

---

## FÍSICA Y TECNOLOGÍA. UNA INTEGRACIÓN POSIBLE

---

*Graciela Utges*

*Patricia Fernández*

*Alberto Jardón*

Taller de Investigación en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología

Departamento de Física y Química

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Universidad Nacional de Rosario

Argentina

### **Resumen**

*La inclusión de la educación en tecnología en la escolaridad es un tema de gran actualidad en las reformas curriculares de muchos países. Diversos organismos educativos han manifestado interés creciente en ello, como un medio para lograr un mejor desempeño social. Sin embargo las modalidades que se presentan para la implementación de desarrollos curriculares en esta temática difieren notablemente. Desde el tratamiento específico en algunos casos, hasta la simple mención de aplicaciones tecnológicas dentro de las asignaturas tradicionales en otros, los enfoques propuestos coinciden en la necesidad de que una separación entre la educación científica y la tecnológica podría tener consecuencias negativas para la calidad de la educación.*

*En este trabajo se presentan algunas cuestiones que defienden la integración de las áreas de ciencia y tecnología y que pueden servir como aparte para la elaboración de un diseño curricular en el área de ciencias, en particular en Física, y que integre al desarrollo específico de la disciplina, los temas propios del área de tecnología y sus relaciones con la ciencia y la sociedad como parte de los contenidos temáticos.*

### **I. Introducción**

La evolución histórico-social de la humanidad, pone en evidencia, sin necesidad de una observación exhaustiva, cómo la tecnología se ha constituido en un factor determinante de la calidad de vida de las sociedades actuales y en el parámetro de medida de su desarrollo.

Desde hace ya algunos años, la tecnología ha desbordado el plano industrial y ha invadido los hogares satisfaciendo las necesidades cotidianas a través de aparatos de televisión, teléfonos, automóviles, procesadoras de alimentos, equipos de audio, etc. Los usuarios de estos dispositivos los adquieren y operan con ellos, con mayor o menor habilidad, pero muchas veces ignoran las características de funcionamiento, o los riesgos que implica su uso y otros posibles inconvenientes. Es muy probable además, que en algunos casos, la elección del modelo en el momento de la adquisición responda más a cuestiones de publicidad que de real conveniencia de parte del futuro usuario. La situación contradictoria de riesgos y beneficios que presenta la tecnología requiere de los ciudadanos un mayor conocimiento acerca de los procesos involucrados en el desarrollo tecnológico.

Los adolescentes en particular, interactúan permanentemente con numerosos aparatos y artefactos que la tecnología ha permitido incorporar a la vida cotidiana. Sin embargo, los principios de funcionamiento de esos dispositivos, sustentados en principios y teorías físicas, suelen no estar incorporados a la currícula escolar. Informaciones útiles y prácticas para la vida cotidiana permanecen, por lo general, fuera del ámbito de la escuela.

Los conocimientos científico-tecnológicos, la repercusión social y cultural de los avances tecnológicos, sus consecuencias ambientales y socioeconómicas, integran algunos de los múltiples aspectos del cuerpo de conocimientos básicos de que debieran disponer aún los no tecnólogos, ya que muchos de ellos adoptarán las políticas o tomarán decisiones en los diferentes niveles de conducción, en su carácter de legisladores, administradores o planificadores. (UNESCO, 1988).

Las razones precedentes justifican, desde el punto de vista social, la inclusión de esta temática en la formación de los futuros ciudadanos, ya que su calidad de vida depende cada vez más de la tecnología y de las decisiones que se tomen acerca de ella. Los temas científico-tecnológicos deben tratarse desde una visión integradora que contemple aspectos sociales y ambientales, y a la vez que constituya un marco propicio para desarrollar la curiosidad y el ingenio en los alumnos así como el fomento de actitudes de cooperación y responsabilidad social. (UNESCO, 1988).

Esta necesidad que se ha intensificado en la sociedad merece una respuesta idónea a la vez que práctica y comprensible. No es fácil, sin embargo, acordar el abordaje a través del cual debieran satisfacerse estas cuestiones, que involucran el conocimiento del manejo práctico de dispositivos de uso cotidiano, a la vez que una buena fundamentación de su funcionamiento y una ubicación contextual que abarque cuestiones sociales y ambientales. Si bien el planteo de la incorporación de la educación tecnológica en la formación escolar es cada vez más generalizado, no existe un consenso respecto del modo de implementación. Cabe preguntarse en qué debe consistir la educación tecnológica. ¿Se trata de preparar a los futuros ciudadanos como usuarios cons-

cientes de la tecnología? Se trata de capacitarlos para el mundo del trabajo? Debe plantearse como una disciplina independiente o integrarse, por ejemplo, con el área de ciencias? Una respuesta a estas cuestiones requiere un análisis respecto de la identidad propia que pudiera tener la tecnología como asignatura independiente en la escolaridad, o desde qué asignatura disciplinar encarar su tratamiento si no lo fuera, cuál debería ser su orientación, qué espacio debería asignársele dentro de la currícula.

El presente trabajo intenta presentar algunos aportes para estas reflexiones. Se trata en primer lugar de delimitar en qué consiste la tecnología y establecer su diferenciación y relaciones con la ciencia. Se analiza como puede concebirse la educación tecnológica, y su vinculación con la educación en ciencias y en particular en Física. Se discute un enfoque que defiende como necesaria la interrelación entre la enseñanza de Física y la de la tecnología.

## **II. Ciencia, técnica y tecnología.**

No resulta sencillo definir qué es la tecnología, teniendo en cuenta que hay casi tantas definiciones como autores se han ocupado de ella, desde concepciones muy amplias, como la que propone que la tecnología es todo conocimiento aplicado a propósitos prácticos o la que la plantea como todo sistema de información que conecta al homo Sapiens con su ambiente, hasta otras más restringidas, como las que por ejemplo subordinan la tecnología a la noción de ciencia aplicada.

Si bien los términos “técnica” y “tecnología” son ambiguos y se utilizan muchas veces como sinónimos, suele reservarse el término de técnica para las actividades artesanales precientíficas y el de tecnología para las industriales o de desarrollo vinculadas al conocimiento científico. Por otro lado, como señala Quintanilla (1991), los filósofos, historiadores y sociólogos de la tecnología se refieren con ese término tanto a los artefactos que son producto de una técnica o una tecnología como a los procesos o sistemas de acciones que dan lugar a esos productos y sobre todo a los conocimientos sistematizados o no en los que se basan las realizaciones técnicas. El concepto de técnica se usa también en un sentido amplio de forma que incluye tanto actividades productivas, artesanales e industriales como actividades artísticas o incluso estrictamente intelectuales (como la técnica de bailar la raíz cuadrada).

Reservando para la tecnología el espacio de las actividades industriales o de desarrollo con base científica, debemos considerar que ella integra el “saber hacer” (conocimientos sistematizados), “las cosas hechas” (productos), así como “los modos de hacer” (procesos) que le son propios. Así lo entiende Gay (1994), quien plantea que:

*“...se entiende por tecnología los procesos, los conocimientos que lo sustentan, así como las productos resultantes de estas procesos,*

*sean artefactos o servicios, que tienen como objetivo o función solucionar problemas técnico-sociales concretos, o en arras palabras mejorar la calidad de vida.”*

En esta concepción, el eje del accionar tecnológico sería mejorar la calidad de vida, y el medio para lograrlo, el producto tecnológico (objeto o proceso), que actúa transformando el ambiente natural y sociocultural en beneficio del hombre.

No podríamos, por otro lado, comprender adecuadamente la tecnología si no la caracterizamos como actividad humana, como praxis, socialmente contextualizada, que nace de necesidades, responde a demandas e implica el planteo y la solución de problemas concretos ya sea de las personas, empresas o instituciones o del conjunto de la sociedad. Esta es la visión adoptada en la propuesta de reforma curricular iniciada en Argentina a partir de la Ley Federal de Educación (1993), cuando la define como:

*“... una actividad social centrada en el saber hacer que, mediante el uso racional, organizado, planificado y creativo de las recursos materiales y la información propia de un grupo humano en cierta época, brinda respuestas a las demandas sociales en la que respecta a la producción, distribución y uso de bienes y servicios.”*

Destacar el carácter práctico y social de la tecnología de ninguna manera significa prescindir de la consideración de la base científica involucrada en la comprensión del funcionamiento de los productos de la tecnología. Tampoco debe pensarse al producto tecnológico como una mera aplicación práctica de los desarrollos de la ciencia.

Numerosos autores advierten respecto a la dificultad con que tropieza cualquier intento de establecer delimitaciones entre la ciencia y la tecnología (Quintanilla 1991). No se trata de reservar para la ciencia la racionalidad en el entendimiento de la naturaleza y de reducir a la tecnología a una visión simplista de ciencia aplicada, con orientación puramente empirista, desprovista de todo razonamiento lógico. Según Quintanilla, los historiadores de la tecnología rechazan en general estas hipótesis. De hecho, el desarrollo de la tecnología precedió en muchos momentos de la historia al desarrollo de distintas áreas de la ciencia. Podemos citar como ejemplo. La aparición de la máquina de vapor antes del completo desarrollo de la termodinámica, o de los albores de la ingeniería eléctrica que precedió al formalismo del electromagnetismo.

La tecnología posee métodos que le son propios y considera variables que no siempre son relevantes en la investigación científica. (tiempos de ejecución, costos, necesidad de satisfacer demandas sociales, etc.)

Frente a una visión netamente intelectualista (que consideraría a las técnicas y tecnologías como meras aplicaciones de saberes previamente desarrollados) o una visión pragmática (que considera que la base de todo conocimiento es la experiencia práctica y que los aportes de la ciencia son formulaciones teóricas que pretenden fundamentar o explicar dichos saberes), parece necesario adoptar una postura dialéctica, que, distinguiendo la autonomía de la ciencia y de la tecnología como actividades humanas diferenciadas, considere sus complejas, multifacéticas y problemáticas relaciones.

Probablemente la dialéctica a la que nos referimos se centre en torno a la interacción de dos actividades humanas básicas: resolver y comprender.

Mc Ginn (1991) analiza particularmente a estas entidades como formas distintas de actividad humana. Como muchos tipos de actividad de los hombres, ellas pueden ser vistas según diferentes aspectos: productos, funciones, procesos, por ejemplo. Ciencia y tecnología podrían diferenciarse entonces contrastando algunos de ellos.

Con relación a los productos (outputs), la tecnología produce objetos y diseños relacionados con la técnica (procedimientos, planos, etc.). La ciencia, en cambio tiene como producto característico un conocimiento de la naturaleza basado en una teoría del mundo material.

En cuanto a las funciones radicales, ubicaríamos a la tecnología en torno a una función de utilidad y a la ciencia en función de comprensión. Suele plantearse la distinción entre ciencia y tecnología (como cuerpos de conocimiento), a partir de intencionalidad que orienta ese conocimiento. Así la tecnología se relacionaría con el saber cómo (know how), mientras que la ciencia se vincularía al saber por qué (know why).

En lo que hace a los procesos, Mc Ginn reconoce en la tecnología los siguientes pasos: identificación de una necesidad, deseo u oportunidad que pueden satisfacerse por medio de la técnica, diseño de una o más posibles soluciones construcción de la solución más promisorias, uso y evaluación. Para la ciencia, incluye: identificación de un fenómeno de interés, formulación de una hipótesis teoría, aplicación de ella al fenómeno, evaluación de su adecuación y adopción rechazo según ella. Si bien los procesos empleados en la ciencia y la tecnología responden a modelos tan lineales como los aquí enunciados, siendo suficientemente complejos como para tratarlos en este trabajo con profundidad, puede aceptarse que el planteo de Mc Ginn constituye una base para intentar reconocer una diferenciación procedimental en uno y otro campo.

Por su parte, Waks (1994) sugiere considerar una serie de dimensiones para la diferenciación entre ciencia y tecnología. Cada dimensión podría ser considerada a través de una recta en donde sus extremos caracterizarían los atributos de lo que podríamos denominar “ciencia pura” y “tecnología pura”. La siguiente tabla ilustra las dimensiones sugeridas por el autor y los énfasis correspondientes, planteados como extremos de un continuo.

<b>En Ciencia</b>	<b>En Tecnología</b>
análisis de fenómenos	síntesis de una nueva totalidad
abstracto/ teórico	concreto/ práctico
idea	producto/ desarrollo de procesos e implementación
investigación	diseño
ideal (perfeccionismo)	optimo (calidad máxima posible)
Tratamiento general de problemas	resolución de problema específico
agente motivador: curiosidad	agente motivador: necesidad
se maneja con supuestos	se maneja con hechos
Precisión	tolerancia (con compromiso)
sin vínculos o compromisos	compromiso social y económico

Más allá de estas polarizaciones, que surgen de un esfuerzo intelectual por diferenciar conceptualmente ciencia de tecnología, es preciso reconocer que si bien constituyen formas distintas y propias de actividad humana, sus relaciones mutuas han ido cambiando en la historia, desde un aislamiento inicial hasta una interpenetración o simbiosis en la era contemporánea, que dificulta su distinción nítida. El enorme aparato técnico de la ciencia moderna, las exigencias científicas del conocimiento técnico, hacen que sea difícil disociarlas.

### **III. El marco de la enseñanza en tecnología**

Grau (1995), en un análisis de la bibliografía internacional existente acerca de la enseñanza de la tecnología y las experiencias de algunos países que la incluyen en el curriculum, señala que si bien hay coincidencia en la necesidad de la formación tecnológica para una mejor inserción en la vida actual, no hay acuerdo en las modalidades ni en los resultados que puedan considerarse ampliamente satisfactorios como para merecer su generalización.

Grau enumera, entre otros, algunas tendencias y problemas en su enseñanza:

- A pesar de los esfuerzos operativos de gobiernos y organismos internacionales como la UNESCO y la OIT, la enseñanza de la tecnología como asignatura o como área curricular no está resuelta adecuadamente.
- La enseñanza de la tecnología no ha encontrado una forma acabada ni una función definida. Se la encuentra en diferentes áreas y niveles y está destinada a satisfacer diferentes necesidades. Tiene contenidos diferentes en cada país, y aún en diferentes escuelas dentro de un mismo país.
- En las experiencias aparecen dos maneras distintas de encarar el problema: tecnología como asignatura separada o como parte de diferentes asignaturas o áreas, pero en ambos casos no existe una fundamentación pedagógico didáctica y tecnológica que de cuenta de las bondades de la opción.
- Suele mencionarse la exploración como un medio para comprender los temas de tecnología. La exploración implica investigar la naturaleza, aprender del medio ambiente y la voluntad de observarlo y estudiarlo, lo que implica adoptar un enfoque no diferenciado con el de enseñanza de las ciencias.

Se encuentran pocos casos de asignaturas específicas de enseñanza tecnológica. La tecnología aparece como parte de las artes y oficios, de la economía, de la agricultura, la industria, el comercio y las ciencias naturales. En algunos casos constituye la parte aplicada o manual de la formación científica, concretada en el estudio de máquinas simples y de diversos dispositivos de comunicaciones, de la electricidad y de distintas formas de energía. En otras experiencias se enseña el uso de herramientas y el desarrollo de habilidades manuales, hábitos correctos de trabajo y el conocimiento de diferentes materiales. También existen contextos cercanos a la enseñanza técnica: en ellos se hace hincapié en el aprendizaje de habilidades concretas para la agricultura, la jardinería, talleres industriales y oficinas. Hay programas en los que se considera importante enseñar la organización del trabajo, el trabajo en equipo, los métodos cooperativos, el valor del trabajo y la relación entre la escuela, el trabajo productivo y el desarrollo social.

En términos generales, podemos considerar que la educación tecnológica, como área relativamente nueva dentro del diseño curricular, no tiene un espacio claramente definido. Las experiencias que encaran por ejemplo a incorporación de un enfoque tecnológico en la enseñanza de las ciencias son más frecuentes que la consideración de la tecnología como disciplina específica. No consideramos aquí a la situación propia de la enseñanza media técnica, que se propone la formación de técnicos con salida laboral específica y que sí contiene en su organización curricular diversas asignaturas del área tecnológica.

Como Gilbert (1992) comenta, varias razones contribuyen posiblemente al hecho de que la tecnología no se haya incorporado aún adecuadamente a la currícula: la

competencia que un área nueva debe establecer con las asignaturas tradicionales en los ya cargados cronogramas escolares, la falta de disponibilidad de docentes capacitados en el área, la ausencia de bibliografía y equipamiento adecuados, y tal vez más significativamente, la ausencia de una filosofía coherente de la tecnología en la cual basar la educación tecnológica, que de cuenta de las complejas relaciones entre tecnología y ciencia.

La necesidad de la alfabetización en tecnología como una de las prioridades de los sistemas educativos de los países que pretendan un crecimiento económico y un desarrollo social sustentable, ha sido destacado por la Ley Federal de Educación sancionada en Argentina en 1993 con motivo de la reforma curricular vigente, la que además se refiere a "...la adquisición y dominio de competencias para el trabajo y la tecnología como parte de los saberes socialmente significativos que son necesarios alcanzar en la Educación General Básica...".

En el marco de esta transformación curricular, se plantea entre los contenidos básicos comunes de la reforma, a la tecnología como un área independiente de las ciencias, aunque no es claro aún si en su implementación constituirá una asignatura independiente o si será abordada en el marco de otras asignaturas o bien a través de desarrollos interdisciplinarios.

#### **IV. La educación tecnológica**

Antes de plantearnos si la tecnología debe incorporarse a la escolaridad como asignatura independiente o integrada con otras disciplinas y qué conexión curricular puede establecerse con las ciencias y en particular con la Física, es preciso intentar delimitar mejor qué sería lo propio de la educación tecnológica. Pensamos que su especificidad está en la comprensión crítica del mundo artificial. Esto implica reconocer los tipos de problemas que están dentro del campo de la tecnología, la particular forma de abordarlos y la finalidad que guía su accionar y además comprender cómo se genera y cómo evoluciona el mundo artificial.

La educación tecnológica debe buscar, por un lado, orientar a los estudiantes al conocimiento y comprensión de este mundo artificial, así como de los objetos que forman parte del mismo, es decir vincularlos activa y reflexivamente con el mundo; y por otro, tender a desarrollar su capacidad creadora e inducirlos a imaginar soluciones viables para los problemas vinculados al mundo artificial que nos rodea. En otras palabras, debe enfocar la tecnología como una forma de pensar y de transformar la realidad.

Siguiendo a Gay y Ferreras (1994), podemos considerar los siguientes objetivos para la educación tecnológica:

- Comprender el mundo artificial en el que vive (obra) el hombre, advertir sus principales tendencias y conocer y entender los objetos que forman parte del mismo.
- Tomar conciencia que los objetos tecnológicos son respuestas a problemas y que su uso modifica la realidad.
- Plantear situaciones en las que partiendo de una necesidad (el problema) se busca el objeto que la satisface (la solución) o partiendo de un objeto se busca d terminar la necesidad que lo originó y el marco referencial del momento histórico del surgimiento del objeto.
- Identificar los objetos tecnológicos más pertinentes a su realidad y problemática y comprender los aspectos operativos y funcionales de los mismos.
- Asumir una actitud comprensiva y crítica frente a la tecnología.
- Reconocer la interdependencia entre la tecnología y las condiciones económicas, sociales y culturales.
- Tomar conciencia de la necesidad de evaluar y controlar los riesgos inherentes a toda intervención tecnológica.
- Formular y resolver problemas.
- Desarrollar habilidades manuales construyendo modelos sencillos de elementos de la realidad.
- Valorar la cultura tecnológica.

Una cuestión clave para abordar desde la educación tecnológica es el análisis de la relación entre necesidades y objetos que la satisfagan. Dicho análisis puede encararse desde dos puntos de vista diferentes. En un caso se parte de un objeto determinado y, mediante un análisis exhaustivo (lectura o análisis del objeto) se puede llegar a determinar el marco referencial que enmarcó su nacimiento, la necesidad que satisfizo y cómo lo hizo. En el otro caso, se parte de la necesidad que se desea satisfacer y siguiendo el proceso de diseño se arriba al objeto (o proceso) que satisface la necesidad planteada.

Los dos caminos señalados caracterizan dos grandes ejes que pueden constituir un marco referencial global para la educación tecnológica: el análisis del objeto tecnológico y el proyecto tecnológico. De hecho, estos son dos ejes básicos de la propuesta de reforma curricular para la Escuela General Básica en Argentina.

La propuesta de Contenidos Básicos Comunes elaborada en Argentina para el área de tecnología con motivo de la transformación curricular actual, incluye la presentación de estos dos posibles abordajes.

El análisis de los productos tecnológicos desde los puntos de vista morfológico, estructural, funcional, tecnológico, económico, comparativo-relacional, histórico-social, apunta al logro de competencias vinculadas al consumo y uso inteligente de

los productos tecnológicos y a la generación de criterios inteligentes para la adopción de tecnologías, considerando los múltiples aspectos involucrados en la elección.

El proyecto tecnológico, por otro lado, introduce aspectos de la tecnología que le son propios y la distinguen de otras disciplinas. La identificación de necesidades y oportunidades, el diseño, la organización para el trabajo y la gestión, la planificación y la ejecución, la evaluación y perfeccionamiento de un proyecto son algunos de estos aspectos. La concreción un objeto tecnológico que satisfaga una demanda planteada, teniendo en cuenta además criterios relacionados con sus costos y tiempos de ejecución, eficiencia y utilidad e incluso su impacto sobre el medio social y natural, introduce además una metodología que caracteriza a la tecnología y que le es propia.

## **V. Enseñanza de la Física y Tecnología**

En el apartado anterior hemos incluido algunas consideraciones respecto de posibles ejes para una educación tecnológica. Sin embargo, esto no significa necesariamente que la alternativa curricular más adecuada para su abordaje sea el considerar la inclusión para su desarrollo de una asignatura independiente. Si bien esta posibilidad podría concretarse en la escuela media, en la escolaridad primaria un tratamiento disciplinar específico no es aconsejable ni siquiera para la Física, la Química y la Biología. Una alternativa razonable en este nivel parece ser la integración de los contenidos científico-tecnológicos en torno a tres grandes ejes: seres vivos, fenómenos naturales y hechos producidos por el hombre.

En lo que respecta a la enseñanza media, aún en el caso de considerar la inclusión de una asignatura específica, parece desaconsejable despojar a las disciplinas científicas de toda connotación tecnológica. En lo que hace a Física, muchos autores enfatizan la importancia de contemplar en su desarrollo otros aspectos que van más allá de los cuerpos teóricos que la constituyen.

La incorporación de los avances tecnológicos como parte de los contenidos curriculares de Física contribuiría a superar un enfoque de la disciplina caracterizada muchas veces por una presentación abstracta, despojada de utilidad práctica, y avanzaría en propiciar la integración entre el conocimiento científico y tecnológico, reconociendo la interacción Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Como Orpwood (1988) sugiere, el aprendizaje debe partir de niveles prácticos y evolucionar con la educación hacia niveles más abstractos. En la misma línea, Pessoa (1991) sugiere, como resultado de las investigaciones realizadas por su grupo, una secuencia vinculada al conocimiento de los procesos de funcionamiento de aparatos y dispositivos por parte de los niños, que se inicia en el “cómo funciona” para posteriormente preguntarse el “por qué” funciona de ese modo.

Claxton (1984) y Layton (1986) coinciden en señalar que la Física en la escuela se presenta generalmente con connotaciones lingüísticas, matemáticas y experimentales muy alejadas del contexto experiencial de los estudiantes, lo que contribuye a que éstos no manifiesten interés por la disciplina, que es percibida como difícil, demasiado matemática y de limitada aplicación. Diversos autores han sugerido una aproximación de la enseñanza de la física hacia la interpretación de hechos y fenómenos que formen parte de la vida cotidiana, como un modo de superar las dificultades mencionadas. Si la física escolar debe tomarse más atractiva para los estudiantes, el curriculum debe enfatizar, no sólo los aspectos teóricos experimentales y filosóficos, sino también los históricos tecnológicos y cotidianos (Osborne y Wittrock, 1985). La propuesta curricular elaborada por el grupo GREF, del IFUSP, Brasil (1993), se orienta en este sentido.

La cuestión que aquí se plantea no se refiere a una educación tecnológica en sí misma, es decir una educación "en" Tecnología, según la clasificación de Gilbert (1992), sino un conocimiento integrado al conocimiento científico, de utilidad para la vida cotidiana, que permita comprender además el rol que la Ciencia y la Tecnología juegan en la Sociedad actual (educación "para" y "sobre" la tecnología) y que posibilite acercar la imagen tradicional de la Física a una visión más real y más en contacto con el mundo, que incluya tanto el conocimiento propio de la disciplina como sus aplicaciones técnicas e implicaciones sociales y medioambientales. (Solbes y Vilchez, 1992)

## **VI. Consideraciones finales**

Para llevar adelante la propuesta que los comentarios que anteceden sugieren se hace imprescindible contar con docentes capaces de ponerla en práctica y material didáctico adecuado.

Como muestra Jones (1990), la incorporación en la currícula de Física de conocimientos vinculados a la tecnología de uso cotidiano colaboraría a aumentar el interés de los alumnos por a disciplina, existen en este campo dificultades que merecen atención. Entre ellas, cabe mencionar:

- la necesidad de adaptar conocimientos científico-tecnológicos de alta complejidad a las capacidades de comprensión de los adolescentes,
- la diversidad de dispositivos y las dificultades consecuentes para su presentación sistematizada,
- la falta de bibliografía adecuada,
- la imprescindible capacitación docente.

La actualización docente se constituye así en un eje fundamental para un cambio curricular integral. Dicha actualización no consiste exclusivamente en la incorporación de contenidos nuevos, sino también en la discusión de nuevas metodologías de trabajo que favorezcan el acercamiento de los estudiantes a un conocimiento científico-

tecnológico de lo cotidiano. Nos referimos a actividades que trascienden las habituales en los cursos de Física, trabajos de laboratorio, resolución de problemas), incorporando el trabajo interdisciplinario, la búsqueda bibliográfica, la investigación conjunta (de docentes y alumnos), la consulta a especialistas. Actividades que no sólo fomenten la experimentación y comprobación de leyes y principios, sino también el diseño y construcción de dispositivos.

Se hace preciso, en el campo de la didáctica de las ciencias y la tecnología avanzar en las investigaciones que orienten los procesos de enseñanza aprendizaje desde el planteo sugerido, buscando alternativas para resolver adecuadamente algunas cuestiones esenciales:

- la definición del enfoque lógico y psicológico pertinente a cada nivel de la escolaridad
- la selección de contenidos relevantes y perdurables
- las actividades de aula significativas para el alumno y científica y tecnológicamente fundadas y operativamente viables en la escuela.

Por último es necesario remarcar que la posible integración de a contenidos científicos y tecnológicos en la enseñanza de la Física, no debe implicar una pérdida de identidad de cada una de estas áreas de conocimiento, sino por el contrario, una oportunidad para reflexionar sobre sus características específicas y sus múltiples conexiones.

## Referencias

- CLAXTON, G.L. (1984). Teaching and acquiring scientific knowledge. En T Keen and M. Pope (eds) Kelly in the classroom: Educational Application of Personal Construct de Psychology. (Cybersystems, Montreal)
- Contenidos Básicos Comunes para la Escuela General Básica. Ministerio de Educación, y Cultura. Argentina. Diciembre 1994.
- GAY, A., FERRERAS, M.A. (1994) La educación tecnológica. Ediciones tec. Córdoba, Argentina.
- GILBERT, J. (1992) The interfase between science education and technology education. Int. Journal of Science Education, v 14,5,563-578
- GRAU, J. (1995). Tecnología y educación. Fundec. Buenos Aires, Argentina.
- GRAF. (1993) Física 1,2, 3. EDUSP. San Pablo. Brasil.

- JONES, A. T.; KIRK, C. M. (1990), Introducing technological applications into the physics classroom: help or hindrance for learning? *International Journal of Science Education*, V 12 Nro 5, 481-490.
- LAYTON, D. (1986), Dilema de los innovadores: Replanteo del contexto de la educación científica y tecnológica. En *Innovaciones en la Educación en Ciencias y Tecnología*. Unesco, Montevideo.
- LAYTON, D.; MEDWAT, P.; YEOMANS, D. (1989) *Technology in TVEI 14-18: The Range of Practice*. Sheffield. The Training Agency.
- Ley Federal de Educación (Ley Nro. 24195). Ministerio de Educación y Cultura. Argentina. Abril 1993.
- Mc GINN (1991), *Science Technology and Society*. Prentice Hall, New Jersey.
- MENEZES, L. C. (1988), Hacia una Física Práctica. En Layton, D. *Innovaciones en la Educación en Ciencias y Tecnología*. Unesco, Montevideo.
- ORPWOOD, (1988) G. Ciencia y Tecnología en la enseñanza primaria del manada. En *Innovaciones en la Educación en Ciencias y Tecnología*. Unesco, Montevideo, Uruguay.
- OSBORNE, R., WITROCK, M. (1985). The generative learning model and its implication for science education. *Studies in Science Education*, v.12 ,pp 59-87
- Pessoa, A.M. (1991), *El constructivismo en la Enseñanza de las Ciencias*. REF VII. Mendoza. Argentina.
- QUINTANILLA, M.A. (1991). *Tecnología: Un enfoque filosófico*. EUDEBA. FUNDESCO. Buenos Aires, Argentina.
- SOLBES, J. y VILCHEZ, A. (1992) El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica/ sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las Ciencias*, 10, (2), 181-186
- UNESCO (1988) *Innovaciones en la educación en ciencias y tecnología*. Vol. 1 y 2. D. Layton comp. ORCYT. Montevideo.
- WAKS, s. (1994) Science- technology dimensions in physics education: prospects and impacto *Physics Education* 29 pp 65 a 70.