiadas y los saberes y conocimientos pertinentes.

El ambiente para el aprendizaje de la tecnología tiene tres características claves: es manifiesto, estructurado y definido. Manifiesto, en cuanto que el conjunto de agentes responsables y usuarios del servicio educativo, que involucra a docentes, padres de familia, alumnos, directivos docentes, personal administrativo y demás personas relacionadas con la institución educativa, conocen y reconocen el valor y la importancia del ambiente tecnológico escolar como espacio de reflexión y trabajo sobre la tecnología; estructurado, en la medida que debe ser organizable, explicable y funcional, de acuerdo con las necesidades y realidades de la institución y la comunidad educativa; definido, en atención a que cuenta con límites, linderos y criterios para el trabajo escolar, en los cuales los distintos actores se relacionan e interactúan con unos propósitos claros y realizables.

Ahora bien, «los diferentes niveles de desarrollo de los estudiantes ponen de manifiesto una capacidad para la adquisición de conceptos y por supuesto para la categorización de los mismos. En el ambiente para el aprendizaje de la tecnología, es necesario que los conceptos tecnológicos se piensen de manera relacionada con los contextos de manifestación de la tecnología» (Rodríguez, G. y Leuro, A., 1996).

Los contextos tecnológicos son campos sociales de manifestaciones tecnológicas objetivables y relacionales, ligados por una necesidad o requerimiento reconocido por los miembros de la sociedad, que evolucionan histórica y culturalmente (Rodríguez, G., 1998). Los conceptos tecnológicos son representaciones mentales de la realidad construidos a partir de la acción-reflexión sobre el entorno tecnológico.

Algunos de los contextos más significativos de expresión de la tecnología son: hábitat, transporte, industria, comunicaciones, servicios, comercio y agro. En el ámbito de los conceptos propios de la tecnología estarían: estructura, control, seguridad, fuente de energía, sistema, diseño, operador tecnológico, función tecnológica, etc.

La conjugación de contextos y conceptos tecnológicos en una matriz de trabajo define un escenario de la actividad tecnológica escolar, base de la configuración del ambiente para el aprendizaje de la tecnología (ver gráfico).

4.2. Diseño y Educación en Tecnología

La relación entre la Educación en Tecnología y el diseño es directa. Goel y Pirolli (1992) le han atribuido al diseño una propiedad de alto valor cognitivo, pero, además de esto, es una actividad relacionada con la práctica, dado que tiene que ver fundamentalmente con la actividad humana en la transformación de su entorno.

Al abordar la temática del diseño, es común encontrar concepciones que lo reducen al dibujo, bosquejo o gráfico de un objeto a producir en actividades específicas como la moda, la industria o el arte, que son extremadamente limitadas.

El diseño es una actividad cognitiva y práctica de carácter proyectivo, orientada a la solución de un problema concreto y débilmente estructurado⁵, que debe ser resuelto en unas condiciones definidas y con recursos concretos. Tiene como finalidad particular crear un producto material para un requerimiento humano definido y un objeto de estudio que le es propio, la interrelación hombre-producto-entorno.

Al abordar la temática del diseño resulta pertinente tener en cuenta tres puntos de vista sobre su concepción:

- a) El diseño como campo de estudio de carácter interdisciplinar, ya que pese a la existencia de confrontación con concepciones de tipo disciplinar, pluridisciplinar y transdisciplinar, no es común asumir el diseño como una disciplina en razón a la naturaleza compleja y diversa de los problemas sobre los que trabaja, referidos a la modelación y comprensión del entorno artificial; por esta razón, el diseño requiere el apoyo de distintas disciplinas para resolver dichos problemas.
- b) El diseño como resultado del proceso, como el objeto diseñado que cumple un propósito definido y es llevado a la realidad para realizar una función determinada. Un diseño es un instrumento que sirve para algo.
- c) El diseño como acción del sujeto o sujetos diseñantes, como proceso de construcción de conocimiento, generación de ideas e impulsor de la creatividad humana.

La actividad de diseño involucra el acto creativo, la prefiguración de los objetos, la previsión de la realidad posible, factores que a su vez no tienen sentido sin una génesis vital, las necesidades y requerimientos individuales y sociales, motor que ha movido desde sus orígenes la acción creativa de la humanidad. Cuando esas necesidades tienen solución a través de la construcción de un artefacto, la configuración de un sistema, la concepción de un proceso o la conformación de un ambiente determinado, pueden asumirse como diseños.

El acto de diseño

Es pertinente especificar que la expresión diseño abarca más allá del producto, el objeto o el resultado del proceso. Cuando se habla de diseño, se involucra el acto mismo de diseñar (proceso total), los procedimientos requeridos para encontrar la solución o soluciones y lo diseñado (ver gráfico).

Diseñar es construir conocimiento: es el conjunto de hechos, principios, conceptos, normas, valores, habilidades, destrezas, informaciones y competencias

presentes en el entorno, en los objetos y, por supuesto, en las personas. Diseñar es una acción humana productora. Es seguir un camino sinuoso, siempre distinto, sin reglas predeterminadas, donde la creatividad, la intuición, el error y lo desconocido son importantes.

Tradicionalmente, en los sistemas educativos se ha impuesto una forma de conocer pasiva, prescrita, reproductiva, segura y mediada por la adquisición de información. Según Perkins⁶, «en el contexto del aprendizaje y de la enseñanza el conocimiento como diseño tiene mucho que ofrecer. El conocimiento como información proporciona un punto de vista pasivo del conocimiento, uno que subraya el conocimiento almacenado en vez del conocimiento como factor de acción. El conocimiento como diseño puede ser nuestra mejor opción como primer postulado para construir una teoría del conocimiento para la enseñanza y el aprendizaje».

En este sentido, la acumulación y transmisión del conocimiento son características humanas, pero tal conocimiento no tiene ningún valor cuando no posee una forma y estructura que le permita servir para algo. Si el conocimiento no posee un propósito será un cascarón vacío y sin sentido. El diseño referido al esfuerzo humano por dar forma a los objetos de acuerdo con propósitos representa una herramienta muy poderosa para la Educación en Tecnología, dado su propósito de acercar a los individuos a la comprensión, el entendimiento y la construcción de conocimiento tecnológico.

4.3. Los valores y la Educación en Tecnología

El papel de los valores y del acto valorativo en la Educación en Tecnología es indiscutible. Los juicios de valor acerca de las necesidades y requerimientos humanos, de lo que es posible y útil en las soluciones y su impacto en el ambiente, son aspectos relevantes en la actividad tecnológica escolar.

Los valores implícitos en los artefactos, sistemas, procesos y ambientes tecnológicos no son fácilmente visibles pero están ahí, y es necesario que desde la acción educativa en tecnología en la escuela se proporcionen elementos a los estudiantes para detectarlos. En sentido práctico, los productos tecnológicos pueden ser evaluados desde su forma, estructura, función e impacto.

Como estrategia para «detectar» núcleos valorativos en tecnología, Leyton (1994) sugiere tomar en cuenta cuatro campos claves:

- a) Adopción de tecnología.** Su fin es analizar la pertinencia o no de la adopción de una tecnología, lo cual no debe depender exclusivamente de factores técnicos internos. El carácter adecuado y apropiado del producto en un determinado contexto social debe ser también un elemento prioritario en la toma de decisiones.

- b)** La obsolescencia o «senilidad» de la tecnología. Tiene como propósito revisar los impactos de la tecnología cuando esta se convierte en disfuncional dentro de un contexto cultural, es decir, cuando «los valores implícitos en la tecnología ya no son congruentes con los valores contextuales dominantes».
- c)** La transferencia de tecnología. Implica un marco de reflexión sobre la problemática del trasplante de soluciones tecnológicas, válidas en un contexto pero no en otro.
- d)** La equidad de género en tecnología. Es una cuarta perspectiva que ayuda a hacer visibles los valores de género implícitos, por ejemplo, en los estereotipos de las actividades tecnológicas para niños y niñas (la madera y el metal se asocian con los niños; los alimentos y los textiles con las niñas).

De hecho, en Educación en Tecnología se hace presente una buena cantidad de opciones para emitir juicios de valor en distintos ámbitos y contextos de expresión tecnológicos. Entre los más importantes valores susceptibles de ser abordados en Educación en Tecnología están los:

- Técnicos,
- Económicos,
- Estéticos,
- Sociales,
- Ambientales,
- Éticos y morales.

Las actividades de identificación, análisis, proyección y producción de instrumentos tecnológicos requieren constantemente poner en juego el potencial valorativo de todos los agentes que intervienen en el ambiente tecnológico escolar. Seleccionar y usar los materiales adecuados, identificar la función tecnológica de los operadores, mejorar el funcionamiento de los artefactos, usar cuidadosamente equipos, materiales y herramientas, determinar niveles de acabado en los trabajos tanto en lo estético como en lo formal, fomentar la equidad de género, reconocer las ventajas y desventajas técnicas de los artefactos, preservar el aspecto ecológico en la producción de los instrumentos, trabajar en equipo y respetar el criterio de solución planteado por los otros a los problemas tecnológicos, son algunas de las actividades con un contenido profundamente valorativo que se ponen en acción dentro del trabajo concreto en tecnología en la escuela.

Sin embargo, además de las anteriores, existen otras importantes competencias valorativas susceptibles de fomento en Educación en Tecnología, que tienen que ver, por una parte, con el reconocimiento de la variedad de formas que resultan de la diferencia de valores, creencias y necesidades de las personas y, por otra, con el reconocimiento de los efectos del medio social, moral y ambiental en la actividad tecnológica. Reconocer conflictos potenciales entre las necesidades del individuo y las necesidades de la comunidad y saber negociar cuando se

presentan puntos de vista encontrados, son elementos medulares y de gran contenido valorativo en el trabajo con tecnología:

*«Algunos ‘defensores’ de la tecnología afirman que ésta es neutral, que puede tener efectos socialmente deseables o bien perjudiciales, según sea el empleo que le dé el hombre. Negar esto y decir que la tecnología no es estrictamente neutral, que posee unas tendencias inherentes o impone sus propios valores, equivale meramente a reconocer el hecho de que, como parte de nuestra cultura, tiene influencia en nuestra manera de comportarnos y de crecer. Así como los hombres han tenido siempre alguna forma de tecnología, también esa tecnología ha influido en la naturaleza y la dirección del desarrollo del hombre. El proceso no puede ser detenido ni se puede poner fin a la relación; sólo puede ser comprendido y —así lo esperamos— si está dirigido hacia unos objetivos dignos de la humanidad» (Kranzberg, M. y Pursell, Carroll, *La importancia de la tecnología en las cuestiones humanas*).*

Bibliografía

ANDRADE, LONDOÑO: *El papel de la Educación en Tecnología en el desarrollo nacional de los países del tercer mundo*. CIUP, Universidad Pedagógica Nacional. Santafé de Bogotá, 1994.

BASALLA, George: *La evolución de la tecnología*. Editorial Crítica. Barcelona, 1991.

BRONOWSKI, Jacobo: *El ascenso del hombre*. Fondo Educativo Interamericano. Edición en español. Santafé de Bogotá, 1983.

BUCH, Tomás: *El Tecnoscopio*. Editorial Aique. Buenos Aires, 1996.

DUSSEL, Enrique: *Filosofía de la producción*. Editorial Nueva América. Santafé de Bogotá, 1984.

GILBERT, J.R.: «Educación en Tecnología: Una nueva asignatura en todo el mundo». Ponencia presentada en el *IV Congreso Internacional sobre la investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas*. Barcelona, 1993.

GIORDAN, A. y DE VECCHI, G.: *Los orígenes del saber*. Editorial Diada. Sevilla, 1988.

GOEL, V. y PIROLI, P.: *Structure of Design Problems Spaces*. *Cognitive Science*, pp. 395-429, 1992.

HOTTOIS, Gilbert: *El paradigma bioético. Una ética para la tecnociencia*. Editorial Anthropos. Barcelona, 1991.

LEYTON, D.: *Los valores en Diseño y Tecnología*. Universidad de Leeds, 1994.

LÓPEZ CERREZO, J.A. y otros. *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Editorial Tecnos. Madrid, 1996.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA: *Educación en Tecnología. Propuesta para la Educación Básica*. Santafé de Bogotá, 1996.

MITCHAM, Carl: *Qué es la filosofía de la Tecnología*. Editorial Anthropos. Barcelona, 1989.

MUMFORD, Lewis: *Técnica y Civilización*. Editorial Alianza. Madrid, 1971.

MOCKUS, A. y otros: *Las fronteras de la escuela*. Colciencias-CINDEC Universidad Nacional. Santafé de Bogotá, 1994.

PERKINS, David: *La escuela inteligente*. Editorial Gedisa. Barcelona, 1995.

PERKINS, David: *Conocimiento como diseño*. Edición en español de la Facultad de Psicología de la Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá, 1989.

PERKINS, David y otros: *Enseñar a pensar*. Editorial Paidós. Barcelona, 1985.

RODRÍGUEZ, G. y LEURO A.: *Ideas preliminares para una propuesta curricular en Educación en Tecnología*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, 1994.

TORRES, Jurjo: *Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado*. Editorial Morata. Madrid, 1994.

UNESCO: *La Educación encierra un tesoro*. Santillana Editores/UNESCO. Madrid, 1996.

UNESCO: *Innovaciones en la educación en ciencias y tecnología*. Vol. I,II,III,IV y V. Montevideo.

UNESCO-CEPAL: *Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad*. Santiago de Chile, 1992.

Notas

(1) Toffler, Alvin y Heidi. *Las guerras del futuro*. Plaza y Janés. Barcelona, 1994

(2) «Había realizado la invención fundamental, el acto deliberado de preparar la guija o piedra para su uso posterior. Merced a este impulso de habilidad y previsión, acto simbólico de descubrimiento del futuro, había aflojado el freno que el ambiente impone a las demás criaturas. El uso constante de la misma herramienta por tanto tiempo, demuestra la fuerza del invento» (Jacob Bronowski).

(3) El término poiético deriva del griego *poiésis* y significa hacer, producir, fabricar.

(4) Sagan, Carl. *Los dragones del edén*.

(5) Es importante diferenciar entre los problemas estructurados y los débilmente estructurados. Los primeros están del todo formulados, se asumen por lo general a través de procesos algorítmicos y tienen casi siempre una respuesta posible (problemas de matemática, física, química); los segundos requieren procesos de solución heurística, con ciclos recurrentes que regresan incluso hasta la misma formulación del problema y tienen distintas soluciones, unas más óptimas que otras en virtud del contexto problemático.

(6) Perkins, David. *Knowledge as design*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers Hillsdale. New Jersey, 1986.