

El camino histórico de la educación tecnológica en los sistemas educativos de algunos países del mundo y su influencia en la educación tecnológica en Colombia¹

The historical path of technological education in education systems in some countries of the world and its influence on education technology in Colombia

Recibido: 13-04-2012- Aceptado: 4-09- 2012

ENRIQUE DIÓGENES CÁRDENAS SALGADO

Resumen

El artículo tiene como objetivo presentar algunas tendencias sobre la educación tecnológica o la tecnología en los sistemas educativos de algunos países del mundo. Se revisaron los modelos educativos que influyeron en Colombia para lo cual se realizó una revisión bibliográfica sobre los sistemas educativos de algunos países. Al comparar los desarrollos del país se identificó el atraso en que está sumido debido a la forma como se plantea la política nacional por parte del gobierno y su implementación. Su interpretación se desvía hacia el modelo de la educación para la tecnología, es decir, para el manejo y uso de la tecnología, convirtiendo así al país en consumidor.

Palabras clave: Educación en tecnología, tendencias mundiales de la educación tecnológica.

Abstract

The article aims to present some trends in educational technology or technology in the education systems of some countries of the world; the educational models that influenced Colombia were reviewed. To track this influence, a literature review was conducted on the education systems of some countries. When comparing the country's development, it was possible to identify the backlog by how the national policy by the government is proposed and then implemented. Its interpretation is distorted toward the model of education for Technology, that is to say, for the management and use of technology, turning the country into a consumer.

Key words: Education in technology, global trends in technology education

¹ Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidades Pedagógica Nacional, del Valle y Distrital. Licenciado en Mecánica y Dibujo Técnico, UPN Bogotá, Especialista en Computación para la Docencia, UAN, Bogotá. Mgrs, Educación, Universidad Javeriana Cali-Valle, Ph.D(c) Interinstitucional – UPN, UV- U. Distrital. Funcionario Centro de Diseño Tecnológico Industrial - CDTI- SENA, Colombia.
ecardenass@senra.edu.co; ekikesena@gmail.com

Introducción

En este documento se describe y analiza el recorrido histórico de los modelos educativos de la educación tecnológica en general y en algunos países del mundo en particular.

En cada uno de los países estudiados se llevó a cabo una síntesis del concepto de educación en tecnología que utilizan y los modelos de enseñanza aplicados y se señalaron las características históricas de su proceso evolutivo.

En la selección de los países se tuvo en cuenta el orden continental, el desarrollo histórico de su tecnología y la condición de países emergentes en el contexto de la globalización actual, así:

- Representativos de la Comunidad Europea, como Inglaterra y Alemania, por ser dos paradigmas importantes en el desarrollo histórico de la industria con fuerte base tecnológica.
- Como países emergentes se tuvieron en cuenta en Asia a Japón y China; y en Suramérica a Brasil, por su desarrollo tecnológico y su economía altamente competitiva frente a los mercados mundiales; inclusive Colombia, que es consumidor de tecnología de estos países.
- Se seleccionó a Chile por ser un país que tiene similitudes con el crecimiento económico de Colombia.

Estos criterios se tomaron como base para conocer los modelos de formación en tecnología y su evolución en esos países y compararlos con la formación tecnológica en Colombia.

Un breve recorrido histórico de la educación tecnológica en general

En la última década, ha tenido lugar en muchos países del mundo la introducción de la educación tecnológica o tecnología en los programas generales escolares y de educación superior, bien sea como nueva asignatura, como área independiente o como parte de asignaturas existentes en los respectivos currículos. La creciente importancia dada a la tecnología en las llamadas sociedades modernas, ha conducido a considerar la necesidad de una educación tecnológica hasta el punto de que algunos autores reclaman para ella un área independiente dentro de los currículos escolares (Gilbert, 1995; De Vries and Tamir, 1997).

Al revisar la literatura sobre la evolución del desarrollo histórico de la educación tecnológica se destacan básicamente tres etapas:

- La relacionada con el aprendizaje de un arte u oficio *in situ*, es decir, en el acto mismo del trabajo manual o artesanal.
- La asociada al establecimiento educativo donde la técnica se aprende en un contexto que integra grupos de maestros y aprendices.
- El aprendizaje de tecnología del hacer o de la habilidad práctica se alcanza en un contexto donde los medios productivos y la industria se conjugan con la incorporación de la ciencia y el pensamiento lógico formal.

- En el recorrido histórico se observaron dos tendencias: una ingenieril, que reflexiona sobre el hecho tecnológico y la otra, desde la perspectiva filosófica de la tecnología como hecho humano (Mitcham, 1989).

Desde la perspectiva histórica se puede decir que el pensamiento tecnológico comienza su proceso de gestación a partir de los trabajos primitivos del ser humano y adquiere importancia a través de los grandes avances de la ciencia y los desarrollos tecnológicos. Por ejemplo, el aprovechamiento de materiales como el sílex, una roca natural, es producto de un pensamiento analítico que condujo al ser humano a utilizar sus propiedades para la fabricación de herramientas con las cuales, a su vez, pudo producir otras herramientas. Esta situación ilustra cómo a partir del uso de un material se pasa a la producción de una innovación. Según Bronowski (1983), los inventos no aparecen de manera espontánea sino que conllevan una tradición que conduce a ellos en un entorno en el cual hay relaciones causales e inclusive pensamiento proyectivo. La tecnología es una actividad ligada al ser humano y por tanto es tan antigua como nuestra existencia (Sanmartín, 1990). Históricamente, estos desarrollos se dan con la invención de la máquina de vapor y el descubrimiento de la electricidad, con lo cual el proceso de pensamiento tecnológico se hace más complejo. Esta complejidad es mayor cuando se da la necesidad de producir e incorporar a los nuevos desarrollos el cálculo matemático y el conocimiento científico.

La evolución del pensamiento tecnológico y su complejidad creciente, sumados al interés de optimizarlo con propósitos aplicativos, genera la necesidad de enseñarlo no propiamente como pensamiento tecnológico sino como manualidad técnica; primero como transmisión de la experiencia de generación en generación y segundo, como conocimiento formalizado, como lo ilustra el siguiente texto:

El concepto y la práctica de la educación de carácter tecnológico son relativamente recientes en la historia educativa. Aunque el conocimiento y las actividades de naturaleza técnica han existido desde el principio de la civilización (técnica metalúrgica, del vidrio, de la agricultura, etc.) (Daumas, 1983) este tipo de conocimiento eminentemente práctico, sin fundamentación científica conceptualizada (teoría), basado en la observación sistemática y en el ensayo y error, se transmitía oralmente y a través de la práctica. Este fue el modelo predominante de formación técnica durante toda la Edad Media y hasta la época del Renacimiento (siglo XV), cuando empezó a consolidarse el conocimiento científico acumulado. La forma institucional más extendida de formación técnica y práctica para ocupaciones y oficios manuales calificados,

fueron las escuelas de aprendices organizadas por los gremios y grupos de mercaderes, comerciantes o artesanos. (Gómez 1985).

El carácter y el significado de la educación tecnológica han estado influenciados por un fenómeno sociocultural que se da en el siglo XVII como una necesidad del desarrollo industrial y de la organización productiva dependiente del desarrollo tecnológico. Los diferentes niveles de educación tecnológica están modelados por razones políticas, sociales y económicas. Con frecuencia, la educación tecnológica se diferencia de la educación general y técnica pues no tiene como propósito formar tecnólogos ni operarios que manejen una máquina; por el contrario, su finalidad es la de ofrecer a los estudiantes la posibilidad de acceder, con base en los conocimientos más avanzados de la ciencia y la tecnología, a la comprensión de un mundo lleno de artefactos. Y no sólo comprenderlo, sino también participar críticamente en él (Soto, 2000: 17).

El caso de Alemania

El tipo de educación proviene del quehacer artesanal de finales del siglo XIX y principios del XX y se adaptó a las necesidades de la industria naciente y el comercio. En el sistema educativo alemán se reconoce la complejidad de la tecnología incorporada en los campos del saber no técnicos, como la administración y la economía. La complejidad de los conocimientos especializados en tecnología busca para ella un concepto global para organizar una educación técnica general para todos.

En los años sesenta y setenta surge un debate sobre las asignaturas que se trabajarían en la educación tecnológica y se probó, por un lado, una asignatura que integrara todos los aspectos del trabajo y del proceso de producción; y por el otro, una que orientara los contenidos tecnológicos integrados con otras asignaturas, como educación en economía política o economía doméstica. Solamente hasta 1997, se publicó en Alemania el más reciente currículo de tecnología, más conocido como el plan de estudios de tecnología Schleswig-Holstein (los demás currículos existentes se derivan del anterior para cada uno de los estados federales) lo que significó una directriz sobre el trabajo de la tecnología en la formación de sus ciudadanos, en alianza con las empresas, denominado sistema dual (Greiner, 1993).

El modelo de enseñanza-aprendizaje

La educación tecnológica en Alemania, al igual que en otros países desarrollados, implementó una serie de métodos para trabajar la tecnología en el aula. De acuerdo con la historia de la educación tecnológica en artes y oficios que trabajó con el método "diseñar y hacer ejercicios", en un principio el modelo predominante abarcó todo el curso de

la planificación, el diseño y la producción de un objeto. El tiempo empleado en esta actividad en el aula era menos de una hora a la semana y sólo unos pocos ejercicios se podían terminar. Posteriormente se incorporaron otras metodologías para el trabajo de la tecnología en el ámbito escolar y en la actualidad se utilizan métodos de enseñanza-aprendizaje tales como ejercicios de diseño, ejercicios de manufactura, experimentos tecnológicos, análisis de objetos tecnológicos, exploración tecnológica y valoración/evaluación tecnológica (Hoepken, y Henseler, 1996). Se asume el diseño como producción de conocimiento. Según Perkins (1995), en el contexto del aprendizaje y la enseñanza el diseño tiene mucho que aportar al trabajo en el aula y al desarrollo de capacidades y competencias en los estudiantes en la construcción de teoría sobre el conocimiento tecnológico.

El concepto de educación tecnológica

En el sistema educativo alemán no existe un concepto global que comprenda y explique la complejidad que alcanza la estructura de la educación tecnológica donde se integren las áreas no técnicas, los diferentes tipos de conocimiento especializados en tecnología y los subcomponentes como los sistemas tecnológicos, los métodos de pensamiento, los métodos de pensamiento sobre el uso de la tecnología y las consecuencias en la sociedad y el medio ambiente. A pesar de todo, con esta estructura se buscan como objetivos el desarrollo de competencias para la apropiación del conocimiento, como se ilustra en el siguiente texto:

Competencia en el manejo de conocimiento: Esta se logra al impartir a los alumnos conocimiento tipo, tanto estructural como funcional, acerca de los aparatos y procesos técnicos.

Competencia en los métodos: Es reconocida al usar formas de pensar y trabajar de manera tecnológica específica en las clases, tal como ocurre en el campo de la tecnología al desarrollar, inventar y producir procesos.

Competencia para evaluar y valorar: Dentro del área de las operaciones técnicas, el estudiante tiene que aprender a valorar y cuestionar críticamente el desarrollo, la producción y uso de la tecnología considerando aspectos económicos, ecológicos y sociales (Hoepken, y Henseler 1996).

A partir de la lectura del texto anterior, la idea de educación tecnológica se concreta en las siguientes características: el conocimiento tecnológico y los procesos constituyen elementos fundamentales de la formación; los métodos se utilizan para pensar tecnológicamente o desarrollar pensamiento tecnológico, lo cual deriva en la invención y la producción. A esto se agrega la capacidad crítica y valorativa de lo hecho, según la consideración de lo social y lo ecológico. Todo lo anterior se refleja en la cantidad de patentes y premios Nobel en los diversos campos del conocimiento y la tecnología (Novas, 2007).

En el contexto educativo alemán, la formación de innovadores se llevó mediante alianzas establecidas entre las instituciones educativas y el sector productivo, denominado formación dual. (Liesering, S., Schober, K., Tessaring, M, 1994).

El caso del Reino Unido

El origen de la educación en tecnología en sus comienzos estuvo influenciado por un fenómeno de índole sociocultural: la Revolución Industrial, que produjo transformaciones en la educación a partir del taller artesanal o industrial hasta la formación en la academia, conocida como educación para el desarrollo de la sociedad. La tendencia de la formación tecnológica es un fenómeno más reciente, la cual surgió en la reunión de Sevres del Consejo de Europa a finales de 1965. Allí se consideraron los contenidos, las metodologías didácticas y las orientaciones de la tecnología. Posteriormente, el informe Porter del Reino Unido refuerza en 1967 el informe Crowther de 1959 "extendiendo la enseñanza de la tecnología a los centros de educación en general" (Romero, 2007: 2).

Con la introducción del currículo nacional en 1989, se hizo énfasis en el proceso de aprendizaje en los niños, el cual es tan importante como el producto. También se reconoció que las formas simples de aprendizaje que realizaban los estudiantes no eran suficientes para enfrentar el mundo del trabajo cambiante de la época. La forma como se desarrollaban asignaturas como ciencia, matemática, diseño y tecnología, daban la oportunidad a los estudiantes de investigar, analizar y resolver problemas, así como pensar crítica y creativamente. O sea, la educación tecnológica y el diseño estuvieron orientados al fortalecimiento de habilidades de pensamiento (Fisher, 1990). Según Binet, el proceso se orienta a descomponer el pensamiento creativo y crítico en un número de partes y ofrecer un rango de actividades para desarrollar estas habilidades. Por su parte, el aprendizaje de los niños necesita tener lugar en un contexto en el cual se dé importancia a la motivación para estimular el pensamiento, algo crucial para su desarrollo (Binet, 1908).

En el Reino Unido la concepción de tecnología y el desarrollo de la educación tecnológica tuvieron como propósito ayudar a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos tecnológicos. El diseño es una parte esencial de la tecnología y se presta una gran atención a ello para aprender a resolver problemas derivados de su utilización. Los estudiantes suelen ofrecer soluciones tecnológicas a problemas que son el fundamento para las patentes industriales. La orientación de este tipo de educación es hacia la alfabetización científica y tecnológica, que se centra en el desarrollo de habilidades para el diseño y la innovación.

La formación tecnológica en el Reino Unido buscó ca-

pacitar a sus ciudadanos para que fueran competitivos en diversos campos del saber y de la vida. Para esto se apoyó en el sistema educativo con la incorporación de la educación tecnológica, que además contribuyó a su adaptación social y a la prosperidad económica, incluido el desarrollo de talento humano en lo tecnológico para la solución de problemas.

El modelo de enseñanza aprendizaje

La educación tecnológica se orientó desde la niñez con base en un proceso denominado "diseño y tecnología" en el cual las ideas son fundamentales y los docentes actúan como mediadores para ayudar a generarlas mediante la acción y la discusión en un ambiente de valoración de lo que piensa el alumno desde niño. "A los niños se les alentó para que piensen creativamente acerca de una variedad de posibles soluciones y no a adoptar la primera idea que tengan. En efecto, el proceso creativo reflejó en gran medida los procesos que los diseñadores experimentaron y su elaboración, además de llevar a cabo la planificación. A través del desarrollo constante de la curiosidad, él o ella aprenden a preguntar; no a aceptar" (De Miranda, 1996).

El modelo del proceso de diseño contempló básicamente la siguiente estructura:

- Proceso creativo: Implicó estímulo, exploración, planificación, actividad y revisión.
- Proceso de diseño: conlleva identificación de una necesidad y de un propósito, generación de ideas y su clarificación.
- La planificación elaboración/evaluación del proceso creativo. Con este proceso se buscó que la imaginación se mantenga activa. Se ha considerado que en la asignatura de diseño y tecnología, en los estudios de casos confluyen habilidades tales como conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis, y evaluación.

El concepto de educación tecnológica

El sistema educativo británico se definió de manera similar al australiano, dados sus vínculos culturales y educativos. Por la relación diseño y tecnología que buscó el fortalecimiento del conocimiento basado en el método del ensayo y error, adicionalmente se buscó la apropiación del conocimiento generalizado más que la adquisición de uno particular. Otro elemento importante en el concepto de educación tecnológica en Inglaterra es la diferenciación que se realizó entre tecnología como fenómeno, los artefactos y la educación en tecnología orientada ésta siempre desde una estructura curricular definida. (Pavlova, 1998). Como en el caso de Alemania, la educación tecnológica en la Gran Bretaña está altamente asociada a las alianzas establecidas entre las instituciones de educación y la industria, con lo

cual se genera un ambiente favorable para la innovación y la formación de innovadores.

El caso de Estados Unidos

En Estados Unidos, se inició en la década de los años setenta un programa interdisciplinario que incluía la tecnología en los currículos como concepto clave y hacían énfasis en ciencias, matemáticas e ingenierías, con el objetivo de definir qué tecnologías, por qué y cómo estudiarlas. Martínez (2006), citado por Niezwida (2009) argumenta que los programas de educación tecnológica representaron un desperdicio de recursos cuando hay inversión solamente en la instalación de equipos y laboratorios, y no en los profesores, que son los verdaderos agentes del cambio. Según él, los programas así pensados no pueden ser implantados con éxito. La tecnología en ese país se trabajó como asignatura integrada a las ciencias naturales (ITEA, 2006).

La educación tecnológica en los Estados Unidos está cambiando de una educación técnica y práctica centrada en artes y oficios manuales calificados, hacia una para el desarrollo de competencias. En este sentido, muchas escuelas han adoptado o están en proceso de adoptar estructuras organizativas que definen un continuo educacional tecnológico que busca el desarrollo de competencias y capacidades transversales y específicas para comprender un mundo lleno de artefactos y participar en la innovación y creatividad de nuevos productos. La educación en tecnología en este contexto, se orienta hacia una educación para la tecnología (Layton, 1992), aunque las aspiraciones a una educación en tecnologías son considerables (AAAS, 1992) como lo es también la alfabetización tecnológica. La propuesta de la educación tecnológica en ese país, transformó la instrucción en las artes industriales tradicionales y los cursos vocacionales de los grados del nivel medio, en una educación tecnológica para el desarrollo del talento humano y la innovación.

El modelo de enseñanza-aprendizaje

En ese país, el modelo de enseñanza de la tecnología o educación tecnológica se reemplazó por un modelo tradicional de formación centrado en artes industriales tradicionales y en los cursos vocacionales exploratorios. Ese modelo se practicó en los grados de nivel medio a manera de cursos directos o en asignaturas integradas con otras disciplinas. A medida que se dio el cambio de una economía eminentemente de manufactura industrial a una economía soportada en la información y el conocimiento en la que prima la innovación tecnológica, el sistema educativo estadounidense asume el reto de estructurar un modelo educativo soportado en "ambientes de aprendizajes activos con experiencias prácticas y centrado en un sistema de enseñanza innovador a medida de un alumno de los grados medios" (Duncan and Biddle, 1999).

La tendencia actual con este modelo propició tres cambios fundamentales: dar el paso de un proceso de aprendizaje de hechos o conocimientos definidos a un enfoque de construcción y aprehensión de conceptos que serán aplicados de forma crítica y creativa; la adquisición de aprendizaje de los procesos tecnológicos con lo cual se desvirtuó la evaluación del aprendizaje que esperaba sólo el resultado; y, finalmente, el desarrollo de un currículo integrado que tuvo como propósito de formación el desarrollo de competencias tecnológicas y de capacidades para interpretar, comprender y evaluar para responder críticamente a las exigencias de un mundo cambiante de la ciencia, la tecnología y la organización del trabajo.

El concepto de educación tecnológica

Como en el caso de Alemania y el Reino Unido, en los Estados Unidos la innovación y la formación de innovadores se llevó a cabo mediante la ejecución de proyectos reales en alianzas estratégicas en las que se involucraron la academia y la industria.

Países como Canadá, Australia y Nueva Zelanda, por razones de tradición cultural y de estrechas relaciones comerciales y de intercambios educativos, presentaron desarrollos históricos, concepciones y modelos de enseñanza muy semejantes a los descritos para el Reino Unido y los Estados Unidos.

El caso de China

La educación en China ha estado más unida a la cultura que a la política. La cultura china ha sido, en efecto, una de las más notables y refinadas del mundo antiguo. En ella ha sobresalido una moral humana, una gran atención a la civilidad y a las buenas maneras, una sensibilidad muy fina con la naturaleza, una arquitectura y una cerámica de gran belleza, una poesía lírica de alta calidad conocida antes que en Europa. Es de anotar que la educación inicial en China era matriarcal y tenía una duración de siete años en la casa paterna y posteriormente eran asignados a una familia donde aprendían las artes de la guerra y la urbanidad de la paz. La educación le servía al adolescente para entrar a la vida pública. A la mujer se le enseñaban las artes domésticas, especialmente el tejido y el hilado. La educación elemental para los niños estaba entre los 7 y 14 años. Esta educación se impartió lo mismo en la casa paterna que en la escuela; el niño aprende a leer y escribir teniendo como base el libro de las tres palabras. Esta educación es memorística y rutinaria. La escuela elemental es una institución universalmente extendida para cumplir la misión de la sociedad. MOST, (2007); CDTI, (2010).

China, desde tiempos inmemoriales y hasta hace 150 años, era el país más poderoso en la historia mundial,

con una gran concepción y creatividad en sus propuestas educativas. Desde la década de las ochenta, ha venido avanzando de una economía orientada al mercado a una economía fundamentada en la creación de programas, como el 863 de alta tecnología, el Spark y el Troch, que sirvieron de apoyo tecnológico a las empresas industriales nacientes y actualmente existentes. Así, el cambio se da de una industria pesada y de defensa y un modelo de investigación lineal, a un desarrollo con armas nucleares y satélites por parte de investigadores y científicos chinos (Shang, 2005); Levy, 2007).

El sistema chino de ciencia, tecnología e innovación con sus ingenieros y científicos buscó, con el apoyo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación generar progreso económico y social, para lo cual desde 1999 el gasto chino en I+D+I se incrementó en el 20% cada año. La meta para el 2020 es que los avances en ciencia y tecnología superen el 60% del crecimiento económico del país y ubicar a China entre los cinco primeros países del mundo en cuanto a patentes y publicaciones científicas. "La nación buscará establecer a corto plazo a una sociedad orientada a la innovación (Hu Jintao, presidente chino). China necesita para esto un entorno de innovación propio a fin de crear tecnologías nuevas y no importar tecnologías foráneas.

El desarrollo científico y tecnológico de China se encarró en aspectos como la promoción de la investigación básica y el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en áreas seleccionadas, la creación de la infraestructura necesaria para la investigación científica y desarrollar recursos humanos en ciencia y tecnología y el estímulo de la excelencia científica y tecnológica. (Thun, 2004; Naughton, 2007; Schwaag-Serger and Breidne, 2007).

Modelo de enseñanza

En ese país el modelo de enseñanza de la tecnología o de educación tecnológica como también suele llamarse, reemplazó el modelo tradicional de formación centrado en artes industriales tradicionales y en los cursos vocacionales exploratorios, para lo cual distribuyó manuales (el método de enseñanza más utilizado) y estableció una relación estrecha entre la teoría y la práctica. Todas las instituciones de educación superior desarrollaron seminarios con sesiones de trabajo práctico, de laboratorio y de trabajo *in situ*; fábricas y granjas están unidas a la educación superior y el estudiante desarrolla un proyecto práctico o productivo asociado a su formación.

La esencia de la educación tecnológica está dirigida a la formación de ingenieros, científicos e investigadores, producto de la inversión en instituciones públicas tecnológicas, universidades y laboratorios nacionales. Estas instituciones

además, son centros de investigación en nanotecnología, nanociencia, software, protección ambiental y nuevos materiales; o sea, son lugares de producción de innovación y tecnología de punta. Esta relación es un enlace entre la ciencia y la industria.

Desde el punto de vista de su ubicación, estas instituciones y universidades no están redistribuidas por todo el país, sino que están agrupadas en Beijing y Shanghái (Yang, 1997). Además, contribuye al desarrollo de la educación tecnológica la gran cantidad de empresas de chinos llegadas con educación tecnológica, especialmente de Estados Unidos y Europa, las cuales que se instalan en los grandes parques tecnológicos; es la versión "vuelta a casa" que genera grandes cambios en lo tecnológico y lo económico. Asimismo, la creación del parque universitario que busca una interfaz entre la universidad y la industria para el desarrollo de la alta tecnología y la creación de universidades de clase mundial centradas en la investigación y la inversión y con apoyo económico del Estado y estímulos tributarios para la creación de universidades virtuales, que otorgan grados de máster y PhD, forma personal con habilidades para crear empresas.

La concepción de educación tecnológica

Es un espacio académico y de enseñanza que permite formar un perfil en los estudiantes desde los niveles más básicos hasta el nivel universitario. Hay una gran relación entre la academia y la empresa con esta alianza y se logran diversos contextos de formación que son escenarios para potenciar el desarrollo de capacidades de innovación en los estudiantes; así podemos decir que los innovadores se forman en ambos contextos. La formación de científicos e ingenieros con altos conocimientos tecnológicos que agregan valor a la industria y la economía china, producto de su formación inicial y complementada con estudios superiores en el exterior, permite trabajar proyectos reales en los que se crean nuevas empresas y forma estrechos lazos con empresas creadas en los diversos países donde estudiaron y trabajaron. En estas empresas se desarrollan productos innovados, están siempre cerca del mercado, enfocados en él y dirigidas hacia él.

El caso de Japón

El nacimiento de la educación japonesa se dividió en cuatro momentos:

1. Un proceso de reestructuración de las instituciones políticas y sociales con el propósito de enfrentar la industrialización del país. Algunos de los aspectos para mejorar esta transformación fueron: el fortalecimiento de la infraestructura industrial, la capacitación de estudiantes en el exterior, la contratación de docentes extranjeros y la impor-

tación de libros y revistas. Todo esto con el fin de fortalecer los procesos de enseñanza al igual que las universidades, las cuales no sólo se dedicaron a impartir la educación en sus aulas, sino que aprovecharon la llegada de profesores extranjeros para vincularse al campo empresarial y hacer un aporte al desarrollo científico tecnológico en general.

2. Desarrollo de una legislación con el fin de crear un sistema de universidades imperiales que fundamentalmente estuviera al servicio de las necesidades del Estado. A partir de este momento, la educación se convirtió en bastión de todo aprendizaje y tuvo como objetivo la formación hacia la ciencia aplicada y hacia la tecnología. En el campo industrial, la orientación se dirigió hacia la producción textil y otras industrias livianas. A partir de la derrota en la guerra, a finales de 1945, el gobierno decidió plantear una transformación en el sistema educativo que lo llevó al desarrollo científico y tecnológico que caracterizó esta sociedad.

3. En Japón, como en los países asiáticos, la educación tecnológica o tecnología, como parte de la educación básica, se inició con la incorporación de las manualidades en primaria y, posteriormente, con la inclusión de la enseñanza de oficios en la educación secundaria, donde el sistema educativo desarrolló un conocimiento general para la gran masa de la población (Tokugawa, 1603; citado por Loaiza, 2004).

4. Absorción de nuevas tecnologías modernas, que permitió a los estudiantes y a los trabajadores adquirir las competencias básicas para asumir los nuevos procesos. El espíritu práctico de esta actividad era la industrialización que requería trabajadores que contaran con conocimientos y habilidades laborales. En las últimas décadas la educación tecnológica se orientó hacia una formación para el trabajo con una concepción de tecnología como ciencia aplicada, la innovación y la invención marcan la madurez del proceso de transferencia, difusión y adaptación tecnológica.

Modelos de enseñanza

A través del desarrollo histórico de la humanidad se ha resaltado la importancia que tuvo la fuerza de trabajo en el progreso de las naciones. En el caso japonés, su desarrollo partió de una nación agrícola que avanzó hacia una industrialización y con el apoyo de políticas externas occidentales logró consolidar un sistema educativo centrado en la teoría del capital humano. Allí, la alianza entre la empresa y el Estado consolidó una experiencia concreta sobre la apropiación y la producción de conocimiento científico y tecnológico, con un sistema educativo coherente y exigente dirigido a la competencia y la eficiencia, que le permitió llegar a ser una potencia mundial. Todo esto gracias a una política sólida y de apoyo económico a largo plazo en todos los sectores. El sistema educativo va de acuerdo con las necesidades del Estado y de su sociedad (Rodríguez, 2006).

Concepción de educación en tecnología

En este país se concibe la educación tecnológica o tecnología como una actividad creativa que procura satisfacer necesidades y demandas a partir del análisis de oportunidades y del desarrollo de productos tecnológicos. Los contenidos y los recursos se desarrollaron a través de la metodología de resolución de problemas prácticos.

El desarrollo científico y tecnológico, los cambios económicos y los nuevos problemas sociales, hacen pensar en la educación tecnológica como un camino para acercar a los estudiantes al mundo industrializado a través de la formación de competencias prácticas y cualificación del talento humano capaz de pensar creativamente y resolver problemas. Esta prescripción sugiere que hay una considerable ampliación de las perspectivas. De pasar de una educación para la tecnología (Gilbert, 1995; Eggleson, 1992, Layton, 1993; Argüelles, 1999) hacia una educación en tecnología, que tiene en cuenta la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad del conocimiento y reconoce la tecnología como un proceso teórico-práctico.

La capacidad de innovación no se alcanzó solo con la experiencia laboral. Esto obligó a contar con el apoyo de una formación técnica y es por esta razón que se hicieron importantes la educación y el entrenamiento en el Japón. Autores como Mesthene, (1970) en sus reflexiones a finales de los años setenta, plantearon que la tecnología se puede describir en tres niveles: el que se concibe como un nivel elemental que implicó la producción de cambios en los artefactos; con un mayor nivel de complejidad se le suma al artefacto la cantidad de trabajo y las habilidades directivas; se asume la tecnología como un fenómeno socio tecnológico, lo cual significó que, aunado a las transformaciones y la incorporación de materiales y artefactos, la tecnología transformó el entorno cultural y social.

El caso de Chile

El vector educativo se movió hacia el fortalecimiento de la enseñanza de un segundo idioma: las matemáticas y el lenguaje. Esto se reflejó en el aumento de las horas dedicadas a su enseñanza como una propuesta para mejorar la calidad de la educación, en detrimento de otras áreas como la educación tecnológica. Estos cambios se originaron debido a que la enseñanza científica no dio cuenta por sí sola de los hechos tecnológicos; y por otro lado, el sistema de educación técnica no permitió dar un significado a la tecnología en la escuela. Es así como se eliminan las clases de técnicas manuales y se da espacio a una nueva clase llamada educación en tecnología. Este fue uno de los mayores alcances de la reforma educativa de 1997, de donde se tomó el siguiente texto:

La reforma educativa de 1997, no sólo es importante por la innovación que traía consigo, su instalación obedeció a la promesa de desarrollo económico y nuevas competencias de inserción en los procesos sociales, que demandaron agilidad en la enseñanza-aprendizaje, incorporación de nuevas tecnologías e inclusión de nuevos contenidos, frente al ofrecimiento de desarrollo científico-tecnológico requerido por países como el nuestro que aspiraban a integrarse en la llamada sociedad del conocimiento y la información. (Romero,2009).

La concepción de fortalecer la educación en inglés, matemáticas y lenguaje, remite al principio de autoridad del método escolástico de finales del siglo VIII. La concepción de tecnología en la educación chilena se orientó a la formación de estudiantes con habilidades y capacidades para desempeñarse en forma efectiva en un ambiente tecnológico, el mejoramiento de su entorno y conocimientos necesarios para identificar y resolver problemas. Lo anterior hace un aporte al estudiante para comprender un mundo lleno de artefactos tecnológicos y ser consumidores críticos, informados y éticos.

El modelo de enseñanza

La educación chilena se caracterizó a partir del siglo XIX por el desarrollo de las operaciones básicas y de formación para el trabajo. Una vez superada la era colonial, Chile decidió por sí mismo las directrices que guiaron su educación y asumió una corriente de pensamiento sustentada en la educación francesa. En ese momento se estableció el modelo academicista o tradicional en Chile, centrado en la enseñanza. Posteriormente, se asumió el modelo constructivista y cognitivo orientado al trabajo por proyectos y a la metodología de resolución de problemas como herramientas claves en la formación para el quehacer contemporáneo. Se orientó así la asignatura de educación en tecnología hacia el desarrollo de capacidades relacionadas con la innovación y el emprendimiento.

En el contexto chileno se buscó formar estudiantes innovadores con competencias para la inserción en los procesos sociales, la incorporación de nuevas tecnologías e inclusión de nuevos contenidos para enfrentar el desarrollo científico-tecnológico y para comprender el mundo de lo artificial.

La concepción de educación tecnológica

En Chile se entendió la educación tecnológica como "un proceso educativo que permitió a los estudiantes el desarrollo y la aplicación de competencias para comprender el mundo artificial y analizar sus impactos sobre el medio ambiente, la vida humana y los cambios sociales y para la proposición y elaboración de soluciones tecnológicas como respuesta creativa a necesidades detectadas" (Rome-

ro,2007:5). Así mismo, la tecnología se entendió como "Una actividad social centrada en el saber hacer, que mediante el uso racional, organizado, planificado y creativo del conjunto de los recursos materiales y de la información, propios de un grupo humano, en cierta época, brinda respuestas a las necesidades o demandas sociales en lo que respecta a la producción, distribución y uso de los bienes, procesos y servicios, los cuales se trabajaron en los currículos de la educación básica" (CBCEGB, 1995). A diferencia de los países ya analizados, en Chile no se apreciaron alianzas entre las instituciones educativas y la industria que potenciaran y promovieran la innovación y la formación de innovadores.

El caso de Brasil

En la década de los noventa, en el marco de la Conferencia Mundial de Educación para Todos, diversos países, entre ellos Brasil, iniciaron reformas curriculares a partir de las cuales la educación tecnológica ganó un espacio en la educación obligatoria y se planteó la formación de profesores específicos en el área de tecnología para responder a estas nuevas exigencias de naturaleza social y económica.

La educación brasilera maneja una serie de lineamientos de transferencia tecnológica que responde a los momentos históricos del desarrollo científico y tecnológico, y parte de las artes y oficios hasta la organización de un sistema de enseñanza técnico profesional que hoy pierde terreno y da espacio a una formación en tecnología que hay que ubicar en toda su amplitud y profundidad para responder a las exigencias de los contextos internacionales y su adaptación a las políticas gubernamentales, en lo tecnológico y en el campo industrial.

En este país, la educación tecnológica involucró diferentes actores y modalidades de formación y contó con el apoyo de asociaciones de empresarios, instituciones y gobierno. Además, consideró diversos factores que permitieron asegurar la flexibilidad y el compromiso necesario con el trabajo de la educación en tecnología para su pleno desarrollo. Se procuró de esta manera el fortalecimiento de las relaciones con el sistema productivo, la renovación de los contenidos curriculares, el enfoque multidisciplinar e interdisciplinar, el incentivo a la creación de modelos alternativos e innovadores y la elaboración de proyectos y sus etapas de desarrollo (Bastos,1991).

Modelo de enseñanza

El trabajo de la educación técnica y tecnológica ha seguido la lógica de las artes industriales en artes y oficios, notándose una ausencia en los currículos (Buch, 1999). Sin embargo, la tendencia actual está dirigida a la cualificación del capital humano en competencias para responder a los nuevos cambios científicos y tecnológicos y a las nuevas tendencias del trabajo. Este tipo de formación respondió a las políticas del Estado y a las lógicas de los mercados que

trazaron la línea del qué hacer y qué formar en educación; también busca el fortalecimiento de la aplicación de las TIC.

La educación en tecnología en las escuelas brasileras no nació con vida propia; quedó ceñida a la educación técnica que marcó el sistema educacional de ese país con dos vertientes: la propedéutica, para la élite, y la técnica, para las clases populares. Con el establecimiento de los parámetros curriculares nacionales para enseñanza media (PCNEM, 1999), se adoptaron principios curriculares que incorporaron la tecnología como componente en el área de las ciencias de la naturaleza y sus tecnologías (Santos, 2006; Niezwida, 2009; Estrada *et al.*, 2003). En la actualidad, la educación tecnológica se orienta a la innovación y difusión tecnológica con el fin de dar respuesta a las exigencias del progreso técnico y el surgimiento de un nuevo paradigma organizacional y se dirige al uso de artefactos. La educación técnica tiene una larga experiencia desde su nacimiento en los años treinta, pero hoy viene en decadencia el sistema de enseñanza técnico profesional que responda a las exigencias de un nuevo paradigma tecnológico.

La concepción de educación tecnológica

Esta concepción planteó límites diferenciados entre los procesos de formación en el ámbito técnico profesional de niveles medio y superior, con miras a fortalecer las capacidades de los trabajadores para desempeñarse en diversas actividades. La formación tecnológica es un proceso teórico-práctico orientado a la preparación para el mundo del trabajo. Responde a necesidades sociales, culturales y regionales, a la relación empresa- instituciones educativas oficiales y al seguimiento frecuente de las transformaciones de la ciencia y la tecnología. En este sentido, pugna por características de esta transformación como cualificación, flexibilidad, organización, educación permanente e incentivo al conocimiento constante de los trabajadores. Lo anterior demanda el aporte de la academia a la formación de sujetos y para esto trabaja integrada a la educación fundamental y universitaria, con el fin de fortalecer la base técnica y la innovación tecnológica como elemento clave para el desarrollo social y económico del Brasil (Bastos y Sousa 1991). En el contexto brasileño se percibió una tendencia hacia el logro de alianzas estratégicas entre las instituciones educativas y la industria para el desarrollo de innovaciones tecnológicas y para la formación de talento humano innovador.

El caso de Colombia

El surgimiento de la educación en tecnología está precedido de toda una cadena de antecedentes que se trazaron desde los años sesenta y setenta (e incluso antes) con la formación de los institutos técnicos industriales, la creación del Sena y posteriormente los Inem y el Instituto

Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, específicamente con la creación de la División de Educación en Tecnología y Ocupacional, cuya función principal era la difusión del discurso oficial para esta nueva modalidad educativa (MEN, 1974, citado por Jirón, 2008). La Ley 749 de 2002 estableció los ciclos propedéuticos para la formación de técnicos y tecnólogos, (analizada por Gómez, 2002) y la articulación con la educación superior.

Tradicionalmente en Colombia, las políticas sobre educación en general, y sobre educación en tecnología en particular, no tienen origen en iniciativas propias e independientes. Normalmente se encontraron muy ligadas a macropolíticas de desarrollo y transferencia tecnológica formuladas por organismos internacionales o instancias supranacionales, como el Banco Mundial, la Unesco, el Banco Interamericano, la OMC y el Banco Interamericano de Desarrollo, entre otras (Jirón, 2008).

En un nivel mucho más concreto e incluso operativo, estas macro políticas se plasman en normas y documentos emitidos y acogidos por el Ministerio de Educación Nacional a través de sus diferentes dependencias. Para el caso de la educación en tecnología, las políticas más recientes se encuentran enunciadas en los estándares establecidos para la llamada novena área en el contexto de la Ley General de Educación o Ley 115 de 1994. En términos generales, las políticas oficiales para la educación en tecnología se pueden expresar de la siguiente manera:

“Motivar a niños, niñas, jóvenes y maestros hacia la comprensión y la apropiación de la tecnología desde las relaciones que establecen los seres humanos para enfrentar sus problemas y desde su capacidad de solucionarlos a través de la invención, con el fin de estimular sus potencialidades creativas. Queremos que la distancia entre el conocimiento tecnológico y la vida cotidiana sea menor y que la educación contribuya a promover la competitividad y la productividad”. (MEN, 2008: 3).

Como se observa, se destaca en las primeras líneas de la política del gobierno la comprensión y apropiación de la tecnología ya existente y sobre esta se da a entender que el desarrollo de la tecnología consiste en innovarla, lo cual significa, además, continuar en la dependencia de transferencia de tecnología hacia el país.

Modelo de enseñanza

El modelo educativo, al igual que las políticas que se aplicaron en el sistema educativo colombiano, son modelos foráneos. Las estrategias que se desarrollaron en esa área son variadas debido a que no se aplicaron los estándares de competencia para el área; por lo tanto, las estrategias didácticas son diversas como el trabajo por proyectos, la solución de problemas, el análisis de objetos y el uso de paquetes informáticos.

Se puede reiterar que el trabajo de la educación técnica y tecnológica siguió la lógica de las artes industriales en artes y oficios; sin embargo, la tendencia hoy está dirigida a la cualificación de capital humano en competencias para asumir los nuevos cambios científicos y tecnológicos y las nuevas tendencias del trabajo. Este tipo de formación responde a las políticas del Estado y a las lógicas de los mercados las cuales trazan las líneas para formar en educación en tecnología. También buscan el fortalecimiento de las TIC, como sucede en otros países de América latina.

El Ministerio de Educación Nacional publicó en 1996 la propuesta de educación en tecnología para la educación básica dentro del programa, denominada *Educación en tecnología siglo XXI* (PET 21). Entre las características más relevantes de este modelo se describen las siguientes:

- Se concibe la tecnología como un campo interdisciplinario y como tal es factor de integración curricular para romper con el modelo tradicional de formación organizado mediante áreas o asignaturas y que da prioridad a la relación unilateral maestro-alumno en ambientes rígidos y cerrados. El modelo recupera lo que históricamente se ha entendido como currículo integrado.
- La educación en tecnología implica flexibilidad; una escuela abierta, horizontal en su organización y participativa, en la que las necesidades de niños y jóvenes sean importantes.
- La misión se orientó a capacitar a los estudiantes en la vida y para la vida, como preparación para el mundo del trabajo y en procura de su desempeño social exitoso.
- En los niveles básico y medio no se trató de formar tecnólogos ni de solucionar los problemas nacionales, sino contribuir al mejoramiento cualitativo de la educación.
- Según la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, estará enfocada a las comprensiones generales de nuevos instrumentos, de competencias básicas requeridas para conocer las lógicas internas y de las estructuras de los sistemas y procedimientos del entorno tecnológico.

Estas son las características que se destacan en la propuesta (PET 21), para la educación en tecnología, que termina finalmente con la contradicción entre formar para la tecnología o formar en tecnología y así se constata literalmente: "En razón a los presupuestos planteados, la educación en tecnología se asumió como el proceso permanente y continuo de adquisición y transformación de los conocimientos, valores y destrezas inherentes al diseño y producción de artefactos, procedimientos y sistemas tecnológicos. Apunta a preparar las personas en la comprensión, uso y aplicación racional de la tecnología para satisfacción de las necesidades individuales y sociales" (MEN, PET.XXI 1996). Dicha contradicción explícita concibe por una parte adquirir las destrezas para el diseño y producción de artefactos (formación en

tecnología) pero luego indica que se trata de preparar para la aplicación racional de la tecnología o sea, formación para la tecnología. Esta concepción es ambigua y no se define por el modelo de educación en tecnología.

Este tipo de ambigüedades de si formar para la tecnología o en tecnología, es lo que conduce a que el área de tecnología e informática termine orientándose con el primer modelo de formación para la tecnología, que tiene una gran tendencia de aplicación en los países dependientes como Colombia, Chile, Brasil y en general Latinoamérica. Por el contrario, como se mostró con cada país desarrollado (Alemania, Inglaterra y Estados Unidos) estos asumieron en la práctica la formación en tecnología a partir de la educación básica. En Colombia es difícil implantar este modelo debido a que las instituciones educativas no cuentan con la infraestructura tecnológica para que los estudiantes y docentes innoven o creen en ambientes tecnológicos. Si el modelo colombiano es sesgado por las TIC, es porque no tiene la dotación requerida ni siquiera para ser recicladores de tecnología, como lo están haciendo actualmente Brasil y Argentina.

Brasil, cuyo desarrollo económico y tecnológico se inició en los años noventa, no ha podido siquiera desarrollar un modelo de educación en tecnología. Las políticas del Estado le permitieron crear las condiciones y estímulos para el ingreso de grandes empresas multinacionales dedicadas a la productividad de bienes de alto valor agregado con avanzadas tecnologías. No obstante, sigue siendo un país dependiente tecnológicamente, pues al ingresar las grandes empresas que se fusionan inclusive con las empresas nacionales, lo siguen limitando a ser un país tecnológicamente dependiente porque las patentes de todo lo que se haga en tecnología siguen perteneciendo a capitales extranjeros y el reciclaje de la tecnología continúa en poder de países como China y Japón.

Dadas estas condiciones de dependencia tecnológica, países emergentes como dependientes en tecnología, a saber, Colombia y Chile, no aprovecharon su época para situarse en niveles productivos como Brasil y en el caso de Chile podemos ver que su futuro en desarrollo de tecnología y por tanto de la formación en tecnología es incierto. Chile, como país exportador de materias primas como el cobre, se mantiene como país dependiente desde los años noventa y como exportador de bienes y servicios tiene una economía débil y vulnerable frente a las crisis internacionales, como lo expresa Moguillansky (2012): "Los grupos económicos y el capital extranjero invirtieron en actividades que procesan recursos naturales y en industrias vinculadas a la construcción, al sector financiero, al comercio y a las áreas de infraestructura. No lo hicieron en sectores donde el valor agregado y la tecnología juegan un papel prepon-

derante. Tampoco hay señales de que lo harán en el futuro". Igual ocurre con Colombia, con políticas económicas y educativas para generar tecnología como ocurre con los países recicladores.

Desde el punto de vista epistemológico, Colombia ni siquiera recicla tecnología, como lo hacen China y Japón, que traen la tecnología, la desagregan (ingeniería inversa) y la innovan para mejorar el ciclo mundial de la tecnología con nuevo valor agregado. Ellos generan nuevo conocimiento. No se puede esperar, entonces, que Colombia lo haga con las TIC y mucho menos con la producción de bienes que demandan tecnologías más sofisticadas. En Colombia, el desarrollo de tecnologías livianas (como el desarrollo de software y multimedia realizado en empresas como Parquesoft en alianza con instituciones educativas, industriales y de servicios), sigue siendo un caso aislado y no una política sostenida a largo plazo por parte del gobierno.

La concepción de educación en tecnología

La incorporación de la educación en tecnología es un reto para el desarrollo del país (si se quiere llegar a ser competitivos) por una variedad de razones: formar parte de una cultura tecnológica y social moderna, lograr el desarrollo de capital humano y la solución de problemas tecnológicos.

"En este sentido entender la educación en tecnología como un campo de naturaleza interdisciplinaria implica considerar su condición transversal y su presencia en todas las áreas obligatorias y fundamentales de la educación Básica y Media" (MEN, 2008,3).

Con el paso del tiempo y de manera más acelerada en las últimas décadas, se han producido y acumulado conocimientos, procedimientos, diseños y construcción de productos y artefactos dirigidos a suplir necesidades y a transformar el medio natural y artificial en beneficio del ser humano, en lo que se ha llamado la tecnología. Como parte y expresión de una cultura que es, la tecnología también integra los legados de una generación a la otra. Así, la educación en tecnología, en palabras de Gennuso (2000) no es formar "tecnólogos, ni técnicos", sino analizar y reflexionar para conocer la realidad e intervenir en ella. La tecnología se presenta como un medio eficaz para transferir de una generación a otra todo el acumulado tecnológico y sus desarrollos logrados en la vida de una generación, e incluso de las anteriores.

La educación en tecnología, a pesar de su significado difuso y polisémico en el espacio escolar, debe orientarse a la construcción de estructuras de pensamiento tecnológico y al desarrollo de potencialidades humanas y competencias de docentes y estudiantes, para comprender el mundo natural y artificial, transformarlo y participar críticamente en su continua construcción y reconstrucción (Soto, 2000).

El logro de los propósitos anteriores exige una escuela abierta, con organización participativa de todos los estamentos que la conforman, sin exclusión o discriminación, para que las necesidades y los valores de los niños sean prioritarios. Por lo tanto, esta formación se iniciará desde temprana edad, máxime cuando los niños, en materia de tecnología, son más curiosos y dados a interactuar con ella, en comparación con los jóvenes y con los adultos. De forma general, cualquier actividad que realiza un sujeto se vincula con una serie de herramientas con un alto grado de elaboración, tras la cual existe un proceso tecnológico complejo (Cardwell, 1996; Cajas, 1999; Buch, 2003).

Dependencia tecnológica y formación tecnológica

¿Cuál es la razón que explica que un país logre alto desarrollo tecnológico y a la par un modelo exitoso en su contexto histórico de educación tecnológica? La explicación del desarrollo de la tecnología y la educación tecnológica se da porque cada país en su momento histórico, supo explotar sus recursos naturales para la obtención de materias primas para producir bienes y suplir el mercado internacional, para lo cual define políticas de largo plazo y las sostiene hasta alcanzar niveles altos de competitividad. Esta razón explica, por ejemplo, el caso de Inglaterra, que logra crear un modelo de educación para el desarrollo industrial de la sociedad y formar al ciudadano en la aplicación del conocimiento en la producción.

El modelo alemán, distinto al inglés, desarrolló un modelo de educación para la ciencia y por eso es un país que se puede dar el lujo de tener más de noventa premios Nobel y ser ejemplo en el mundo del desarrollo científico y del modelo educativo de formación dual, que incluso a países europeos les cuesta implementar como España e Italia. Porque existen múltiples trabas para integrar la educación con la empresa, como lo hacen con alto rigor los alemanes desde las políticas gubernamentales y los empresarios se disponen a cumplirlas. Un ejemplo, dice mucho o quizá todo de lo que ocurre en Colombia de su riqueza natural. Alemania no produce un grano de café, pero con el desarrollo de la química y el procesamiento de los bultos que importa es capaz de producir tres veces más las divisas que genera Colombia con su agricultura. Es triste ver a los estudiantes en la educación básica y en la educación superior buscando procesar algunas frutas y su combinación, al igual que la elaboración de algunos dispositivos electrónicos con algún escaso apoyo económico como el que ofrece el fondo *Emprender*. Es decir, en Colombia no hay políticas de sostenibilidad a largo plazo.

Otro ejemplo ilustrativo para Colombia es el caso de Japón, que con su política de calidad total logra sacar al país del atraso en que quedó después de la Segunda Guerra

Mundial y situarlo en los altos niveles de investigadores de la tecnología para invadir al mundo con sus productos y alcanzar con las empresas los centros de investigación y centros de desarrollo tecnológico donde se forman los innovadores haciendo reingeniería e ingeniería inversa, con los productos y marcas de tecnología en el mercado. Este país, como China, son imitadores de los modelos de enseñanza en tecnología. Mientras los países de modelos de enseñanza europeos que se describen en este artículo lograron los modelos clásicos de educación en tecnología y educación para la ciencia, Estados Unidos logró imitarlos e implementarlos a tal grado que se situó en el liderazgo mundial de la tecnología, en tanto que países como Brasil y Chile se convierten en los desarrolladores de tecnología pesada como aviones y automotores, entre otros. Manteniendo esta transferencia de tecnología con la dependencia a países desarrollados siguen sosteniendo modelos de educación atrasados como el caso de Brasil, Chile y Colombia que desarrollan modelos educativos consumidores de tecnología.

Por eso no es extraño que se haya encontrado en los lineamientos de política del gobierno sobre orientaciones para el área de tecnología e informática un modelo que cada institución de forma indisciplinada interprete y oriente el área hacia el uso de software y el hardware. Es decir, Colombia vivirá muchos años de atraso mientras siga orientando la formación de sus ciudadanos sin una verdadera política para transformar, producir e innovar a la par con el desarrollo científico y tecnológico de la industria moderna.

Llama la atención que el enfoque que le dan las instituciones educativas al área de tecnología e informática no haya despertado a la fecha un fuerte debate sobre el sentido dependiente y consumista de la tecnología con que se está enfocando, debate que podría tener importancia si se tienen en cuenta los problemas del país en cuanto a que no existe ni se vislumbra en el corto plazo la creación de un centro de investigación y desarrollo tecnológico apoyado por el gobierno con políticas de largo plazo. Hubo simplemente ideas que circularon al margen de las instancias de poder del gobierno, como la intención de unir a Colciencias con el Sena para que este se convirtiera en dicho sistema especializado en la generación de tecnologías. El debate cobraría mayor importancia si se diagnostica y valora lo que sin un importante apoyo económico han podido hacer en investigación centros como ASTIN u otros centros de apoyo a la industria con base en la investigación.

Por una parte, los debates que ha enfrentado el país para contar con recursos que vayan más allá de los aportes que por ejemplo, hace el Sena a Colciencias para investigación, no son suficientes y por la otra no logran ni siquiera repercutir en las instancias del gobierno para dar el apoyo

al desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia, situación que se refleja en el puesto que ocupa frente a los países latinoamericanos con respecto a la investigación.

Reflexiones finales

A partir de las descripciones anteriores se puede afirmar que los desarrollos realizados acerca de la educación en tecnología se han logrado con fundamento en una lógica que se extiende desde las artes y los oficios, pasa por la incorporación de la formación técnica para generar crecimiento económico y social y llega a la formación tecnológica. Sin embargo, esta tendencia no es uniforme en todos los países mencionados. Tales desarrollos han estado asociados a las características propias de una época histórica particular y a los diferentes grados de desarrollo tecnológico alcanzados en cada caso y, por tanto, a necesidades específicas de formación de talento humano para la resolución de necesidades sociales específicas.

Puesto que el concepto de educación en tecnológica por extensión comprende todo lo que tiene que ver con las múltiples formas y modelos con los que se orienta el aprendizaje para el desarrollo de la tecnología, en Colombia, se puede decir que el modelo predominante, como ya se ha indicado, es el de la educación para la tecnología, lo cual nos sigue manteniendo en el atraso y la dependencia tecnológica. El país no se ha podido integrar a un sistema mundial de circulación y valor agregado de la tecnología, como ha ocurrido con Chile y Brasil. Los dos pudieron en corto tiempo pasar de ser ensambladores de artefactos tecnológicos, como carros el uno y computadores el otro, a tener sus plantas propias de producción, por ejemplo, la planta de Volkswagen, que es alemana, la Ford que es norteamericana hasta inclusive producir aviones y tener la capacidad de comprarle a Colombia la empresa Avianca, es decir, el capital colombiano representado en marcas tan importantes como Avianca, para sostenerla, y tan grave es que ni siquiera el servicio de transporte logra tener la calidad que hoy ofrece la empresa con nuevos dueños. Se podría seguir enumerando múltiples casos en los que Colombia no fue propicia para tener un talento humano calificado en tecnología, que hiciera que las empresas nacionales e internacionales no se fugaran, como sucedió con Eveready y Fruco. Sin duda, los últimos gobiernos colombianos han podido aumentar la inversión extranjera en el país. Pero, ¿de qué sirve atraer el capital extranjero para el desarrollo de las empresas, si en esta no se tiene en consideración el rubro de inversión en ciencia y tecnología?. Esto significa que tanto el ingreso de inversión extranjera como de tecnología no repercute en la inversión ni en la formación tecnológica en general.

Se observó también cómo de manera paulatina se incorpora la educación tecnológica, con diferentes denominaciones a las escuelas y colegios de todos los países, dado que se mira la educación en tecnología como elemento clave para el futuro laboral de niños y jóvenes. Este tipo de educación tiene una intencionalidad que es en su gran mayoría la formación del talento humano para las empresas. La incorporación de la educación en tecnología responde a unas lógicas del desarrollo científico, tecnológico y de innovación que dan respuestas a requerimientos de estructuras hegemónicas que llegan a los países y no dan respuesta a las necesidades de cada contexto en particular en los países de América Latina.

La inclusión de la tecnología como área de estudio en los currículos de diferentes países es bastante reciente (Martínez, 2006), la cual está muy relacionada con actividades de artes y oficios y proceden de disciplinas con características prácticas. Históricamente, la tecnología fue desestimada por las élites sociales y considerada una actividad inferior. La desvalorización de la tecnología en la educación escolar se relaciona con las propuestas platónicas que menospreciaban el aspecto práctico y defendían el predominio teórico y académico en el campo de la educación (Gordillo y Galbarte, 2002).

En relación con los modelos de enseñanza, se observó una gran disparidad de aproximaciones asociadas con el concepto de educación que se adopte y con los fines que se persigan con ella. Si bien en los países científica y tecnológicamente más avanzados las alianzas entre la industria y las instituciones educativas son el escenario por excelencia para la innovación y la formación de innovadores, estas condiciones apenas comienzan a observarse en los países mencionados de América Latina.

Por otra parte, en los países menos desarrollados el modelo es la dependencia y la transferencia tecnológica; la inversión en educación es muy baja por parte del Estado y eso se ve reflejado en el número de patentes que mostró la producción intelectual de sus científicos e investigadores. No se investiga para producir. La formación es hacia la apropiación de información y no de conocimiento y mucho menos de desarrollo de pensamiento tecnológico para transformar e innovar. Se nota la falta de profesores cualificados en su gran mayoría para comprender el cambio tecnológico y las transformaciones del siglo XXI.

Finalmente, como recomendación es pertinente resaltar que, dada la importancia que reviste la tecnología en el desarrollo de las sociedades modernas, es necesaria la inclusión de la educación en tecnología en los currículos de los diferentes niveles educativos, no solamente para lograr una alfabetización tecnológica en todos los miembros de una sociedad sino también para impulsar y estimular la formación para la innovación, el desarrollo del pensamiento

tecnológico y la formación de científicos e investigadores que se reclama en la actualidad.

Todo lo anterior tiene concreción y validez siempre y cuando haya una política, unos lineamientos y unos estándares que respondan al desarrollo del pensamiento tecnológico y a la producción científica y tecnológica industrial y no para el consumo de tecnología. Esto exige alta inversión, como se ha hecho en los países que se han exemplificado como modelos de gestores de la ciencia y la tecnología

Referencias

- AAAS. American Association for the Advancement of Science. *Science for All Americans: summary report*. American Association for the Advancement of Science: Washington, D.C. 1989
- ARGÜELLES, A. La educación tecnológica en el mundo. Editorial Limusa, S.A. DE C.V. Grupo noriega editores. Balderas 95, México, DF. 1999
- BASTOS, L, SOUSA, J. A. *educacao técnico- profesional- Fundamentos, perspectivas y Características de la educación tecnológica*. Brasilia: SENETE/ MEC. 1991
- BINET, A. *L'année psychologique*, quoted in the Hadow report (1931) HMSO. 1908
- BRONOWSKI, J. *El ascenso del hombre*. Fondo Educativo Interamericano. Edición en Español. Bogotá. Colombia. 1983
- BUCH, T. *CTS desde la perspectiva de la educación tecnológica*. Revista iberoamericana de Educación 32. [en línea] <http://www.campus-oei/revista/rie32a07.htm>. 2003
- BUCH, T. *La alfabetización científica y tecnológica y el control social del conocimiento*. Revista Redes, v. 6, n. 13, p. 119-136. 1999. [en línea] <<http://www.cab.cnea.gov.ar/gaet/RedesMay99.pdf#search='Tom%C3%A1s%20Buch%20redes%20vol%20VI'>>
- CAJAS, F. *Public understanding of science: using technology to enhance school science in everyday life*, en: International Journal of science Education, 11(2):765-773. 1999- [en línea] <http://www.rioei.org/rie28a05> Consultado el 5 de Marzo de 2010
- CARDWELL, D. *Historia de la tecnología*. Madrid: Alianza universidad. 1996
- CENTRO PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL CDTI. *Guía para la colaboración con China en I+D+I*. 2010. [en línea] www.iberchina.org/index.php?option=com_content&view=arti. Consultado el 30 de Agosto de 2012
- CBCEGB. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. *Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica*. PP. 212 a 249. 1995. Citado por la sigla CBCEGB. Buenos Aires. [en línea]http://wapp.mineduc.cl/Ded_Publico/que_es_el_fonide Consultado el 07 de Noviembre de 2011
- CROWTHER Ministry of Education, Central Council for Education, Inglaterra, p.15-18. 1959. [en línea]www.doredin.mec.es/documentos/00820073002788.pdf. consultado el 17 de septiembre de 2012
- DAUMAS, M. *Las grandes etapas del proceso técnico*. Fondo de cultura económica. 1983
- DE MIRANDA, MICHAEL A AND JAMES E. FOLKESTAD. Colorado State University. *Technology Education and Training, Department of Manufacturing Technology and Construction*

- Management, Fort Collins, CO 80523-1584, USA. En UNESCO, CONTACTO: Boletín Internacional de la UNESCO de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental.(24). 1996 París: UNESCO. [en línea] <http://unesdoc.unesco.org/imagenes/001/001464>.
- DE VRIES, M. DE, AND TAMIR, A. «Preface», en: International Journal of Technology and Design Education, número. 7: 1-2. 1997
- DUNCAN AND BIDDLE. *The Study of Teaching*, New York: Holt, Rinehart, and Winston. En UNESCO, CONTACTO: Boletín Internacional de la UNESCO de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental p. 24 UNESCO. París. 1999
- EGGLESTON, J. *Teaching design and technology*. Open University Press: Buckingham. 1992
- ESTRADA, F. *et al.* La formación docente en tecnología. Congreso latinoamericano de
- Educación superior en el siglo XXI. San Luis, Argentina. septiembre 2003. Universidad Nacional de San Luis. Facultad de ciencias humanas. [en línea] http://conedsup.unsl.edu.ar/download_trabajos/trabajos/eje_5_investigacion_y_produccion_conocimiento/estraida%20y%20otros.pdf. Consultado el 20 Octubre de 2011
- FISHER, R. *Teaching children to think*. Oxford, Blackwell. 1990
- GENNUSO, G "Educación tecnológica en el nivel inicial, ¿una propuesta posible?", en educación tecnológica (Educación en los primeros años). Novedades Educativas. 2000. [en línea] <http://www.epetrg.edu.ar/Documentos%20Nueva%20Escuela/Diseno%20Curricular%20Consulta%20Agosto/Educacion%20Tecnologica.PDF> . Consultado el 12 de septiembre de 2011
- GILBERT, J.R. Educación en tecnología: una nueva asignatura en todo el mundo. Ponencia presentada en IV congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias y las matemáticas. Barcelona España. 1995. [en línea] www.iea.gob.mx/webiea/sistema_educativo/reforma_secundaria/fuentes_consulta/educacion_tecnologica_unanueva.pdf. Consultado el 1º de Noviembre de 2010
- GÓMEZ, V. La educación tecnológica en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. II. ¿Qué es educación tecnológica en el contexto internacional? Libros Facultad de Ciencias Humanas Bogotá: p. 1. 1985. [en línea]
- <http://www.digital.unal.edu.co/dspace/handle/10245/929>. Consultado el 1º de Noviembre de 2010
- GÓMEZ, V. Examen a la Ley 749, sobre las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica. Instituto de Investigación en Educación, Universidad Nacional. 2002. [en línea] <http://www.universia.net.co/docentes/articulos-de-educacion-superior/examen-a-la-ley-749-2002-Sobre-las-modalidades-de-formacion-tecnica-profesional-y-tecnologica/tecnico-tecnologico-problemas-de-defini.html>:
- GORDILLO, M. y GABARTE, J. Reflexiones sobre la Educación Tecnológica desde el enfoque CTS. In: Enseñanza de la Tecnología. Revista Iberoamericana de Educación. N 28. Enero – Abril. Madrid. España: OEI. 2002
- GREINERT, W. El "sistema alemán" de formación profesional: historia, organización perspectivas. Baden-Baden. 1993. [en línea] <http://es.scribd.com/doc/46796703/historia-fp> Encontrado en Yahoo Search. Consultado el 15 de Febrero de 2010
- HOEPKEN, G Y HENSELER, K. *Educación Tecnológica en Alemania*. Methodik des Technikunterrichs, Bad Heilbrunn 1996. Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein (ed.): Lehrplan Technik. Kiel 1997. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- En UNESCO, CONTACTO: Boletín Internacional de la UNESCO de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental p. 24. París: UNESCO. 1996 [en línea] <http://unesdoc.unesco.org/imagenes/001/001464>
- ITEA. International technology education Association technological. 2006
- JIRÓN, M. La Institución de la modalidad de Educación tecnológica en Colombia: Una mirada. Revista Facultad de ciencias Económicas investigación y reflexión. Universidad Militar Nueva Granada Bogotá Colombia. 2008. [en línea] <http://redalcy.uaemex.mx7reqalcy/html/909/909>. Consultado el 15 de Febrero de 2010
- LAYTON, D. *Technology's challenge to science education*. Open University Press: Buckingham. 1993
- LEVY, K. Der Schutz geistigen Eigentums in der VR China. Status quo and Grenzen. In China aktuell (3). 2007
- LIESERING, S., SCHOBER, K., TESSARING, M. "El futuro de la formación profesional dual." Una jornada de la organización Federal para el trabajo. Núremberg. 1994
- LOAIZA, M. La transferencia de Tecnología en Japón. Conceptos y enfoques ciencias UANL, Enero – Marzo, año / vol, VII, Numero 001. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey – México. 2004
- MARTÍNEZ, M. La educación en tecnología: hacia una visión humana en su desarrollo curricular. In: Revista Iberoamericana de Educación, N 39. Madrid, España. Anista. 2006
- MESTHENE, E. *Technological Change. Its impact on man and society*. Harvard University Program on Technology and Society, Nueva York, Mentor Book, 1970, pp. 1-25. 1970. Documento en línea Consultado de internet el dia 30 de Julio de 2012 de: www.cienciauanl.uanl.mx/numeros/7-1/ciencia_y_sociedad.pdf
- MITCHAM, C. Tres formas de ser con la tecnología. México: Anthropos. 1989
- MITCHAN, C. Que es la filosofía de la Tecnología. Anthropos, Barcelona España. 1989
- MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. Wan Gang. Ministro de Ciencia y Tecnología. MOST 2007. http://www.most.gov.cn/eng/organization/leadership/200705/t20070515_46683.htm. Jia, H., Scott, C. China Appoints Democratic Science Minister. SABC News, 7 Mayo. [en línea] http://www.sabc-news.com/sci_tech/science/0,2172,148571,00.html
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ser competente en tecnología: Una necesidad para el desarrollo. Orientaciones generales para la educación tecnológica. Revolución educativa. MEN. Imprenta nacional. Colombia. 2008
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA. Propuesta para la educación Básica documento 1. Serie de documentos de trabajo. Programa de educación en tecnología para el siglo XXI PET21. MEN. Editorial Creamos Alternativas Soc Ltda. Santa fe de Bogotá Colombia. 1996

- MOGUILLANSKY, G. La inversión en Chile: ¿El fin de un ciclo en expansión?. Editado por el Fondo de Cultura Económica y la CEPAL Centro de prensa, revista CEPAL. 2012. [en línea] <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/prensa/noticias/comunicados/9/289/P289.xml&xsl=/prensa/tpl/p6f.xsl&base=/prensa/tpl/top-bottom.xsl>. Consultado el 30 de Julio de 2012
- NAUGHTON, B. The Chinese Economy. Transitions and Growth. Cambridge MIT. 2007
- NIEZWIDA, N.R.A Y BAZZO, A. Educación tecnológica en el currículo obligatorio: ¿hacia dónde vamos. 2009. [en línea] <http://www.pg.utfpr.edu.br/anais/artigos>. Consultado el 1º de noviembre de 2011
- NIEZWIDA, R. Parámetros Curriculares Nacionales para Enseñanza Media. PCNEM, Educación tecnológica en el currículo obligatorio 1999 . 2009. [en línea] www.revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/rbct/article/download/456/337. Consultado el 30 de Agosto de 2011
- NOVAS, E. El fantástico mundo de Alemania y su educación, investigación y aportes a la humanidad. Embajada de la república Federal de Alemania. Asociación Humboldt. Cámara de comercio ecuatoriano-Alemana. OFSTED, Subjects and Standards, HMSO. 2007. [en línea] http://www.quito.diplo.de/contentblob/1759714/Daten/128577/Download_tes_Educacio.pdf. Consultado el 10 de febrero de 2011 de:
- PAVLOVA, M. Concept of knowledge in technology education: a cross-cultural perspective, IDATER. 1998. Conference, Loughborough: Loughborough University. [en línea] <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/1431>. Consultado el 07 de Noviembre de 2011.
- PERKINS, D. La escuela Inteligente. Editorial Gedisa. Barcelona España. 1995.
- RODRÍGUEZ, C. Políticas de formación de los RRHH frente a la globalización- teoría del capital humano: origen, supuestos, Críticas. 2006. [en línea]. [Http://www.wikilearnig.con/_monografías/_](http://www.wikilearnig.con/_monografías/_) Consultado el 10 de Abril de 2010 de:
- ROMERO, M. Educación Tecnológica: el ramo olvidado del currículo chileno. 2007. [en línea] [Http://educacion.usach.cl/educacion](http://educacion.usach.cl/educacion). Consultado el 16 de Marzo de 2010
- SANTOS, W. Letramento en química, educación planetaria e inclusión social. Química nova, vol. 29, No.3, p. 611-620. 2006.
- SOTO, A. Educación en Tecnología. Un reto y una exigencia social. Editorial Magisterio. Bogotá. Colombia. 2000
- SANMARTÍN, J. Tecnología y Futuro Humano. Barcelona, España: Editorial Anthropos. 1990
- SHANG, Y. An Introduction to China's Science and Technology Policy. Kennedy School of Economics. Cambridge, Massachusetts. 2005
- SCHWAAG-SERGER, S, BREIDNE, M. China's Fifteen-Year Plan for Science and Technology:Assessment. Research Note. In "Asia Policy, 4, 135-164. 2007.
- THUN, E. Industrial Policy, Chinese style. FDI, Regulation and Dreams of National Champions in the Auto Sector. Journal of East Asian Studies, 4 (3), 453-489. 2004
- TOKUGAWA. Evolución histórica de la economía japonesa: del siglo XIX a la crisis actual 1603. [en línea] www.iposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/5301/1/HISTORIA_ECON_japon.pdf. Consultado el 15 de Marzo de 2011
- YANG, D. Beyond Beijing. London, New York. Routledge. 1997.