

La alfabetización científica y tecnológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física

ANDRÉS FELIPE VELÁSQUEZ MOSQUERA
Institución Educativa Liceo Nacional, Colombia

Introducción

Hoy existe consenso social en que la educación es un factor fundamental del desarrollo de los seres humanos y de la sociedad, se ha ganado conciencia de que el papel principal de la escuela es preparar al ser humano para la vida, y que las instituciones educativas deben estar orientadas a lograr el bienestar social. Los vertiginosos y condicionados cambios ocurridos en la ciencia y la tecnología del mundo contemporáneo, así como sus cada vez mayores implicaciones sociales, han generado una profundización de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Las ciencias naturales, en particular la Física y la tecnología han ido incorporándose progresivamente a la vida social, convirtiéndose su dominio en un importante elemento de la cultura, por sus contribuciones a la satisfacción de las necesidades humanas, debido a la gran influencia en asuntos como la salud, los recursos alimenticios y energéticos, la conservación del medio ambiente, el transporte y los medios de comunicación, entre otros.

Debido a esto, algunos autores plantean que la ciencia se ha convertido en un factor fundamental de la vida humana y que asistimos a una revolución sociocultural con base en la ciencia y la tecnología (Hurd 1994; Valdés y Valdés, 2000).

En correspondencia con este contexto es necesario que la educación científica y tecnológica, y en particular aspectos básicos de la Física, lleguen a los distintos niveles de la sociedad y que su enseñanza considere no solo conocimientos y habilidades específicos, como ha sido habitual hasta ahora. Ella debe proveer a la gran mayoría de la población de conocimientos científicos y tecnológicos con una perspectiva global, estrechamente vinculados a problemas del desarrollo social, de métodos de trabajo útiles en la vida futura, de los valores morales y, muy particularmente, de la capacidad para un aprendizaje permanente e independiente, necesario para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver problemas y necesidades de salud, problemas energéticos y medio ambientales, entre otros, y en definitiva, a que consideren la ciencia, y la Física en particular, como una parte de la cultura de nuestro tiempo (UNESCO, 1996; Niedo y Macedo, 1997; Furió y Vilches, 1997; Furió y otros, 2001).

La situación expuesta ha traído como consecuencia que, desde hace algunos años, haya crecido el interés de las instituciones educativas, particularmente las de los niveles básicos y medio por elevar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Desde hace aproximadamente una década, coincidiendo con las reformas educativas, planificadas, desarrolladas e implementadas en muchos países de América Latina durante los años noventa, se ha planteado la necesidad de diseñar nuevos currículos en las ciencias naturales, que contribuyan a lograr una alfabetización científica y tecnológica que se extienda a todas las personas. Así aparece claramente expresado en numerosos informes sobre políticas educativas de organismos internacionales, tales como la UNESCO y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). En consecuencia, este trabajo ha estado orientado hacia la búsqueda de alternativas que permitan perfeccionar la educación científica y tecnológica, en particular de la Física, a fin de contribuir a formar un comportamiento social de los ciudadanos en correspondencia con el actual contexto sociocultural.

Son dos los principales factores que determinan la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el preuniversitario, en primer lugar están los cambios en el contexto en que tiene lugar hoy la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Uno de los ejes centrales en los cambios en el actual contexto sociocultural es la revolución científico-tecnológica, ello implica un nuevo contrato social entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Otro de los factores lo constituye los insuficientes resultados obtenidos en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física.

Los cambios del contexto cultural en que tiene lugar hoy la enseñanza de las ciencias y la tecnología

En todos los sistemas educativos se llevan a cabo cambios curriculares, entre los que se encuentra el relacionado con el programa de la asignatura Física. Ello está determinado por la necesidad de adecuar los resultados de la enseñanza (conocimientos, actitudes, hábitos, valores, entre otros) a las exigencias de la sociedad actual; y también por el desarrollo alcanzado en las concepciones que se tienen acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje (Valdés y otros, 2001). Prácticamente no existe una esfera del conocimiento, desde la producción material hasta la espiritual, en que la ciencia y la tecnología no tengan una influencia decisiva. "En evidente contraste con ello y, pese a que en los últimos años se ha llegado a cierto consenso acerca de determinadas direcciones en las que ha de reorientarse la educación científica, en muchos currículos de ciencia, y sobre todo en la práctica de su enseñanza, continúan prevaleciendo ideas y comportamientos muy similares a los de hace más de tres décadas"¹ (Macedo y Katzakowic, 2002, p. 2). Es preciso señalar, además, la trascendencia que para los países de América Latina, en particular para la República de Colombia, tiene tomar conciencia de la situación anterior, y actuar en consecuencia. La brecha entre naciones desarrolladas y subdesarrolladas tiende a ampliarse cada vez más, lo que hace que el desarrollo científico-tecnológico, unido al actual proceso de globalización, plantee retos sin precedentes a los países de América Latina.

Otro factor importante es el cambio en las características de la actividad científico-investigadora. Dentro de los propios límites de la ciencia, incluyendo la Física, están teniendo lugar importantes modificaciones: en los objetos que estudia, en sus métodos y formas de trabajo, en la relación entre sus diferentes ramas y en su conexión con la tecnología y la sociedad. Se ha pasado del estudio del

¹ MACEDO, B., y KATZKOWIC, R. (2002); "Repensando la educación secundaria", en *Educación secundaria: un camino para el desarrollo humano*. UNESCO/OREALC, Santiago de Chile, p. 2.

macromundo al estudio intensivo del micromundo y el megamundo, han aparecido nuevas ramas de la ciencia, entre otras: la biomecánica, electrónica, la ciencia de materiales, la microbiología (Valdés y Valdés 1999). Estos cambios han conducido a considerar en la enseñanza de las ciencias, en particular de la Física, entre otros aspectos los siguientes (UNESCO-ISCU, 1999; Núñez, 1999; Pozo y Gómez, 1999; Vilches y otros, 2000; Gil y Vilches, 2001; Bybee, 2000; Del Carmen 2001):

- La significativa modificación del objeto de estudio de la ciencia e intensificación del aspecto intelectual de las investigaciones y el papel relevante de la teoría en el conocimiento de la realidad.
- La repercusión social de la ciencia y la tecnología en la situación del mundo y en la vida del ciudadano común.
- La utilización de dispositivos electrónicos, computadoras; y en general de la automatización, como importantes medios de investigación y su aplicación en la educación científica, en particular en la Física.
- La orientación práctica de la ciencia, la interpretación de la teoría y la actividad productiva junto a sus funciones descriptivas y explicativas.
- El surgimiento de nuevas ramas de la ciencia y la tecnología, el cambio de lugar que dentro de estas ocupan sus ramas tradicionales (Física, Química y Biología, entre otras) y la acentuada tendencia integradora entre ellas. Esto ha ocasionado que el trabajo interdisciplinario haya tomado una significativa relevancia. En la solución de un mismo problema intervienen cada vez más cantidad de especialistas. Como consecuencia la actividad científica-investigadora ha dejado de ser un trabajo individual para convertirse en una empresa colectiva (ampliación de los colectivos de investigación y de intercambios, considerable aumento en el número de revistas especializadas y de eventos científicos, surgimiento de instituciones dedicadas a la investigación, entre otras).
- El creciente papel desempeñado por los medios de información y comunicación en la divulgación de los adelantos científicos-tecnológicos y sus repercusiones sociales, lo cual facilita el acceso a la gran mayoría de la población a conocimientos actualizados, y a la vez, conduce a modificar las funciones de la clase y del maestro.

Los cambios citados demandan la incorporación de nuevas finalidades para la educación, en particular para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, de manera que contribuyan a la apropiación de conocimientos, de habilidades, actitudes, valores, métodos y formas de trabajos necesarios para la vida cotidiana, en correspondencia con el actual contexto sociocultural. De acuerdo con Acevedo (2004), las principales finalidades para la enseñanza de la ciencia y la tecnología son las que se señalan a continuación:

TABLA 1
Principales finalidades y características de la educación científica y tecnológica
en el actual contexto sociocultural

FINALIDAD	CARACTERÍSTICAS
<p><i>1. Propedéutica:</i> Ciencia para continuar estudios científicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Organizada por disciplinas: Biología, Física, Química y Geografía. • Prepara a los estudiantes para seguir estudios superiores en ciencias. • Es apoyada por la mayoría de los profesores de ciencias, las universidades y las políticas educativas.
<p><i>2. Ejercer la ciudadanía:</i> Para tomar decisiones en asuntos de la vida pública.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prepara para participar democráticamente en la toma, razonada y responsable, de decisiones relacionadas con ciencia y tecnología.
<p><i>3. Ciencia útil para la vida:</i> Para desenvolverse en la vida cotidiana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye temas interdisciplinarios, tales como: medio ambiente, desarrollo sostenible, salud, transporte y comunicación, entre otros. • Identificación de cuestiones relevantes relacionadas con ciencia y tecnología.
<p><i>4. Ciencia para motivar:</i> Destinada a despertar el interés de los alumnos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Habitual en los medios masivos de comunicación. Incluye documentales de televisión, revistas científicas e Internet, entre otros. • A veces presenta una imagen falsa de la ciencia, mostrando que los resultados obtenidos por los científicos son conseguidos fácilmente.
<p><i>5. Ciencia para desarrollar capacidades específicas:</i> Prepara para la inserción laboral, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Continúa la enseñanza tradicional de las ciencias, pero subordinada a la formación de capacidades más específicas. • Es defendida por los empresarios y algunos tecnólogos, entre otros.

En los últimos años, en el ámbito mundial, incluyendo a Colombia, la sociedad viene reclamando insistentemente una educación científica con una orientación más humanista, que responda a las exigencias del actual contexto sociocultural. Estas demandas han sido expresadas por los movimientos educativos en Ciencia, Tecnología y Sociedad, conocidos como CTS. Estos movimientos coinciden con las propuestas que exigen una orientación más humanista de la enseñanza de las ciencias y la tecnología. "Si hubiera que enunciar en pocas palabras los propósitos de los movimientos CTS en el ámbito educativo cabría resumirlos en dos: mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos (por tanto, es necesaria su alfabetización científica y tecnológica) y propiciar el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas (por tanto, es necesaria la educación para la participación también en ciencia y tecnología)"² (Gordillo, 2002, p. 48). En correspondencia con estos planteamientos CTS, se

² GORDILLO, Marfín (2002): "Teoría y práctica en la educación secundaria obligatoria: Los fines de la educación secundaria", en *Enseñanza secundaria y universitaria*. Madrid, p. 48.

recogen en la tabla 2 las recomendaciones internacionales más recientes sobre la educación científica y tecnológica.

TABLA 2

Principales propuestas para la educación científica y tecnológica que promueve el movimiento CTS

- La inclusión de la dimensión social y humanista de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de las ciencias, en particular de la Física.
- La presencia de la tecnología en la enseñanza de las ciencias, en particular de la Física, como elemento facilitador de la conexión con el mundo real, para una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología.
- La relevancia de los contenidos para la vida personal y social del ser humano, para la solución de algunos problemas cotidianos relacionados con la ciencia y la tecnología: salud, transporte, medio ambiente, desarrollo sostenible y comunicación, entre otros.
- Los planteamientos democratizadores del ser humano para la toma responsables de decisiones en asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología.
- La identificación de cuestiones clave relacionadas con la ciencia y la tecnología, familiarización con procedimientos de acceso a la información, científica y tecnológica relevantes, su interpretación, análisis, evaluación, comunicación y utilización.
- La consideración de los valores morales ante la ciencia y la tecnología.
- El pensamiento crítico en la ciencia y la tecnología.

Ante el panorama anterior, no es de extrañarse que la *alfabetización científica y tecnológica* sea considerada una condición esencial para el desarrollo, un requisito indispensable para la participación de los ciudadanos en la producción material y espiritual y en la toma fundamental de decisiones (UNESCO, 1994; Gil, 1997; Niedo y Macedo, 1997; Gil y otros, 1998; UNESCO-ISCU, 1999). Ante esta situación es necesario que el currículo de Física propicie en los estudiantes el aprendizaje de los conocimientos científicos y tecnológicos, de las habilidades, de los métodos de trabajo, de las formas de pensar y actuar necesarios para enfrentar los problemas de la vida diaria relacionados con ciencia y tecnología.

Ante esta situación conviene preguntarse: ¿Qué entender por alfabetización científica y tecnológica? El concepto de alfabetización científica y tecnológica, hoy en boga, cuenta ya con una tradición que se remonta, al menos, a finales de los años 50 (DeBoer, 2000). Pero es, sin duda, durante la última década, cuando esa expresión ha adquirido gran auge, y ha sido amplia y repetidamente utilizado por los investigadores, diseñadores de currículos y profesores de ciencias (Bybee, 1997). Ello debe saludarse, resalta Bybee, como expresión de un amplio movimiento educativo que se reconoce y moviliza tras el símbolo "alfabetización científica y tecnológica". Pero comporta, al propio tiempo, el peligro de una ambigüedad que permite a cada cual atribuirle distintos significados y explica las dificultades para lograr un consenso acerca de hacia dónde y cómo avanzar en su consecución.

De hecho, desde 1995, revistas como el *Journal of Research in Science Teaching* han publicado editoriales con llamamientos para la realización de contribuciones que permitan plantear propuestas coherentes en este campo de investigación e innovación educativa. Ahora bien, ¿por qué hablar de alfabetización científica y tecnológica?, ¿qué añade dicha expresión a la de educación científica?

Bybee sugiere acercarse al concepto aceptando su carácter de metáfora. Ello permite, de entrada, rechazar la simplificación inapropiada del concepto a su significado literal: una alfabetización científica y tecnológica, aunque ha de incluir el manejo del vocabulario científico, no debe limitarse a esa definición funcional. Concebir la alfabetización científica y tecnológica como una metáfora permite, pues, enriquecer el contenido que damos a los términos. Y obliga, al mismo tiempo, a su clarificación.

Podemos señalar, por ejemplo, que la idea de *alfabetización científica y tecnológica* sugiere unos objetivos para *todos* los estudiantes, que convierten a la educación científica en parte de una educación general.

El desarrollo de cualquier programa de educación científica, indica Bybee, debiera comenzar con los propósitos correspondientes a una educación general. Más aún, hablar de alfabetización científica, de ciencia para todos, supone pensar en un mismo currículo básico para todos los estudiantes, como proponen, por ejemplo, los National Science Curriculum Standards (National Research Council, 1996) y requiere estrategias que eviten las repercusiones de las desigualdades sociales en el ámbito educativo (Bybee y DeBoer, 1994).

Pero, ¿cuál debería ser ese currículo científico básico para todos los ciudadanos? Marco (2000) señala ciertos elementos comunes en las diversas propuestas que ha generado este amplio movimiento de alfabetización científica:

- Alfabetización científica y tecnológica práctica, que permita utilizar los conocimientos en la vida cotidiana, con el fin de mejorar las condiciones de vida, el conocimiento de nosotros mismos, etc.
- Alfabetización científica y tecnológica cívica, para que todas las personas puedan intervenir socialmente, con criterio científico, en decisiones políticas.
- Alfabetización científica y tecnológica cultural, relacionada con los niveles de la naturaleza de la ciencia, con el significado de la ciencia y la tecnología y su incidencia en la configuración social.

Por su parte Reid y Hodson (1993) proponen que una educación dirigida hacia una cultura científica básica debería contener:

- Conocimientos de la ciencia –ciertos hechos, conceptos y teorías.
- Aplicaciones del conocimiento científico –el uso de dicho conocimiento en situaciones reales y simuladas.
- Habilidades y tácticas de la ciencia –familiarización con los procedimientos de la ciencia y el uso de aparatos e instrumentos.
- Resolución de problemas –aplicación de habilidades, tácticas y conocimientos científicos a investigaciones reales.
- Interacción con la tecnología –resolución de problemas prácticos, enfatización científica, estética, económica y social y aspectos utilitarios de las posibles soluciones.
- Cuestiones socio-económico-políticas y ético-morales en la ciencia y la tecnología.

- Historia y desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- Estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica –consideraciones filosóficas y sociológicas centradas en los métodos científicos, el papel y estatus de la teoría científica y las actividades de la comunidad científica.

Bybee (1997) plantea la necesidad de ir más allá de un manejo superficial del concepto de alfabetización científica y tecnológica, y propone que esta “se extiende más allá del vocabulario, de los esquemas conceptuales y de los métodos procedimentales, para incluir otras dimensiones de la ciencia: debemos ayudar a los estudiantes a desarrollar perspectivas de la ciencia y la tecnología que incluyan la historia de las ideas científicas, la naturaleza de la ciencia y la tecnología y el papel de ambas en la vida personal y social. Los estudiantes deberían alcanzar una cierta comprensión y apreciación global de la ciencia y la tecnología como empresas que son y han sido y continúan siendo partes de la cultura”³ (Bybee, 1997, p. 12).

“Podemos apreciar, pues, una convergencia básica de distintos autores en la necesidad de ir más allá de la habitual transmisión de conocimientos científicos, de incluir una aproximación a la naturaleza de la ciencia y a la práctica científica y, sobre todo, de poner énfasis en las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad, con vistas a favorecer la participación ciudadana en la toma fundamental de decisiones” (Aikenhead, 2003).

Sin embargo, como ya hemos señalado, algunos autores han venido a poner en duda la conveniencia e incluso la posibilidad de que la generalidad de los ciudadanos y ciudadanas adquieran una formación científica realmente útil.

Considerando los planteamientos expuestos, el autor de este trabajo define y va a entender por *alfabetización científica y tecnológica*, al proceso continuo y permanente, orientado a la formación de una cultura general del ser humano, que contribuya a prepararlo para la vida. Ella debe proveerlo de los conocimientos científicos y tecnológicos con una perspectiva global, estrechamente vinculados a problemas del desarrollo social, de métodos útiles para el entorno, de los valores morales; y muy particularmente, de la capacidad para un aprendizaje permanente e independiente, necesario para desenvolverse en la vida cotidiana (ver anexo1).

Para cumplir con estos nuevos propósitos es indispensable un nuevo currículo en ciencias, en particular en Física, con unos objetivos básicos para *todas* los estudiantes, de tal forma que conviertan la educación científica y tecnológica en parte de una educación general. Dicho currículo debe contemplar entre otros aspectos:

- La preparación para la participación democrática, para que todas las personas puedan intervenir socialmente, con criterio científico y tecnológico, en decisiones políticas.
- El dominio de los conceptos básicos y elementos de la ciencia y la tecnología, en particular de la Física, que permita utilizar los conocimientos en la vida diaria.

³ BYBEE, R. (1997): “Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices”, en *Heineman*, p. 12.

- La conexión de la ciencia con otras ramas de la cultura, incluyendo a las humanidades (Por ejemplo, sobre el tema de ahorro energético, la contaminación ambiental y el desarrollo sostenible).
- Las actitudes y los valores relacionados con la actividad científica y tecnológica: solución de problemas, indagación, inconformidad, cuestionamiento constante, entre otros.
- La interacción de la ciencia con la tecnología en la solución de problemas prácticos y la posible aplicación de los resultados obtenidos en nuevas cuestiones.
- La visión, no solo de conceptos específicos, sino sobre ciencia misma: implicaciones, condicionamientos económicos, políticos, ideológicos y sus repercusiones sociales en esas esferas.

Actualmente la ciencia se considera como un proceso cambiante, en continua revisión, el cual se desarrolla en el marco de las teorías; dando prioridad al planteamiento de situaciones problemáticas, a su acotación, a la emisión de hipótesis y a la búsqueda de estrategias de solución. Lejos de ser neutra la ciencia está influenciada socialmente según la valoración de los criterios con que se la mire, sean políticos, sociales, personales, religiosos, entre otros. En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, en particular de la Física, es indispensable buscar una relación entre el contenido, los problemas sociales y la vida cotidiana de los estudiantes. Es preciso que los alumnos se den cuenta que los conocimientos científicos, las habilidades, los procedimientos, y las actitudes aprendidas en la escuela son útiles para la vida cotidiana.

La comprensión de estos aspectos es fundamental para que los estudiantes sean capaces de:

- Enfrentarse a situaciones problemáticas de la vida diaria.
- Relacionar el conocimiento y aplicarlo en diferentes contextos.
- Apropiarse de los métodos y los procedimientos en la resolución de problemas.
- Valorar las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico.

De acuerdo con la Enciclopedia Encarta (2004), "Tecnología, es un término general que se aplica al proceso a través del cual los seres humanos diseñan herramientas y máquinas para incrementar su control y su comprensión del entorno material. El término proviene de las palabras griegas *tecné*, que significa 'arte' u 'oficio', y *logos*, 'conocimiento' o 'ciencia', área de estudio; por tanto, la tecnología es el estudio o ciencia de los oficios"⁴.

La tecnología es definida como (Hopperman 2003, p. 35):

- Un conjunto ordenado de instrumentos, conocimientos, procedimientos y métodos aplicados en las distintas ramas industriales.
- Una actividad socialmente organizada, planificada que persigue objetivos conscientemente elegidos y de características esencialmente prácticas.

⁴ ENCARTA (2004): "La tecnología", en soporte magnético.

- Un conjunto organizado de conocimientos aplicados para alcanzar un objetivo específico, generalmente el de producir y distribuir un bien o servicio.

La racionalidad técnica se volvió sinónimo de eficiencia, y la eficiencia se ha vuelto criterio normativo por el cual los administradores y las organizaciones acostumbran a ser evaluados.

La tecnología ayuda a tener mejor producción, en algunos casos puede abaratar los costos, pero también trae como consecuencias negativas: *contaminación, y despido masivo de obreros, entre otros.*

En general, la concepción de ciencia como un conjunto de verdades y conocimientos acabados ha perdido vigencia (Colado, 2003). Aunque esta visión se conserva en algunas escuelas, en particular en la colombiana. La concepción que se tengan de la ciencia y la tecnología, así como de sus relaciones, diferencias e implicaciones sociales, condicionan en buena medida las finalidades y los objetivos de la educación científica y a su vez, conduce a dotar de distintos significados a la expresión alfabetización científica y tecnológica.

De acuerdo con Gilbert (1992), existen tres modelos de enseñanza de las ciencias: la *enseñanza para la ciencia*, basada en su dimensión técnica; la *enseñanza sobre la ciencia*, dirigida hacia los aspectos del ámbito sociocientífico; abarca las dimensiones organizativa e ideológica/cultural; y la *enseñanza en la ciencia*, que pretende tomar en cuenta, de manera equilibrada, todas las dimensiones del modelo. De igual manera, señala que existen tres maneras de enfocar la educación tecnológica: 1) *Enseñanza para la tecnología*, que se centra en los aspectos de la dimensión técnica y suele ser la perspectiva más habitual pero también la más restringida; 2) *Enseñanza sobre la tecnología*, que está más orientada hacia las cuestiones sociotecnológicas, es decir, a las relacionadas con las dimensiones organizativa e ideológica/cultural y es característica de la educación CTS, sobre todo en muchos cursos que se imparten dentro del ámbito de los estudios sociales y de humanidades; y 3) *Enseñanza en la tecnología*, que toma en consideración todas las dimensiones del modelo. Gilbert (1992) subraya que adoptar este último punto de vista conduce a una enseñanza comprensiva y más holística de la tecnología y a una educación tecnológica más equilibrada.

No obstante, la importancia de la ciencia y la tecnología y del significado de la alfabetización científica para el progreso de la humanidad, existe poco interés en los estudiantes por las asignaturas relacionadas con ciencias (Yager y Penick, 1996; Valdés y Valdés, 2000).

Los resultados insuficientes obtenidos mediante la enseñanza tradicional de las ciencias, en particular de Física, es otro de los factores principales que determinan la necesidad de perfeccionar la educación científica y tecnológica. La insatisfacción por la calidad del aprendizaje de la educación científica, en particular de la Física ha sido una constante, en el ámbito mundial, durante las últimas cuatro décadas. Así lo reflejan los diversos modelos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que han sido establecidos a partir de los años sesenta: aprendizaje por descubrimiento, transmisión-recepción significativa de conocimientos, cambio conceptual, aprendizaje como investigación dirigida, integración jerárquica de conocimientos (Ausubel y Novak, 1978; Pozo, 1997). También lo refleja la abundante investigación realizada sobre múltiples aspectos de la enseñanza de las ciencias, en particular de la Física (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Perales y Cañal, 2000): el tratamiento de conceptos, la resolución de problemas, la realización de trabajos prácticos, la evaluación, etc.

En opinión del autor de este artículo, la insuficiencia de estos modelos se debe a varios factores: en primer lugar algunas tendencias han tratado aspectos parciales del proceso de enseñanza-aprendizaje: unas se han dedicado a los métodos, otras al contenido, o bien a los medios de enseñanza, o a la evaluación. El autor de este trabajo considera que no es posible abordar de forma aislada los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, y por el contrario considera necesario y esencial tratar de forma integral dichos componentes, los cuales deben ser abordados como un sistema, considerando que los objetivos son la categoría rectora del proceso. Otra de las insuficiencias es debida a la concepción del modelo, unas veces por parte de sus autores o representantes, y la otra por los docentes encargados de ejecutar los currículos.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, la educación científica en la escuela primaria, secundaria y en el preuniversitario, continúa atravesando serias dificultades en muchos países, entre ellos Colombia. Ello ha sido constatado en diversos estudios, como en el "Análisis comparado de los currículos de Biología, Física y Química en Iberoamérica" (Cavodeassi y García-Sípido, 1992).

Las investigaciones en torno a la enseñanza de la Física han puesto especial atención a los siguientes aspectos:

- La ineficiencia de los patrones del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asimilación de conocimientos, la formación de habilidades, hábitos y la formación de valores morales.
- El carácter perecedero de la preparación adquirida en las instituciones docentes.
- La necesidad de actualizar sistemáticamente los programas ante los continuos y vertiginosos cambios experimentados en la ciencia y la tecnología.
- La elaboración de propuestas didácticas para la educación científica y tecnológica de masas, que prepare verdaderamente a los hombres para la vida moderna.

Es preciso reconocer, además, que tanto la enseñanza de la Física como las evaluaciones de sus resultados, han estado focalizadas en el aprendizaje de determinados conocimientos y ciertas habilidades específicas, asumidos como estándares durante décadas. Lo que más ha impulsado a la elaboración de diferentes modelos de enseñanza-aprendizaje ha sido la búsqueda de métodos y formas de trabajo para hacer más eficiente el aprendizaje de conocimientos. En cambio, a la reelaboración de los objetivos y el contenido de la enseñanza de la Física de tal modo que se correspondan mejor con las exigencias del actual contexto sociocultural, se le ha prestado menor atención.

El trabajo científico debe profundizar más allá del conocimiento aparente percibido directamente por el ser humano. Además de la formación de conocimientos, habilidades y valores morales, el proceso enseñanza-aprendizaje de la ciencia y en particular de la Física debe reflejar con especial énfasis las características de la actividad investigadora contemporánea. Es necesario que el sistema de tareas docente contemple exigencias a los estudiantes, entre otras:

- El planteamiento de problemas abiertos y su acotación.
- Emisión de hipótesis para explicar las situaciones problemáticas abordadas.
- Elaboración de algoritmos, diseños de modelos matemáticos e instalaciones experimentales.

- Realización de trabajos independientes: Búsqueda de información en libros, revistas, medios electrónicos e Internet, entre otros; con el propósito de conseguir la información necesaria para la solución de los problemas.
- La solución de problemas, experimentos docentes y la elaboración de informes.
- Búsqueda exhaustiva, con espíritu crítico y tenacidad, de la solución de los problemas planteados, hasta exponer coherentemente, por escrito, el resultado.
- Solucionar problemas relacionados con la tecnología, la producción y en general abordar situaciones problemáticas que contribuyan a resolver algunos problemas sociales.
- Establecer ventajas y limitaciones de una idea teórica, experimento o estudio realizado.
- Profundizar en el planteamiento de nuevos problemas con base en estudios realizados.
- Abordar individual y colectivamente la resolución de los problemas planteados.

Esto contribuirá para que los estudiantes logren una verdadera alfabetización científica y tecnológica, de manera que les sirva para orientarse en la vida diaria.

Una de las finalidades de la educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), es hacer que los estudiantes sean más conscientes de las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología. De acuerdo con Cutcliffe citado por Núñez, J. (1998, p. 2): "Si bien la ciencia y la tecnología nos proporcionan numerosos y positivos beneficios, también traen consigo impactos negativos, algunos de los cuales son imprevisibles, pero todos ellos reflejan los valores, perspectivas y visiones de quienes están en condiciones de tomar decisiones concernientes al conocimiento científico y tecnológico".

Algunas implicaciones de la alfabetización científica y tecnológica para el proceso de la enseñanza-aprendizaje de la Física:

- Estructurar el aprendizaje a partir de situaciones problemáticas abiertas.
- Propiciar el compromiso social y ético de los estudiantes ante el trabajo científico y los problemas sociales.
- Vincular la teoría y la práctica mediante la observación, la asimilación del conocimiento, el desarrollo de las habilidades, la formación de hábitos, los valores morales, considerando la actitud creadora, y relacionarlas con la actividad investigadora.
- Propiciar la alfabetización científica y tecnológica, considerando la orientación social de la ciencia, su fin práctico y el uso responsable.
- Promover la independencia en la búsqueda del conocimiento, la formación de una concepción científica y la formación de valores morales, tales como: La disciplina, la honestidad, la laboriosidad y la perseverancia, entre otros.
- Considerar que el aprendizaje del estudiante depende del desarrollo psíquico que ha alcanzado su personalidad, y a su vez, este desarrollo depende del aprendizaje adquirido por el alumno, y en particular por el contexto en que ha transcurrido.

- El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física debe incorporar aspectos de la actividad científica, familiarizando a los estudiantes con los elementos de la actividad investigadora contemporánea tales como: El uso de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones, en particular la informática, el planteamiento y resolución de problemas abiertos, la emisión y validación de hipótesis, el diseño y realización de experimentos, el trabajo en equipo, la búsqueda bibliográfica, la elaboración y defensa de pequeños trabajos de investigación; esto en correspondencia con la repercusión social que está teniendo la ciencia y la tecnología en la actualidad, con sus formas y métodos de trabajo en diferentes áreas de la producción y los servicios, y en particular en la vida del ciudadano común.
- Diseñar, ejecutar y analizar metodológicamente las tareas de Física y los materiales didácticos y las orientaciones metodológicas para el curso.
- Las tareas y actividades que los estudiantes resolverán deben ser variadas, suficientes y tener un nivel de dificultad adecuado a su zona de desarrollo próximo.
- Hacer más sistemática la evaluación y que tenga en cuenta además del dominio por parte de los estudiantes del conocimiento y las habilidades, aspectos tales como: Realización de informes, trabajos extraclases, discusión de temas en la clase, asistencia, puntualidad y disciplina en las actividades docentes, y solidaridad con sus compañeros de aula, entre otros.

Concluimos el análisis de esta idea, resaltando que la alfabetización científica y tecnológica no está determinada solo por la aspiración de preparar a toda la ciudadanía para participar en la vida pública. Su origen hay que verlo, más allá de ello, desde una visión más profunda de la ciencia y la tecnología o como una simple exigencia académica.

Bibliografía

- ACEVEDO, J. A., y otros (2002): "Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas", en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, n.º 2.
- ACEVEDO, J. A. (1998): "Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), pp. 409-420, Barcelona.
- BYBEE, R., y DEBOER, J. (1994): *Reforming Science Education: Social Perspectives and Personal Reflections* New Cork, Teacher Collage Press.
- DEBOER, J. (2000): "Learning About the Nature of Scientific Knowledge", en *Science Education*, N.Y.
- FERNÁNDEZ y otros (2002): "Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, pp. 477-488, Barcelona.
- FURIÓ, C., y otros (2001): "Finalidad de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria: ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, pp. 365-376, Barcelona.
- GARCIA, Franco (1994): "Física con ordenador", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona.
- GARDNER, P. (1994): "Representations of the Relationship Between Science and Technology in the Curriculum", *Studies in Science Education*.
- GILBERT, J. K. (1992): "The Interface Between Science Education and Technology Education", en *International Journal of Science Education*, 14(5), pp. 563-578.
- GILBERT, J. K. (1995): "Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 15-24, Barcelona.

- GIL PÉREZ, Daniel (1994): "Relación entre conocimiento científico escolar y conocimiento científico", en *Alambique*.
- ; Carrascosa y otros (1991): *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*, en Revista Enseñanza de las Ciencias, Barcelona.
- HEWSON, P., y HEWSON, M. (1987): "Conceptios of Teaching: Implications for Teacher's Educatios", en *Revista International Journal of Sciense education*, pp. 175-184.
- HODSON, Dereck (1992): "An Exploration of Some Issues Relating to Integration in Science and Education", en *Science and Education*.
- : "Some considerations in philosophy of science", en *Science & Education*, Toronto.
- MEMBIELA, P. (1997): "Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad", en *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), pp. 51-57.
- (2002): "Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias", en *Revista enseñanza de las ciencias*, pp. 443-450, Barcelona.
- MOLTÓ GIL, Eduardo (2003): "Breve estudio de algunas concepciones acerca de la ciencia y su reflejo en la enseñanza de las ciencias. ISPEJV", en medio magnético, La Habana
- , y otros (2003): "Algunas consideraciones acerca de los valores humanos y su formación. ISPEJV", en medio magnético, La Habana.
- NIEDA, J. (1996): *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*, OEI-UNESCO, Madrid.
- NÚÑEZ, Jorge (1996): *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*, en medio magnético, La Habana.
- POZO, J., y GÓMEZ, M. (1996): "Aprender y enseñar ciencias", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, pp. 513-520, Barcelona.
- UNESCO (1994): *Proyecto 2000+. La declaración. Propuestas de actividades*, UNESCO, París.
- UNESCO-ICSU (1999): Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*, <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>.
- VALDÉS CASTRO, Pablo, y otros (1999): *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas*, Editorial Academia, La Habana.
- (2003): *Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica*, en soporte magnético, Valencia, España.
- VALDÉS CASTRO, Pablo, y VALDÉS CASTRO, Rolando (1999): *Enseñanza-aprendizaje de la Física en secundaria*, Editorial Academia, La Habana.
- VELÁSQUEZ, Andrés (2004): "Algunas consideraciones sociales sobre la educación científica y tecnológica en la República de Colombia", La Habana, en III Congreso Internacional en Didáctica de las Ciencias y VIII Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física.
- VILCHES, Amparo (1988): *Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias físico-químicas*, Universidad de Valencia, Valencia.
- VILCHES, Amparo, y otros (2000): *Física y Química*, ESSO 4, Valencia.