

# Aciertos, desaciertos e implicaciones de la educación en tecnología en Colombia y la incorporación de pensamiento tecnológico en los procesos educativos.

---

## RESUMEN

■ ENRIQUE DIÓGENES  
CÁRDENAS SALGADO<sup>1</sup>

Este ensayo tiene como objetivo identificar los aciertos, desaciertos e implicaciones de la educación en tecnología para la formación del talento humano que requiere el país. Para abordar esta problemática, se revisan algunas de las políticas estatales al respecto estableciendo sus relaciones con algunas de las concepciones acerca del Pensamiento tecnológico, en adelante (PT) y, por otra parte, se analiza la situación actual de la educación en tecnología en el país para destacar sus aciertos y desaciertos. Al destacar los aciertos y desaciertos que se han tenido en materia de educación en tecnología se describen algunas de las concepciones distorsionadas que se han venido gestando alrededor del proceso educativo en tecnología y que sin duda alguna influyen en la forma como se ha orientado la formación en esta área de la educación.

Finalmente se plantean algunas de las ventajas que ofrece una concepción del PT como fundamento para el desarrollo del área de tecnología e informática en la educación básica secundaria y media.

**Palabras clave:** Pensamiento tecnológico, aciertos y desaciertos, procesos educativos, tecnología, educación en tecnología.

## ABSTRACT

This paper aims to identify the successes, failures and implications of technology education for the development of human talent the country needs. To address this problem, firstly we review some of the state policies about establishing relationships with some of the conceptions of technological thinking, hereinafter (PT) and, moreover, analyzes the current situation of education in technology in the country to highlight their strengths and weaknesses. By highlighting the strengths and weaknesses that have been in the field of technology education are some of the distorted

---

<sup>1</sup> Licenciado Universidad Pedagógica Nacional. Msc. En Educación, Pontificia Universidad Javeriana – Cali. PhD. (c) Interinstitucional - UPN, UV, Universidad Distrital. Docente SENA.

conceptions that have been taking place around the technology and educational process that undoubtedly influence how the training has focused on this area of education.

Finally it raises some of the advantages of a conception of the PT as a foundation for the development of area and computer technology in basic secondary education and average.

## 1. Políticas sobre educación en tecnología y sus relaciones con el concepto de pensamiento tecnológico.

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 encuentran muy ligadas a macropolíticas de desarrollo y transferencia tecnológica formuladas por organismos internacionales, como el Banco Mundial, la UNESCO, el Banco Interamericano y el Banco Internacional de Desarrollo, entre otras entidades internacionales (Jirón 2008)

En un nivel mucho más concreto, e incluso operativo, estas macropolíticas se ven plasmadas 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).

Es de anotar, que a estas políticas recientes les precede una cadena de antecedentes que se pueden trazar ya desde los años 60 y 70, e incluso antes, con la creación de los institutos técnicos industriales, la creación del SENA con el decreto-Ley 118, del 21 de junio de 1957 y, posteriormente, los INEM y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior; específicamente con la

creación al interior de esta entidad 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).

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. 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, p.3)

Una interpretación de los elementos básicos de las políticas enunciadas antes, en relación con la forma en que algunos autores entienden el pensamiento tecnológico, muestra que, como era de esperarse, en ellas no aparece un compromiso expreso de acoger oficialmente una determinada concepción de PT. En este sentido, pareciera que dichas políticas hacen caso omiso de la necesidad actual de que esta modalidad de educación se comprometa con el desarrollo de formas de pensar, más allá del mero aprendizaje de conocimientos tecnológicos o de la operación, manejo y uso de artefactos y máquinas, incluyendo los computadores y los paquetes informáticos. Si bien es cierto que esto último es una tendencia de la Educación en tecnología, incluso en ciertos sectores de sociedades desarrolladas como los Estados Unidos (Bybee, 2000), esta aproximación no parece ser la

más acertada para la formación de talento humano en países como Colombia, que luchan cada día por mejorar la producción de conocimiento y por hacerse más competitivos científica y tecnológicamente.

A pesar de lo anterior, en las políticas antes descritas se puede observar elementos importantes que coinciden con la concepción de PT sostenidas por diversos autores. Así, en las políticas del MEN no retoman los planteamientos sobre PT en la educación en tecnología sino que plantean es la alfabetización tecnológica, (Cajas, 2000) sin embargo, se reconoce también cierta distancia de este autor en la medida que se homologa el PT con el aprendizaje de ideas tecnológicas relacionadas entre sí que se enriquecen y se amplían con la alfabetización científica.

En relación con los planteamientos de la Fundación Epsón (2002), cabe destacar la similitud existente en los objetivos relacionados con la búsqueda de formación para la resolución de problemas de la vida cotidiana a partir de las capacidades creativas del ser humano; esta misma relación se puede establecer entre las políticas del MEN y el concepto de PT de Gonzalo (2000), para quien esta forma de pensar está altamente ligada a una aproximación sistemática y fundamentada para modificar el medio natural y artificial con fines de beneficio humano.

Como quiera que las concepciones sobre PT, encontradas en la literatura se presentan ubicadas y delimitadas para contextos propios y pertinentes a los intereses investigativos y/o teóricos de quienes las proponen, pueden considerarse parciales y, por tanto, limitadas para orientar de manera general la educación en tecnología; por esta razón, a continuación se sugiere una concepción de PT integradora y globalizante que puede ser tomada como base para una propuesta de mejoramiento del área de educación en tecnología a nivel nacional.

De forma somera esta concepción de PT se enuncia a continuación, pensar tecnológicamente implica un conjunto de atributos y procesos que

realiza la mente humana mediante los cuales, partiendo de la percepción de la realidad concreta, abstrae los hechos y objetos naturales o artificiales, para transformarlos y producir en ellos una innovación.

Los atributos y procesos que acompañan esta forma de pensar implican: análisis y síntesis, analogía y contraste, establecimiento de relaciones causa-efecto, mentalidad proyectual, raciocinio, ponderación, solución de problemas e incorporación de conocimiento científico, técnico, socio-histórico, ético, ecológico y estético. Obsérvese que lograr el desarrollo de esta estructura mental en los estudiantes no aparece actualmente explícito en las políticas y fines de la educación en tecnología en el país. Cárdenas, (2011).

## 2. Acerca de la situación actual de la educación en tecnología en Colombia

El concepto de educación se asume como la acción de facilitar el desarrollo de las potencialidades humanas. Bruner (2006), al referirse a la educación, señala que es una empresa compleja de adaptar una cultura a las necesidades de sus miembros lo que hace que los individuos inmersos en una cultura sean más autónomos y aptos para utilizar de mejor manera sus capacidades cognitivas, las cuales están presentes en las nuevas generaciones para el desempeño futuro en una variedad de contextos sociales caracterizados por el permanente cambio y la generación de obsolescencia, no solamente en los aspectos científicos, sino también en los tecnológicos y en las organizaciones sociales. En toda sociedad existe la continua preocupación por la transferencia de una generación a otra de ciertas técnicas, valores y costumbres que la misma sociedad juzga como importantes y válidas para su preservación y desarrollo de su descendencia.

Con el paso de los tiempos, y de manera más acelerada en las últimas sociedades, se ha dado la producción y acumulación de conocimientos,

procedimientos, diseño 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 poder analizar y reflexionar para conocer la realidad y poder 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 PT y al desarrollo de potencialidades humanas y competencias de docentes y estudiantes para comprender el mundo natural y artificial, transformarlos y participar críticamente en su continua construcción y reconstrucción (Soto, 2000).

El logro de los propósitos anteriores requiere de una escuela abierta, que enseñe a pensar y no a memorizar; Perkins, (1995), con organización participativa de todos los estamentos que la conforman donde, sin exclusión o discriminación, las necesidades y los valores de los niños y de las niñas sean prioritarios. Por lo tanto, esta formación debe iniciarse desde temprana edad, máxime cuando los niños y las niñas, en materia de tecnología, son más curiosos y dados a interactuar con ella en comparación con los jóvenes y con los adultos.

Lamentablemente en Colombia la educación en tecnología se encuentra muy alejada de los escenarios descritos antes, como se puede deducir a partir de una panorámica general de la misma en términos del currículo, la formación de los docentes, el trabajo en el aula, la subvaloración que usualmente acompaña este tipo de educación, las

visiones deformadas del concepto de tecnología, la ciencia y la sociedad para mejorar la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003); Martín-Gordillo, 2003). No obstante, el análisis conceptual de estos términos, permite que se develen problemas, que permanecen implícitos en sus usos más corrientes. Así, de esta manera la discusión de las creencias sobre el significado de estos conceptos, puede contribuir a esclarecer algunas barreras y dificultades en la práctica de su enseñanza. (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002; Acevedo, Manassero y Vázquez 2003) que las acompañan y la concepción del área de tecnología como una más del currículo.

## 2.1 El currículo

Una rápida mirada al currículo que actualmente se propone desde el Ministerio de Educación Nacional, permite resaltar algunos de los aciertos y desaciertos presentes en el desarrollo del Área de Tecnología e Informática, usualmente llamada Tecnología.

En los estándares básicos de competencias en tecnología e informática (MEN, 2008) se plantea una estructura general para el trabajo del docente y de los estudiantes, en los diversos grados, en términos de los siguientes cuatro componentes: a) Naturaleza y conocimiento de la tecnología, b) apropiación y uso de la tecnología, c) solución de problemas con tecnología y d) tecnología y sociedad. Además, para cada uno de los componentes mencionados, los estándares señalan las competencias y los desempeños que se deben alcanzar con el trabajo en esta área.

Al respecto, dado que la concepción de educación en tecnología, no solamente a nivel nacional sino también internacional, presenta una amplia variedad de connotaciones. Haber logrado plantear de manera consensuada esta estructura es uno de los aciertos que amerita mencionarse. Sin

embargo, el análisis de estos estándares permite establecer que, por lo menos de manera explícita, no aparece una concepción de Pensamiento Tecnológico, cuyo desarrollo sea una de las metas de esta modalidad de educación, en lo que puede considerarse como un desacierto.

De hecho, debido posiblemente a problemas de implementación de las propuestas curriculares oficiales en el país, existen múltiples casos de instituciones educativas y maestros que desconocen, no solamente los estándares, sino también los desempeños esperados; este desconocimiento ha hecho que ellos organicen sus prácticas de aula desde concepciones personales y tradicionales del trabajo en tecnología (Porlan, 1993); en este ambiente se entiende la tecnología básicamente como una técnica cuyo objetivo fundamental es formar personas para ocupar un puesto de trabajo (Argüelles, 1999) y manejar un computador, paquetes informáticos e, incluso, elaborar cosas manualidades (maquetas, prototipos, diseños o artefactos) en las cuales se reproduce lo existente sin mucha aproximación a la innovación o a su transformación característica propia de una persona que piensa tecnológicamente.

De esta manera, en algunos casos, la tecnología inmersa en la educación se orienta apenas hacia la alfabetización tecnológica, a la memorización de conceptos y al desarrollo mecánico de actividades relacionadas con la tecnología y la informática, con poco o ningún desarrollo de Pensamiento Tecnológico. En otros términos, la enseñanza de la tecnología muestra una fragmentación que no permite la integración conceptual y metodológica, generando poca motivación a la curiosidad, a la creatividad y a la innovación por parte de los estudiantes. Para lograr lo anterior se requiere formar un pensamiento de carácter interdisciplinario, para sintetizar información y hacerla útil (Gadamer, 2008) y aplicarla en el diseño y transformación de la realidad, que hacer este propio de la tecnología.

Por otra parte, en la organización curricular, la tecnología aparece dividida de tal manera que “el conocimiento se presenta recortado, atomizado en los diferentes ámbitos, simplificándolo excesivamente y presentándolo como una realidad física y estática que se debe aceptar y borrando todas las relaciones que existen entre los componentes curriculares” (Vasco, 2001, p.11). Esta forma de exposición o presentación del conocimiento, además, se da pocas veces apoyada con actividades pedagógicas que les permitan a los estudiantes reconstruir la globalidad de un evento o artefacto tecnológico (Fe y Alegría, 2002, p.3). De esta manera, los alumnos no pueden comprender los procesos y los conocimientos que subyacen a los fenómenos tecnológicos ni, mucho menos, pensar las actividades de una forma sistémica donde se integran y relacionan conocimientos de diversas áreas o sea, se reconozca la interdisciplinariedad de saberes (Morín, 1994). Para Morín, (2001), la interdisciplinariedad desde una concepción epistemológica busca la reunificación del saber, y desde el punto de vista metodológico pretende investigar la realidad por su carácter complejo para así obtener un saber rápidamente aplicable, en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y sociedad (Álvarez Pérez, et al, 2004).

Finalmente, la confusión histórica que se presenta con el uso de términos claves del currículo como “alfabetización científica”, “alfabetización tecnológica”, “tecnología e informática” hace que se asuman posturas implícitas de reducción de lo tecnológico a las aplicaciones del conocimiento científico (Bunge, 1996). Frente a esto Cáceres (1999) afirma:

“Tal confusión ha tenido graves consecuencias en todos los niveles del ámbito educativo, pues al confundir la tecnología con la mera aplicación de las ciencias que le sirven de fundamento se falsea el proceso habitual de la creación tecnológica hasta hacerlo irreconocible” (p.3).

Por tanto, no es de extrañar que Fourez et ál., (1997), haya comparado esta fuerte promoción de la alfabetización científica y tecnológica, necesaria hoy para poder participar democráticamente como ciudadanos responsables en un mundo cada vez más impregnado de tecnología y en la sociedad de la información, con la alfabetización lecto-escritora que se impulsó a finales del siglo XIX para la integración de las personas en la sociedad industrializada. Si bien esto puede considerarse como un acierto, no parece ser suficiente todavía para lograr todo lo que podría alcanzarse, en relación con la formación de un ser humano, a partir de los desarrollos tecnológicos de que se dispone en la actualidad en el mundo.

## 2.2 La formación de los docentes

Dado que la inclusión del área de tecnología en los currículos no ha estado acompañada necesariamente por procesos específicos de formación de maestros, la designación de los docentes responsables de la planeación y orientación de las acciones de formación tecnológica en las diferentes instituciones y niveles de la educación no cuenta con los perfiles adecuados y, por tanto, aparece como otro desacierto en la implementación del área. En efecto, es usual que su desarrollo esté en manos de profesores improvisados o de áreas técnicas sin la formación requerida en el campo pedagógico y didáctico específico propio de la educación en tecnología.

De otra parte, muchos profesores del área vienen de una tradición educativa heredada, caracterizada por prácticas de transmisión de saberes disciplinares o técnicos para desarrollar su actividad en el aula de clase. Así, bajo la premisa de una ausencia de reflexión y discusión sobre el PT, por parte de los docentes, es difícil encontrar procesos educativos que promuevan este tipo de pensamiento. Los estudiantes generalmente terminan formados en artes y oficios sin fundamentación y sin estructuras mentales,

conceptuales y cognitivas que respondan a formas de reflexión lógica sobre los fenómenos tecnológicos; las actividades técnicas que desarrollan carecen de formas de interpretación y consciencia del hacer aprendido, lo que niega la oportunidad al raciocinio tecnológico con su especificidad.

## 2.3 El trabajo en el aula

Generalmente el trabajo en el aula, en el contexto de la educación en tecnología, se orienta a formas metodológicas mecanicistas fundamentadas principalmente en situaciones problemáticas de contexto; se ejecutan actividades en torno a la elaboración de planos de dibujo, piezas mecánicas y proyectos, que terminan reproduciendo lo existente, sin acceder a la comprensión de los fenómenos o principios científicos y tecnológicos que posibiliten la transformación de tales artefactos o hechos.

Por consiguiente, al revisar diversos documentos, revistas y publicaciones en educación, Maiztegui, et al., (2002), infiere la escasa importancia dada al papel de la tecnología en los procesos educativos, son pocos los trabajos sobre desarrollo de pensamiento tecnológico que se pueden consultar en la actualidad. Cuando se habla de tecnología en el ámbito escolar, y en la didáctica de las ciencias, el discurso se reduce en gran medida a las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, como ya se ha mencionado (Gabel, 1994; Esera, 2001), citado por Valdés, (2002). Por otra parte, muchos profesores suelen identificar la Educación en tecnología con el uso de los ordenadores, incluso en países de elevado desarrollo tecnológico como Estados Unidos (Bybee, 2000) citado por Valdés 2002).

La construcción de una concepción de PT constituye un bastión para el diseño y la orientación de los dispositivos didácticos que movilizan las actividades del aula, para promover la comprensión de los fenómenos tecnológicos y su intervención en la transformación de sus productos. Estrategias

didácticas como el análisis de objetos, sistemas, procesos y proyectos, que podrían conducir a la formación de un PT requieren de una elaboración consistente y completa por parte del docente, de lo que se entiende por este tipo de pensamiento en términos de sus atributos, elaboración ésta que actualmente no se presenta en el contexto educativo. De otra parte, al diseñar, probar y evaluar una estrategia didáctica para transformar las ideas que tienen los alumnos sobre algunos conceptos de los contenidos de tecnología deben ser orientados a potenciar el pensamiento tecnológico, este tipo de trabajos requiere de mayores y mejores, aproximaciones (Furió y Guisasola, 1998).

En general, en el medio colombiano hay poco reconocimiento del valor innovador de la actividad tecnológica y de su carácter dinámico presente en la cotidianidad pedagógica del aula, cuyo eje principal debe ser el desarrollo de la creatividad y del PT (López, 1999). Los cambios en la actividad científica y tecnológica a los que asistimos actualmente, y su influencia en la sociedad y en la cultura, están sacando a la luz aspectos hasta ahora olvidados —e incluso desconocidos— y, en consecuencia, están generando nuevas visiones, en particular acerca de la tecnología y sus relaciones con la ciencia (Núñez, 1999).

Por todo lo anterior, el trabajo en el aula no se compromete con la complejidad de la tecnología como el estudio del conocimiento que la integra, como disciplina, como área del saber; mucho menos se orienta hacia la formación de PT. La enseñanza de la tecnología tiene unas lógicas diferentes en sus procesos de aplicación, desarrollo y medios de producción; sin embargo, se asume de forma tradicional por los docentes como cualquiera otra área disciplinar del currículo. En este sentido, siguiendo a autores como Wiebe Bijker (1995) o Thomas Hughes (1983), cada vez son más numerosas las voces que, desde la literatura especializada, reclaman una comprensión no reduccionista de la naturaleza de la tecnología.

Es también característico del trabajo en el aula proceder en la evaluación de manera convencional, pruebas de lápiz y papel; es decir, la evaluación se lleva a cabo con las mismas técnicas y los mismos procedimientos aplicados para las demás áreas del conocimiento. El docente, por lo general, no incluye en la evaluación aspectos relacionados con los procesos tecnológicos como el diseño, la creatividad, el desempeño de los estudiantes en el área a partir de los conocimientos asociados con los eventos tecnológicos, y menos alguna valoración de sus capacidades para producir algo diferente y nuevo.

Finalmente, en relación con el trabajo en el aula, el área de tecnología e informática se asume como técnica, cuyo principal objetivo es enseñar a hacer cosas o a manejar artefactos sin el apoyo de los fundamentos teóricos, epistemológicos o fenomenológicos de los objetos en juego, observando así una visión parcial y desintegrada de tales procesos.

## 2.4 La subvaloración del área de formación tecnológica

A manera semejante a lo que ocurre con la investigación en educación, cuando se le compara con la investigación en ciencias básicas, la primera se considera como de menor categoría; así mismo, la enseñanza y el aprendizaje de la tecnología en el medio educativo (Maiztegui *et al.*, 2002) y social se la ha considerado como de menor categoría cuando se le compara con la enseñanza y el aprendizaje de otros campos del saber humano. Sin duda esta subvaloración en el ámbito académico del conocimiento práctico frente al teórico, (Acevedo, 1996; Cajas, 1999; De Vries, 1996; Gardner, 1999; González- García, López- Cerezo y Ilijan, 1996; Maiztegui *et al.*, 2002). Un hecho que tiene unas raíces desde la Grecia Clásica hasta hoy.

Según Rodríguez (1998, citado por Ramírez 2008), son varias las razones por las cuales la educación en tecnología se ha ganado esta

connotación: desde el punto de vista histórico, ha sido tradición asociarla con la preparación para el desempeño de un oficio o de una ocupación particular para la cual se tiene alguna vocación y con intenciones primariamente laborales; la concepción distorsionada de que la tecnología es una aplicación de la ciencia, sigue ejerciendo hegemonía en el momento de organizar y estructurar los currículos educativos, incluyendo los de educación superior. Culturalmente en muchos países de Occidente, con frecuencia se asigna menos valor social, e incluso salarial, a quienes desarrollan un trabajo práctico, a pesar de que la educación en tecnología conlleva una alta relación de teoría y práctica y, finalmente, la emergencia explosiva de los computadores y la informática en los últimos tiempos y su inserción generalizada en todos los campos de la actividad humana, ha dado origen a la consideración de esta modalidad de educación, como un proceso meramente de alfabetización en su uso y manejo o de aprendizaje del conocimiento que acompaña la informática.

Según Galeano (2005), “el paso del músculo a la máquina y de esta al cerebro son los dos saltos cualitativos que ha dado la humanidad a través de su historia”. Este último salto fundamental demanda una nueva conceptualización de la naturaleza del trabajo, dirigida a usar más el cerebro que las manos. La educación en tecnología en la Educación básica y media se propone la construcción de una cultura tecnológica, es decir, que así como se aprende a través de la biología o la química el funcionamiento del mundo natural, también se aprenden los fundamentos científicos y el funcionamiento de los objetos que forman parte del entorno inmediato de los alumnos. Implica, además, que la escuela asuma la responsabilidad que le compete en este campo e incorpore en su currículo una nueva disciplina que se ocupe de estos temas: la educación en tecnología (Gay, 2004).

## 2.5 La consideración de la novena área como un área más del currículo.

Motivos como la asignación de docentes sin los perfiles de formación adecuados para su docencia, las visiones deformadas de la tecnología en el contexto de la modalidad de educación en tecnología, la aparición reciente de esta área de educación y otros factores asociados con su desarrollo, han hecho que poco a poco, a pesar de tratarse de un área completamente diferente de las demás del currículo, sea considerada igual a las demás áreas del conocimiento. En este sentido, según autores como Rodríguez (1998), la tecnología en la educación básica y media es considerada como espúrea e ilegítima, una asignatura más que se suma al denso y recargado plan de estudios para la formación de los estudiantes. De otra parte, también hay que hacer claridad que el conocimiento que se trabaja en la técnica y la tecnología es diferente, para el caso de la técnica se asume desde la experiencia y para la tecnología se parte del diseño para satisfacer una necesidad, o sea, es el saber cómo y por qué se hace, ¿cómo y por qué hacerlo así?

Quizás la concepción anterior tenga sus fundamentos en la distorsionada consideración de que la tecnología es una hija de la ciencia y que, por tanto, se le puede tratar como un componente transversal del currículo, cuyo desarrollo puede ser alcanzado por los docentes de cada una de las disciplinas científicas. Desde este punto de vista, cada uno de los profesores debería estar en condiciones de incorporar en sus clases los elementos básicos de la formación tecnológica de sus estudiantes. Obviamente, esta visión contradice y niega la identidad propia de la tecnología y con ello la posibilidad de que las futuras generaciones se beneficien de la riqueza y el potencial formativo que encarna la tecnología considerada con identidad propia.

Además de los elementos anteriores, otros factores que, de un modo más o menos directo, están influyendo en la falta de atención a la



tecnología en el aula son: la ya mencionada y tradicional baja estima del conocimiento práctico en relación con el académico, además de que la educación tecnológica presenta una mirada empobrecida de la tecnología (Cajas, 1999; Maiztegui, et al., 2002); una visión academicista de las ramas clásicas de la ciencia (física, química, biología y matemáticas), así como de sus objetos de estudio y métodos de trabajo; la circunstancia de que los profesores de ciencia están habituados a trabajar con situaciones muy simplificadas, idealizadas y que muchos de ellos carecen de habilidades prácticas (Cajas, 1999); la falta de preparación de elaboradores de currículos y de profesores de ciencia en aspectos de historia y filosofía de la ciencia y la tecnología (Gardner, 1994, citado por Segarra 2008) y, vinculado a ello, la resistencia al cambio en los libros de texto (Del Carmen, 2001).

En suma, todos estos factores están relacionados con visiones simplistas, visiones erradas o de las formas inadecuadas de entender lo que han sido las relaciones ciencia- tecnología y, más aún, con la carencia del concepto de PT orientador de los procesos.

## 2.6 Las concepciones deformadas de la tecnología y su enseñanza

La reflexión anterior lleva ahora a develar algunas concepciones deformadas de la tecnología que usualmente acompañan la educación en tecnología en el contexto nacional y que emergen como un desacierto más en la ejecución del área.

La forma de trabajo instrumental que se tiene de la tecnología y que se ha descrito ya, se considera una de las visiones deformadas de la misma. Como ya se dijo, esta forma de trabajo contribuye muy poco a la comprensión del área y de las relaciones y complejidades de la tecnología en el proceso de formación de los estudiantes.

Otra manera deformada de concebir la tecnología, en el contexto educativo, consiste en homologarla al mero uso del computador y/o al manejo de paquetes informáticos por oposición a la representación de artefactos con la intención de modificarlos o innovarlos, lo cual conduciría a comprender la tecnología como un saber.

También es común asociar la tecnología a una ciencia aplicada, sin tener la claridad suficiente para entender que estos dos campos son complementarios pero diferentes. Es claro que la ciencia está ligada también a los intereses tecnológicos y la tecnología a los intereses científicos, con frecuencia la ciencia necesita de instrumentos tecnológicos para sus avances y la tecnología también requiere de los conocimientos científicos para la construcción técnica de sus instrumentos, sin embargo, no debe olvidarse que la primera trata de la búsqueda de explicaciones a los fenómenos y hechos naturales y sociales, mientras que la segunda, trata de enfrentar problemas para resolverlos. Esto hace notar, además, que la práctica científica en la actualidad se hace cada vez más tecnológica y que los límites entre estos dos campos son cada vez menos diferenciables (Acevedo, 1995).

En el contexto anterior Ziman (1984), plantea que cada tecnología genera sus propias ciencias y acepta que muchas ciencias aún no han generado tecnologías propias. Las relaciones entre ciencia y tecnología han avanzado en muchos campos, sin embargo, existen aún ámbitos donde estas relaciones son menos intensas, es el caso de las tecnologías emergentes y las tecnologías tradicionales (Price, 1972), tomado de (Acevedo 2007a). En gran parte, el desarrollo tecnológico deriva fundamentalmente de la evolución de inventos del pasado (Basalla, 1988). Aunque la ciencia y la tecnología contribuyen al desarrollo de capacidades cognitivas, la ciencia se orienta a la producción teórica para informar un hallazgo producto de un experimento o una nueva postura teórica. Por el contrario, la finalidad del proceso tecnológico innovador es típicamente un elemento

que pasa a integrar el mundo artificial como un celular, un lapicero, un avión, un computador o un lenguaje.

En consonancia con lo anterior, en el aula de clase, es importante reconocer la complejidad de las relaciones entre tecnología y ciencia para asumir sus conexiones, no de forma jerárquica sino sistémica y, en la mayoría de las veces, complementarias.

Tener presente en la Educación en tecnología, las concepciones alternativas o las visiones deformadas de la tecnología es de trascendental importancia dado que es bien conocido que todo docente actúa en el aula de manera coherente y consistente con las ideas y concepciones que tiene. También podemos referirnos a una nueva visión deformada que contempla la ciencia y la tecnología como independientes, con diferentes objetivos, métodos y productos (Maiztegui et al., 2002). Pero, de todos modos, hoy nadie pretende establecer una separación nítida entre ciencia y tecnología (Martín y Osorio, 2003).

Todos los factores mencionados anteriormente, de una parte evidencian la necesidad de buscar nuevos enfoques y alternativas de trabajo escolar en la Educación en tecnología, las cuales deben emerger luchando contra la costumbre, la inercia de trabajar con lo conocido y el natural temor al cambio, a la experimentación y búsqueda de lo desconocido. De conformidad con el pensamiento de Morín (2003), estas nuevas alternativas deben atreverse a operar con la incertidumbre más que con la certeza de lo conocido. En la Educación en Tecnología, es importante incorporar nuevas estrategias didácticas, como el análisis de objetos, la experimentación, el diseño, los proyectos, el estudio de casos, el cual es un método que tiene como características principales el análisis exhaustivo de un episodio concreto de innovación tecnológica y la dinámica del cambio tecnológico, teniendo en cuenta el máximo de variables involucradas (Baigorri, 1997).

### 3. El pensamiento tecnológico y sus atributos como fundamento para el desarrollo de educación en tecnología

Se ha mencionado entre los desaciertos de la Educación en tecnología que en esta se carece de una concepción explícita de pensamiento tecnológico, como base para su desarrollo y que, por lo tanto, no tiene como meta formar a los estudiantes para esta manera de pensar. También se ha resaltado el sesgo que acompaña la formación en esta área hacia lo técnico, hacia la formación orientada por procedimientos tradicionales y convencionales que conducen a la reproducción de lo existente con pocas posibilidades de reconstrucción y de innovación. Pero ¿qué ventajas y desventajas podría tener la incorporación del pensamiento tecnológico en el aula como fundamento de la educación en tecnología?

Plantear las ventajas y desventajas de adoptar la concepción a la cual remite el párrafo anterior, u otra concepción de pensamiento tecnológico para la educación en tecnología, requiere en principio aceptar que es posible modificar y replantear lo que en la actualidad se hace y que este proceso de cambio no es inmediato sino a largo plazo; requiere, además, ser conscientes de que se trata de una empresa colectiva donde deben participar todos los estamentos educativos. Es preciso hacer cambios profundos en las formas de acceder, construir, producir, transmitir, distribuir y utilizar el conocimiento tecnológico.

En este mismo sentido la UNESCO ha planteado la necesidad de que las instituciones de Educación Superior tienen la responsabilidad de llevar a cabo la revolución del pensamiento, pues ésta es fundamental para acompañar el resto de las transformaciones (Colombia, CRES, 2008). Vale decir, las transformaciones que requieren los niveles inferiores de educación.

Por otra parte, si bien desde el comienzo se ha venido hablando de ventajas y desventajas, en

realidad, en el contexto planteado en las páginas anteriores, es más adecuado y más claro hacer referencia a ellas en términos de las implicaciones que tendrían dichas transformaciones, para la formación de los estudiantes.

A grandes rasgos, estas implicaciones alcanzarían el nivel de una transformación total de la concepción del área y de su forma de desarrollarla en el aula. En relación con la concepción de educación en tecnología, la primera implicación sería alejarse de entenderla como educación técnica orientada a la formación solamente para el trabajo calificado (Argüelles, 1999) y concebirla como un área con identidad propia, con fundamentos teóricos y prácticos que, si bien a primera vista, no aparecen en el análisis de un evento o artefacto tecnológico, sí están presentes allí y que su comprensión y en entendimiento permiten y facilitan su transformación e innovación. En este sentido, es de importancia también incorporar la consideración de la tecnología como uno de los logros de la humanidad (Pacey, 1983).

De manera más concreta, otras implicaciones pueden describirse haciendo referencia a cada uno de los aciertos y desaciertos planteados en el numeral 2.

Así, en relación con el currículo habría que pensar que, como área obligatoria y altamente ligada al desarrollo científico, tecnológico y, por tanto, económico del país, requiere darle una mayor importancia expresada en un incremento del tiempo para su trabajo en el aula y de destinación e inversión de recursos. Enfatizar para cada uno de los componentes estructurales del mismo, la necesidad de que los docentes se apropien de una metodología que permita a los estudiantes analizar a profundidad los artefactos y eventos tecnológicos de manera que puedan desarrollar todas sus potencialidades creativas y de innovación, como base para la adquisición del pensamiento tecnológico a través de la práctica. Incluir, entre los aspectos a desarrollar, la historia de la tecnología y sus desarrollos epistemológicos, con lo cual se abre

un espacio para que los alumnos comprendan que las transformaciones actuales son producto de una continua dinámica entre la mente humana y la naturaleza en contextos culturales que cambian y evolucionan constantemente.

Aceptando que el área tiene una identidad propia y que se aleja de la mera aproximación empírica y técnica, se requiere ahora de acciones y procesos intencionados para la formación de docentes, que con un alto desarrollo de su propio pensamiento tecnológico, puedan orientar en el aula a sus estudiantes para que también lo alcancen. Con esto se reduciría en gran parte la costumbre de apreciar el área como “relleno” de la carga académica de algunos docentes y se fortalecería el proceso de consolidación de su identidad.

Con orientaciones curriculares precisas y fundamentadas teóricamente, así como también con profesores bien formados el trabajo en el aula, tendría una dinámica y un sentido diferente. Esencialmente, se podría partir del análisis de objetos tecnológicos de la vida cotidiana, para que de manera sistemática los estudiantes puedan practicar el ciclo de vida del objeto e incorporar a sus estructuras conceptuales, a partir de allí, uno a uno los atributos del pensamiento tecnológico para alcanzar visiones holísticas de la realidad en cuanto sus transformaciones e impactos.

Puesto que la subvaloración del área está muy ligada a la cultura y a la autoestima de la sociedad y de los individuos, la adquisición de un mejor estatus para ella comienza con un trabajo propio de cada individuo y luego de todo el conjunto social para entender que hoy el mundo es más tecnológico de lo que se acepta y que requiere de sujetos bien formados en el campo para vivir con dignidad en las sociedades cambiantes que se aproximan.

En soporte de lo anterior es pertinente tener en cuenta que según Storer (1966), citado por Layton (1988),

“La ciencia moderna tiene poca importancia para la gran mayoría de las personas del mundo, incluso para las poblaciones de las naciones más avanzadas e industrializadas [...] La ciencia y su esfuerzo por hacer progresar el conocimiento teórico no tienen prácticamente efecto alguno en la gente corriente de cualquier sitio” (Acevedo 2011).

Con la cita de Storer, se señala que la tecnología ha sido responsable de muchas de las transformaciones sociales en mayor medida que la ciencia moderna, hoy parece ser que se vive más en el marco de una cultura tecnológica que en el de una cultura científica (Acevedo, 1997a).

Ligado a lo anterior, y quizá como consecuencia de los avances que se logren camino al mejoramiento del estatus del área, seguramente llegue a minimizarse la idea de que el área tecnológica es un área más del currículo y que, por lo tanto, se requiere de inversiones para proveer más y mejores espacios adecuados para el trabajo en grupo en el aula sobre la base de proyectos específicos y de la experimentación. De esta manera se podrían generar mejores ambientes para la innovación y la creatividad.

Finalmente la inclusión de la formación de pensamiento tecnológico, como una de las metas de este tipo de educación, en razón de los procesos metodológicos utilizados para lograrlo y la dinámica que se genera al respecto, conllevaría poco a poco el abandono de las concepciones alternativas y de las visiones deformadas de la tecnología que actualmente pululan en el contexto educativo.

## CONCLUSIONES

Uno de los aciertos más importantes que se han logrado con la política educativa más reciente ha sido la incorporación del área en el currículo de la educación básica y media, dado que se facilita la

integración del sistema educativo para dar continuidad a la formación en tecnología a través de los ciclos propedéuticos. Esta política es consecuente con la tendencia, que cada día se fortalece, de apoyar la formación técnica y tecnológica frente al desestimulo de los estudios generales de la formación profesional universitaria.

Uno de los desaciertos más importantes que se han mencionado se expresa en el vacío que deja la política educativa, para la formación en tecnología, en la carencia de unas directrices que estimulen el desarrollo del pensamiento tecnológico que, dicho sea de paso, no aparece como meta de esta formación en la actualidad.

Se reconoce que el abandono de la ya tradicional forma de encarar la Educación en tecnología en el contexto nacional, para llegar a otra fundamentada en una manera de pensar tecnológicamente, donde se busque lograr en los estudiantes prioritariamente el alcance de altos niveles de pensamiento, no es una tarea fácil y que, posiblemente, esté precedida de un largo período de transición. Durante este período se generan las nuevas concepciones, los nuevos docentes, los nuevos ambientes de estudio y se forman también los nuevos estudiantes que darán el impulso final a la nueva forma de aprender haciendo tecnología.

Finalmente, la formación en pensamiento tecnológico aparece como una alternativa que tiene el país para cambiar el paradigma de la formación solamente para el trabajo y extenderla más allá de la reproducción de lo existente hasta el desarrollo de las potencialidades humanas para pensar innovar y crear.

## REFERENCIAS

- Acevedo, J. A. (1995). Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Alambique*, 3, 75-84. En sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001. Descargado el 10 de Enero de 2011 de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>
- Acevedo, J. A. (1996) La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las ciencias*, 141, 35 – 44.
- Acevedo, J. A. (1997a). Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI Descargado el 9 de Enero de 2011 de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A. Manassero, M. A Acevedo, P (2003). *Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 2 (3).
- Acevedo, J. A., Vázquez, A. Manassero, M.A Acevedo, P. (2002) Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Pensamiento educativo*, 30, 15-34
- Álvarez, P. et al (2004): *La interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Didáctica de las ciencias: Nuevas perspectivas*. Colectivo de autores. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Argüelles, A. (1999). La educación en tecnología en el mundo. México: Noriega Editores.
- Baigorri, J. (1997). Enseñar y aprender Tecnología en la Educación, ice instituto de ciencias de leducacion. Universidad de Barcelona. Editorial Horson.
- Basalla, G. (1988). *The evolution of technology*. Cambridge: Cambridge University Press. Traducción de J. Vigil (1991): *La evolución de la tecnología*. Barcelona, Crítica
- Bijker, W. (1995). *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Bravo, R. (2002). *La integración curricular por relato, una propuesta de innovación Una Experiencia de Fe y Alegría en Colombia*. Federación Internacional de Fe y Alegría Movimiento de Educación Popular Integral y Promoción Social. Proyecto: *Calidad Educativa y Experiencias Significativas en Fe y Alegría* Financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Bruner, J. (2006). *Que es la educación y para qué sirve la cultura*. Recuperado de: <http://blogs.que.es/13746/2006/12/28/>
- Bunge, M. (1996): *Technology as Applied Science, Technology and Culture*, 7 (3)
- Bybee, R. (2000). «*Achieving technological literacy: a national imperative*», En: *The Technology Teacher*, 23-28.
- Cajas, F. (1999). Public Understanding of science: Using technology to Enhance School Science in Everyday Life. *International journal of Science education*, 21(7), 765 - 773
- Cajas, F. (2000). Alfabetización científica y tecnológica. La transposición Didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), 243-254.
- Cáceres, V. (1999). *Ciencia y Tecnología: primera aproximación*, Informe de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Comahue. Neuquén.

Científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana Unesco* (2008). Declaración Conferencia Regional de Educación superior en América latina y el Caribe -Cartagena de Indias Colombia Descargado el 12 de Agosto de 2010 de [www.unesur.edu.ve/.../](http://www.unesur.edu.ve/.../)

De Vries, M. J. (1996). technology Education: Beyond the Technology is Aplied Science paradigm. *Journal of Technology education*, 8(1), 7 - 15

Palacios, C; Sánchez, R. (1994). Introducción a la Ley general de educación texto de Ley 115, Congreso de la República. Ministerio de Educación Nacional. Ley General de educación. Editorial Bogotá, Instituto para el desarrollo de la democracia "Luis Carlos Galán".

Del Carmen, L. (2001) Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. *Revista Iberoamericana* No. 28. Enseñanza de la tecnología / Encino de la tecnología. En: <http://www.rieoei.org/rie28a04.htm> Educación. Número 28, 129- 155.

Ferreira, C., Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Imagen de la tecnología transmitida por los textos de Educación en tecnología. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 20, 23-46. Documento en línea: <http://www.oei.es/decada/>

Fourez, G. et ál. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.

Fundación Epsón (2002). Pensamiento tecnológico. Recuperado en: [www.fundacion-epsn.es/horizontes/conocimiento/trast/PT-LF.pdf](http://www.fundacion-epsn.es/horizontes/conocimiento/trast/PT-LF.pdf)

Furío, C. y Guisasola, J. (1998). Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad. *Enseñanza de las ciencias*, 16.

Galeano, E. (2005). *Hacia una transformación Institucional de la Educación Técnica*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Educación en tecnología.

Gadamer, P. L. (1996). *The representation of science – technology relationships in Canadian physics textbooks*. *International Journal of Science Education*, 21(3), 329 - 347

Gardner, H (2008) *las cinco mentes del futuro*. Edición ampliada y revisada .Ediciones Paidós. S.A.

Gay, A. (2004). La tecnología en la escuela. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Gennuso, G. (2000). "La propuesta didáctica en Tecnología",...[www.igualdadycalidadcba.gov.ar/..../10/200educación%20tecnológica.pdf](http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/..../10/200educación%20tecnológica.pdf).

González – Garcia, M. I., López \_Cerezo, J. A & Luján. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid España: Tecnos.

Gonzalo, R. (2000). Pensamiento Tecnológico. Recuperado de: <http://www.fundacion epsn.es/horizontes/ conocimiento/trast/PT-RG.pdf> Páginas <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n2p243.pdf>.

Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Jirón, M. (2008). La institución de la modalidad de educación en tecnológica en Colombia: Una mirada. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*. Universidad Militar Nueva Granada, XVI, (1).

López, C. y Pablo, V. (1999). Educación en tecnología en el siglo XXI. OEI-programación-sala de lectura. Polivalencia N° 8, Revista de la Funda-

ción Politécnica/Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <http://www.oei.es/salactsi/edutec.htm>

Martín, M. & Osorio, C. (2003). *Educación para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica*, en Revista Iberoamericana de Educación. 32, 165-210.

Martin-Gordillo, M. (2003) Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias. 2, 3, artículo 10. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

Maiztegui, A. & Vilches, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: Una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28 129- 155. Recuperado de: <http://www.oei.org/revista/rie28a50.PDF>

Míguez, F. (1980). *Estudios sobre sociología de la ciencia*. pp. 163-177. Madrid: Alianza.

Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2008). "Ser competente en tecnología: una necesidad para el desarrollo". Orientaciones generales para la educación tecnológica. Revolución educativa. Bogotá, Colombia: Imprenta nacional.

Morín, E. (1994): *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Morín, E. (2001): *La cabeza bien puesta*. Buenos Aires: Ediciones Nueva visión

Morín, E. et ál. (2003). *Educación en la era planetaria*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Núñez, J. (1999). La ciencia y la tecnología como procesos sociales, lo que la educación científica no debería olvidar. La Habana: Editorial Félix Varela.

Ochoa, M., et, ál. (2008) *Ser competente en Tecnología. Una necesidad para el desarrollo*. Estas Orientaciones para la Educación en Tecnología forman parte del Proyecto del Ministerio de Educación Nacional (MEN) - Ascofade (Asociación Colombiana de Facultades de Educación).

Pacey, A. (1983). La cultura de la tecnología, México: FCE, 1990.

Perkins, D. (1995). *La escuela inteligente*. Barcelona: Gedisa I

Price, D. J. & De Solla (1972). Science and technology: Distinctions and interrelationships. En: R. Barnes (Ed.): *Sociology of science*, pp. 166-180. Harmondsworth: Penguin Books. Traducción de N.A.

Fe y Alegría (2002). Promoción Social. Proyecto: Calidad Educativa y Experiencias Significativas Financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Porlan, R (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla España, Editorial, Diada

Ramírez, A. (2008). *La educación en tecnología: un reto para la educación básica venezolana education in technology: a challenge for venezuelan primary education*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ve/pdf/edu/v12n43/art09.pdf>.

Segarra, A., Vilches, A. & Gil, D. (2008). Los museos ciencias como instrumentos de alfabetización científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 85-102. (ISSN: 0214-4379).

SENA, (2010). Creación del Sena. Recuperado de: <http://www.sena.edu.co/Portal/EI+SENA/Historia/>

Soto, A. (2000). *Educación en Tecnología un Reto y una Exigencia Social*. Colombia: Editorial Magisterio.

Valdés, P., et ál. (2002). Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. No. 28. Enseñanza de la tecnología / Encino de la tecnología, 28 recuperado de: <http://www.rieoei.org/rie28a04.htm>.

Vasco, C. (2001). *El saber tiene Sentido*. Santa fe de Bogotá: CINEP.

Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies. The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press. Traducción de J. Beltrán Ferrer (1986) *Introducción al estudio de las ciencias. Los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología*. Barcelona: Ariel