



CAPACITACION EN SERVICIO:

“Hacia una gestión situada...Una mirada crítica al Currículo de Educación Inicial desde el Jardín de Infantes”

**Clase 4: Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Tecnología.
Abordaje del ambiente en el Nivel Inicial**



Presentación

Esta nueva instancia de trabajo pretende reeditar un espacio de lectura, reflexión e intercambio. De este modo se propone dar continuidad al proceso de construcción conjunta que han iniciado las instituciones de Educación Inicial y sus docentes, a partir de una mirada crítica al texto del *Currículo de Educación Inicial de la Provincia de Córdoba*, promoviendo la concreción del objetivo de *asumir una actitud y actuación reflexivas para la toma de decisiones curriculares*, en este caso particular con respecto al campo de formación **Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Tecnología**.

En el marco de esta capacitación en servicio, la clase que ponemos a su disposición tiene como propósito primordial el de favorecer una mirada reflexiva sobre las propias prácticas vinculadas con la enseñanza de las Ciencias Sociales, las Ciencias Naturales y la Tecnología.

Desde el eje de las Ciencias Sociales, la propuesta pretende situarse ante un doble desafío. Por un lado, superar la descripción estereotipada que ha caracterizado durante mucho tiempo el estudio de la realidad social en la escuela. Por otro, acercar a los docentes herramientas conceptuales que posibiliten la elaboración de itinerarios didácticos en los que los niños puedan acercarse a la realidad social y sus distintas dimensiones, desnaturalizando y complejizando su mirada sobre ella. En este sentido, es importante considerar que nuestro modo de mirar e interpretar el mundo en el que vivimos está estrechamente ligado a nuestras primeras vivencias vinculadas a los saberes de este campo.

En cuanto a los ejes de Ciencias Naturales y Tecnología, la propuesta se orienta al logro de objetivos tales como: analizar algunos modos en que la investigación escolar puede incorporarse a las actividades de aprendizaje en la Educación Inicial; compartir conocimientos y analizar experiencias, en instancias de trabajo institucional que promuevan nuevos saberes y estrategias en el ámbito de la Educación Inicial; revisar las prácticas docentes e impulsar mejoras e innovaciones de acuerdo con el contexto específico.

Introducción

Los aprendizajes del campo de las *Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Tecnología* son relevantes para la formación y el desarrollo de capacidades fundamentales en los niños, como parte de su alfabetización integral.

Las actividades previstas para esta clase están orientadas, prioritariamente, a poner en diálogo el Diseño Curricular de Educación Inicial para el campo de formación *Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Tecnología*, con los aportes de diversos especialistas. La intención es favorecer el abordaje y discusión de enfoques de enseñanza; poner en consideración *para qué y desde dónde se enseña* y promover la revisión de los supuestos pedagógicos implícitos en la enseñanza y el aprendizaje de este campo. Entendemos que éste será un camino propicio para volver sobre nuestra práctica cotidiana, revalorizando las experiencias positivas y modificando aquéllas que lo requieran.

En cuanto a las actividades, les proponemos en primer término y para iniciar el recorrido del camino que juntos emprendemos, la identificación de los contenidos que se ponen en juego para el logro de los aprendizajes sistematizados en el diseño curricular en el eje de **Tecnología** de este campo de formación.

A continuación – en relación con el eje de **Ciencias Sociales**- proponemos la lectura reflexiva de un material textual que aborda el ambiente desde el paradigma de la complejidad, a partir de cuya comprensión se pretende posibilitar una revisión crítica acerca de los modos de articular y organizar los contenidos en el campo de las Ciencias Sociales. Es necesario reconocer nuestra mirada sobre la realidad, puesto que desde ese modo de concebirla se derivarán los posibles recortes e itinerarios didácticos.

En el eje de **Ciencias Naturales**, luego de la lectura del artículo *Un desafío de la alfabetización científica: hacer ciencia a través del lenguaje*, los invitamos a recuperar los aportes de la ciencia escolar a la alfabetización. A su vez, pretendemos revisar la relación del lenguaje con la enseñanza de las ciencias. El propósito es también que se reconozcan estos enfoques en el Diseño Curricular Jurisdiccional.

No menos importante es considerar qué contenidos se deben abordar en las salas para lograr los aprendizajes esperados en los niños, lo cual nos permitirá diseñar estrategias de enseñanza adecuadas. En este marco, y a modo de ejemplo, hemos seleccionado un tópico particular que en general es poco abordado en este nivel, como son las temáticas relacionadas con el estudio del cielo como parte del ambiente. Por ello, el análisis del artículo *Astronomía infantil. Una experiencia de aprendizaje* nos permitirá pensar estrategias de intervención docente para las salas del Jardín de Infantes.

Ofrecemos, además, el texto *La enseñanza de las Ciencias naturales en el nivel inicial*, para sumar aportes al abordaje de los procedimientos en el marco de investigaciones escolares, en vistas a su incorporación a las actividades de aprendizaje en la Educación Inicial.

Dado que la reflexión compartida a nivel institucional contribuye a mejorar nuestro actuar y lograr acuerdos entre colegas, les sugerimos – como cierre de la clase - un debate en torno a *Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y Realidades*.

Las producciones resultantes de las diferentes actividades deberán ser presentadas –debidamente organizadas- a modo de Trabajo Práctico Institucional

Actividades



Actividad 1

Les proponemos que, desde la lectura de los contenidos presentados en el diseño curricular de este campo de formación, **identifiquen los saberes específicos que se ponen en juego para el logro de los aprendizajes, en el EJE Tecnología, y los jerarquicen** teniendo en cuenta el contexto en que ustedes desarrollan su tarea educativa

A modo de ejemplo se resaltan con **negrita** los saberes para uno de los aprendizajes del eje:

*Reconocimiento de los **materiales** que conforman los **objetos del ambiente**.*

Actividad 2



Una lectura del ambiente desde la noción de complejidad implica una mirada explicativa, que recupera lo subjetivo, lo particular en relación con diversos contextos, las interrelaciones, los cambios y continuidades. Con base en esta noción, se favorecerá la posibilidad de que los niños enriquezcan sus conocimientos sobre su contexto cotidiano y se acerquen a otros menos conocidos. Diversos especialistas en el Nivel Inicial participantes en la Organización Mundial de Educación Preescolar-Comité Argentino, tomando el ambiente como eje organizador transversal, recuperan algunas experiencias que pueden resultar enriquecedoras para la tarea pedagógica, en el texto citado a continuación:

Soto, C. (s/f) *¿Recortes del ambiente o temas? ¿Cómo abordar el ambiente socio-natural en la escuela infantil?* En *Educared. Infancias en red. Dilemas*. Recuperado el 29 de marzo de 2010 de <http://www.educared.org.ar/infanciaenred/Dilemas/ambientesintesis.pdf>

★ Les sugerimos que, en primer lugar, reconozcan el contexto de producción del texto identificando las organizaciones y los especialistas que se presentan en él, consignando brevemente los datos recuperados.

Actividad 3



Los invitamos, continuando con el análisis del texto seleccionado, a realizar la lectura de los artículos para recuperar los aportes conceptuales vinculados a la noción de complejidad en el

abordaje del ambiente social, elaborando una red conceptual.



Actividad 4

En el texto que estamos analizando, los especialistas presentan diversos recortes de la realidad a manera de ejemplo de itinerarios didácticos. A partir de ellos, Uds. podrán revisar sus propias prácticas de enseñanza y recuperar por lo menos tres aportes que consideren pueden enriquecerlas. Podrán servirles de guía los siguientes interrogantes:

- ✓ ¿Qué aporta el enfoque actual acerca de la enseñanza del ambiente?
- ✓ ¿Qué decisiones es necesario asumir al elaborar los itinerarios didácticos desde este nuevo enfoque?

Como modo de sistematizar las conclusiones acerca de la revisión de las prácticas y la recuperación de esos aportes les proponemos que elaboren un breve informe que no supere una carilla.



Actividad 5

Con base en la lectura y el análisis del artículo indicado a continuación y con los aportes incluidos en la *Presentación* del Diseño Curricular Jurisdiccional para este campo, les proponemos que produzcan un texto breve (no más de 20 renglones), sobre cuál es la importancia de enseñar Ciencias desde el Nivel Inicial y qué lugar ocupa el lenguaje en su enseñanza y aprendizaje.

Bahamonde, N. (2008). Un desafío de la alfabetización científica: hacer ciencia través del lenguaje. En *Revista El Monitor*. N° 16. Recuperado marzo de 2010 de <http://www.me.gov.ar/monitor/nro16/dossier2.htm>.

★ Luego de lectura, en el siguiente documento, de los apartados “La tecnología y la escuela” (p. 22), “La educación tecnológica” (p. 23) e “Importancia de la Educación Tecnológica” (p. 25), incorporen al texto que han producido algunas consideraciones sobre la educación tecnológica como parte de la alfabetización que se debe propiciar en la Educación Inicial.

Gay, A. y Ferreras, M. A. (1996). *La Educación Tecnológica. Aportes para su implementación*. Buenos Aires: INET. Recuperado marzo de 2010 de http://www.ifdcelbolson.edu.ar/mat_biblio/tecnologia/textos/29.pdf



Actividad 6

El siguiente texto incluye algunos ejemplos de diálogos con niños sobre el cielo.

Vargas, A. E. (2001). Astronomía infantil. Una experiencia de aprendizaje. En *Revista Iberoamericana de Educación OEI*. Recuperado marzo de 2010 de <http://www.rieoei.org/experiencias5.htm>.

★ Identifiquen las ideas de Solana sobre la Luna y propongan una estrategia que posibilite comenzar el camino para acercarla a las concepciones científicas.



Actividad 7

El siguiente artículo aborda algunos procedimientos de la investigación escolar en el Nivel Inicial.

Mazza, S. M. (2009). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel inicial. En *Debates de Educ.ar, el portal educativo del Estado Argentino*. Recuperado marzo de 2010 de <http://portal.educ.ar/debates/eid/docenteshoy/debates/la-ensenanza-de-las-ciencias-n.php>.

★ Identifiquen, comenten con sus colegas y registren las conclusiones sobre el lugar que ocupa, en el Diseño Curricular Jurisdiccional, la enseñanza y el aprendizaje de la observación.

Como cierre de la clase, les sugerimos un debate sobre el texto indicado a continuación y la posterior revisión de cómo están contemplados en el Proyecto Educativo Institucional los aspectos que en él se abordan.

Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Educación, ciudadanía y alfabetización científica: Mitos y Realidades. En *Revista Iberoamericana de Educación OEI*. N° 42. Recuperado marzo de 2010 de <http://www.rieoei.org/rie42a02.htm>

Para seguir leyendo. Algunas sugerencias de lecturas complementarias:

- ✓ **Soto, C. (s.f.) Efemérides en la Escuela Infantil ¿Sólo disfraces y pregones?** En *Educared. Infancias en red. Dilemas*. Disponible en: <http://www.educared.org.ar/infanciaenred/Dilemas/efemerides.pdf> Recuperado el 30 de marzo de 2010. En este artículo, se abordan las fiestas patrias en las escuelas argentinas con referencia a los modos de construir un “nosotros argentino y plural” superando las tradiciones escolares que ponían el acento de los actos patrios sólo en relación con la consolidación de la identidad nacional desde las intencionalidades del Estado.
- ✓ **Rodríguez, C. Entrevista a Horacio Tignanelli.** En *Lecturas recomendadas*. Dirección General de Cultura y Educación. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Disponible

en:<http://abc.gov.ar/lainstitucion/sistemaeducativo/educacioninicial/lecturasrecomendadas/documentosdescarga/entrevista.pdf> . Recuperado marzo de 2010. El especialista en enseñanza de la Astronomía en Educación Inicial, Horacio Tignanelli, argumenta en relación con la importancia de la enseñanza de esta ciencia a los niños.

- ✓ **Buch, T. (2003). CTS desde la perspectiva de la Educación Tecnológica.** En *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 32. OEI. Madrid. 147-163. Disponible en: <http://www.rieoei.org/rie32a07.htm> . Recuperado marzo de 2010. Se abordan dos posturas que se complementan sobre la Educación Tecnológica: la corriente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), y lo que, con diversas acepciones del término, se denomina *educación tecnológica*.

Algunos recursos:

- El siguiente recurso presenta una selección de fotos de diversas familias con comentarios de los niños acerca de su composición, en globos de texto.

Ministerio de Educación de la Nación. Familia. Relaciones de parentesco. En *Educ.ar el portal educativo del Estado argentino*. Recuperado el 24 de febrero de 2010 de:

<http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD24/docentes/actividades%20sala/pdf/mi-familia.pdf>

- El siguiente link aporta selecciones de fotos de juguetes del pasado y del presente.

Museo del Niño y Centro de documentación histórica de la escuela. (2008) *Juguetes de ayer y de hoy*. Recuperado el 24 de febrero de 2010 de: <http://www.museodelnino.es/sala2/juguetes/juguetes.htm>

- El siguiente link aporta selecciones de fotos de útiles y materiales del aula del pasado y el presente.

Museo del Niño y Centro de documentación histórica de la escuela. (2008) *El aula del ayer y del hoy*. Recuperado el 24 de febrero de 2010 de: <http://www.museodelnino.es/sala1/aula/aula.htm>

Esperando que el contenido de esta clase signifique un aporte en su formación profesional y la posibilidad de abrir nuevas inquietudes y búsquedas de una mejor educación para todos, nos despedimos y agradecemos su participación.

Equipos técnicos de Ciencias Sociales y de Ciencias Naturales

Área de Gestión Curricular

ANEXO

Bahamonde, N. (2008). Un desafío de la alfabetización científica: hacer ciencia través del lenguaje. En *Revista El Monitor*. N° 16. Recuperado marzo de 2010 de <http://www.me.gov.ar/monitor/nro16/dossier2.htm>.

Un desafío de la alfabetización científica: hacer ciencia través del lenguaje

Por Nora Bahamonde*

Enseñar ciencias significa abrir una nueva perspectiva para mirar el mundo. Una perspectiva que permite identificar regularidades, hacer generalizaciones e interpretar cómo funciona la naturaleza.

Significa también promover cambios en los modelos de pensamiento iniciales de los alumnos, para acercarlos progresivamente a pensar por medio de teorías a fin de dar sentido al mundo.

Para lograrlo, los chicos deberían comprender que el mundo natural presenta cierta estructura interna que puede ser modelizada, aunque los hechos elegidos y los aspectos del modelo científico que los explican deben adecuarse a sus edades y a los saberes que se prioricen en cada etapa.

Enseñar ciencias, entonces, es tender puentes que conecten los objetos y los hechos familiares o conocidos por los alumnos con las entidades conceptuales o modelos construidos por la ciencia para explicarlos. Estos modelos son potentes y generalizadores porque pueden ser aplicados a nuevas situaciones y comprobar que también funcionan; y porque son útiles para predecir y tomar decisiones.

Todas las chicas y los chicos pueden iniciar el proceso de alfabetización científica desde los primeros años de escolaridad, si entendemos que esto significa proponer situaciones de enseñanza que recuperen sus experiencias con los fenómenos naturales, para volver a preguntarse sobre ellos y elaborar nuevas explicaciones que tengan como referencia los modelos de la ciencia.

El aula se constituye así en un espacio de diálogo e intercambio entre diversas formas de ver, de hablar y de pensar, en el que los participantes, alumnos y maestros ponen en juego las distintas representaciones que han construido sobre la realidad, para contrastarlas a través de exploraciones e interacciones directas con los objetos, los materiales y los seres vivos. Así, los hechos elegidos se plantean como problemas, preguntas o desafíos porque interpelan a niños y niñas acerca del funcionamiento del mundo, poniéndolos en la situación de buscar respuestas y elaborar explicaciones.

Se trata de ambientes de aprendizaje ricos, estimulantes y potentes que conecten con la curiosidad y el asombro, y que favorezcan distintas vías de acceso al conocimiento.

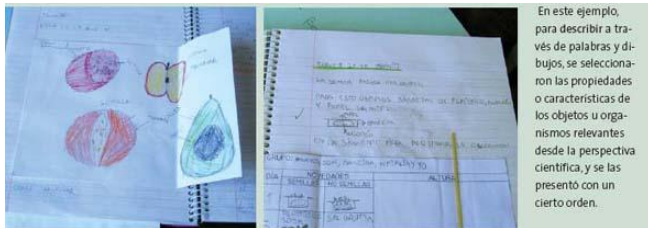
En ese marco son tan importantes las preguntas y los "experimentos" escolares como las discusiones acerca de los resultados y sus interpretaciones, y los textos que se escriben para comunicar y estructurar las nuevas ideas.



La ciencia escolar y su aporte a la alfabetización

Partimos de un concepto amplio de alfabetización que incluye aprendizajes básicos de distintos campos del conocimiento que se articulan entre sí, y no restringe su alcance solo al conocimiento de la lengua. La alfabetización científica se concibe hoy como una combinación dinámica de actitudes y valores, habilidades, conceptos, modelos e ideas acerca del mundo natural y la manera de investigarlo.

Esta visión incluye la construcción de una imagen actualizada de la ciencia, de la actividad científica, de los conocimientos científicos y su historicidad, que sea -a la vez- funcional para los destinatarios.



Como todos sabemos, los chicos construyen desde épocas tempranas muchos saberes acerca de los objetos, los seres vivos y su propio cuerpo. Además, es probable que se hayan acercado a algunas nociones científicas en el Nivel Inicial, aun sin saber leer ni escribir.

En la escuela primaria lo seguirán haciendo de un modo más sistemático, con la ayuda del docente. Por esa razón, es necesario instalar la enseñanza de la ciencia desde el inicio mismo de la escolaridad ya que proporciona aportes específicos al proceso alfabetizador, tanto por las cosas de las que se piensa y se habla, como por las formas de interactuar con ellas y de nombrarlas.

En este proceso de aprender a ver de otra manera, de articular la "mirada científica", el lenguaje juega un rol irremplazable. Permite darles nombre a las relaciones observadas, conectándolas con las entidades conceptuales que las justifican, y favorece la emergencia de nuevos significados y nuevos argumentos; convirtiéndose así, en la herramienta para cambiar la forma de pensar acerca del mundo.



Veamos un ejemplo (adaptación de Pujol, 2003) en el que se genera una discusión en la clase por la muerte inesperada de los bichos bolita en el terrario:

Maestra: ¿Qué creen que les sucedió?

Alumno 1: No tenían pasto para comer...

Maestra: Y si hubiésemos puesto pasto ¿no se habrían muerto?

Alumno 2: Para mí, les faltaba agua.

Alumno 3: Yo creo que en el lugar donde los capturamos había tierra húmeda y acá en el terrario, no.

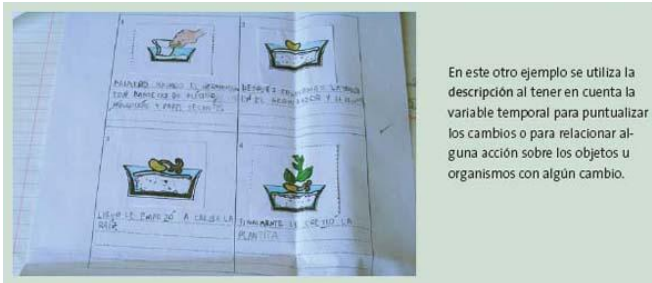
Alumno 4: Tendríamos que salir al patio y volver a mirar con más atención.

(Nueva salida al patio para observar a los bichos bolita en su hábitat).

En este caso, la pregunta del docente conduce a los alumnos a imaginarse una situación hipotética en la que

cambian las condiciones ambientales de partida y los "obliga" a pensar qué hubiera sucedido en un escenario diferente, y a buscar nuevas hipótesis que deberán corroborar. Es un ejercicio intelectual que otorga significado científico a las observaciones que se llevan a cabo en el marco del experimento escolar.

Se necesitarán nuevas observaciones y nuevas acciones para encontrar respuestas a las hipótesis planteadas, pero también nuevas preguntas y nuevas orientaciones por parte del docente.



Hacer ciencia a través del lenguaje

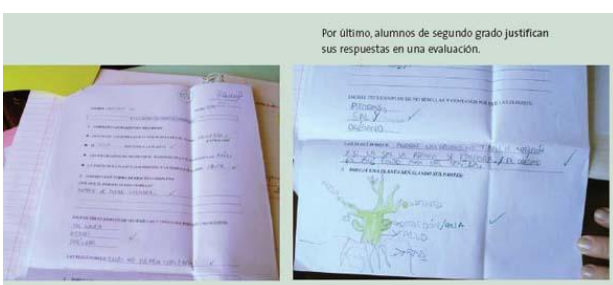
Como vimos en el ejemplo anterior, la introducción de vocabulario científico va asociada a la comprensión ideas y conceptos que representan las palabras, alejándose de un lenguaje formal pero vacío de contenido; no se trata de aprender definiciones sino de poder explicar.

En ese contexto, modelizar fenómenos científicos en la escuela implica también aprender una combinación de géneros lingüísticos para dar a conocer el pensamiento y la acción. Por ejemplo: plantear buenas preguntas es el punto de partida para mirar, ver y explicar con sentido. Describir implica establecer la manera de mirar los hechos e incluye el dibujo que amplía el campo comunicativo. Comparar es establecer hechos y relaciones. Justificar es explicar el porqué del porqué; es decir, interpretar un conjunto de hechos basándose en una teoría y usar el vocabulario científico en contexto. Por último, argumentar permite proponer y validar explicaciones usando razones teóricas y retóricas adecuadas a la audiencia y la finalidad.

Ofrecemos una serie de ejemplos tomados de situaciones reales de clase y registros de cuadernos de alumnos de escuela primaria, en las que se muestra la forma en que los chicos hacen ciencia al mismo tiempo que desarrollan competencias cognitivas lingüísticas en contexto.

Y chicos de cuarto grado proponen explicaciones a compañeros de segundo usando razones teóricas, basadas en los modelos científicos escolares trabajados, y recursos retóricos adecuados a la audiencia, cuando les dicen: "Para que haya una sombra se necesita luz y un cuerpo opaco como el mío".

Los ejemplos presentados muestran a la ciencia escolar como una forma de pensar sobre el mundo, que se corresponde con una forma de hablar, de escribir y de intervenir en él. Y es aquí donde la ciencia escolar encuentra puntos de contacto con la ciencia de los científicos, aunque ambas son construcciones sociales de orden diferente que responden a propósitos específicos.



* Coordinadora Proyecto de Alfabetización Científica, Área Curricular de Ciencias Naturales, Ministerio de Educación de la Nación.

Vargas, A. E. (2001). Astronomía infantil. Una experiencia de aprendizaje. En *Revista Iberoamericana de Educación OEI*. Recuperado marzo de 2010.de <http://www.rieoei.org/experiencias5.htm>.

Alejandra Edith Vargas

Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico - Argentina

Lugar de la experiencia: Jardín de infantes N° 4 "Arco iris" Río Grande, Tierra del Fuego, Argentina, realizada durante el año 2000 y con la colaboración de la Estación Astronómica Río Grande

Una experiencia de aprendizaje

Hasta no hace mucho tiempo, creíamos que enseñar ciencias naturales en edades tempranas era inapropiado.

Varios eran los motivos, entre ellos puede mencionarse la cualificación cognitiva que el niño recibía, incluso desde la propia psicología, las que lo definían como un ser en desarrollo, con muchas carencias que le impedirían el aprendizaje, por lo que se consideraba más conveniente, esperar a su crecimiento.

Hoy sabemos que no es así, los niños viven en un ambiente y desde que nacen establecen relaciones con él, aunque sin detenerse a analizarlas. Es función del jardín ayudarlo a que pueda descubrir y averiguar esas relaciones con su medio.

¿Cómo hacerlo?

Sabemos que sus ideas y pensamientos tienen características especiales: son resistentes al cambio, intuitivas y que interfieren en los aprendizajes. Por ello no se pretende lograr grandes cambios conceptuales, pero sí pueden crearse situaciones de conflicto cognitivo, a partir de las cuales los niños pongan en duda la verdad de sus ideas y puedan así relativizarlas.

El pensamiento infantil posee ciertas características con relación al desarrollo del conocimiento científico y pueden resumirse en las siguientes:

- No pueden ponerse en el lugar del otro, tienen en cuenta únicamente su propio punto de vista. (egocentrismo)
- Prestan atención a un solo aspecto de un objeto o situación. (centración)
- Al enfrentarse a una secuencia de hechos nuevos, no pueden establecer relaciones entre ellos, seguramente recordarán la primera y última etapa de la secuencia.
- Necesitan actuar sobre los objetos, explorar el mundo que lo rodea, descubrirlo.

Al seleccionar contenidos y actividades, es importante tener estas características en cuenta, con el fin de saber cuáles son sus posibilidades de aprendizaje así como también sus limitaciones.

La acción y el pensamiento están ligados entre sí. Al tener suficientes experiencias para actuar sobre los objetos y para explorar ese mundo natural, es que comenzarán a ser capaces de cambiar algunas acciones por el pensamiento.

¿Qué es la astronomía?

Es la ciencia que estudia todo lo relativo a los objetos y procesos que se encuentran en el cielo. Es considerada la más vieja de todas las ciencias, ya que comenzó en la prehistoria. Está muy vinculada con la filosofía, y es considerada la ciencia que une a las personas a través de los tiempos.

En el Diseño Curricular de nuestra provincia, (Tierra del Fuego, Argentina) se hace mención a algunos contenidos en relación con la Astronomía: Cambios naturales. Momentos del día . Diferentes estaciones del año.

En un intento por acercar estos contenidos a los niños, a sus saberes, y poder concretizarlos se propone abordarlos a través de una secuencia de actividades.

¿Qué saben los niños de astronomía?

La mayoría de los niños entre tres y cinco años tienen ideas sobre el Sol, la Luna, la Tierra y las estrellas en general. Sin embargo, cuando se les interroga sobre qué hay en el cielo, aparecen además otros elementos que nada tienen que ver con la astronomía y sí con sus propias construcciones personales (fenómenos meteorológicos, personajes de fantasía, ángeles, familiares fallecidos, producto de los mitos culturales).

SOLANA - 4 AÑOS

D : docente S: Solana

D -¿Por qué se ve de día ?

S - porque el Sol le da rayitos al cielo.

D - ¿Qué se ve de día?

S - el Sol

D : ¿Cómo es el Sol?

S : el Sol es redondo y les ponen unos “pinchecitos” y el sol muchos rayitos le tira.

D ¿Para qué sirve el Sol?

S - para la Luna, para darle rayitos a la Luna, para estar caliente la gente.

D - ¿ Se puede tocar?

S - no, porque les puede quemar la mano.

D - ¿Se puede viajar al Sol?

S - Sí, en un avión, en una nave espacial, en un platillo volador, en todo eso.

D - ¿Se mueve?

S - no

D - ¿Qué ves en el cielo cuando es de noche?

S - Estrellitas, Luna, nubes negras, un avión, unas nubes blancas y nada más.

D - ¿Dónde está el Sol cuando es de noche?

S - El Sol en la Tierra

D - ¿Cómo es la Luna?

S - la Luna es así y así (dibuja en el aire una media Luna).

La Luna es chiquita, como una cabecita, blanca con gris.

D - ¿Se puede tocar?

Cuando viajan se puede tocar, y cuando se bajan de la nave espacial sí se puede tocar.

La interacción del niño con su entorno es esencial para su aprendizaje. Aprende a través de su propia actividad, en la que sus ideas tienen un papel fundamental. Al reorganizar sus ideas, tiene que reinterpretar la información, efectuar diferentes inferencias, probar ideas alternativas, es decir, utilizar diferentes procedimientos.

Por lo tanto el docente de nivel inicial deberá:

- Ayudar a que los niños hagan explícitas sus propias ideas y tengan acceso a las de los demás para poder establecer comparaciones.
- Ayudar a que los niños apliquen sus ideas a una situación problemática y comprobar su utilidad.
- Ayudarlos a reflexionar críticamente sobre cómo emplear sus ideas.

Ofrecerles oportunidades para que investiguen, piensen explicaciones y/o soluciones e interaccionen grupalmente.

FRANCO 5 años

D : docente F: Franco

D : ¿Por qué se ve de día?

F : porque hay sol

D : ¿Qué se ve de día?

F : autos, aviones, las nubes

D : ¿Cómo es el sol?

F : caliente, amarillo

D : ¿Y para qué sirve?

F : para ver

D : ¿Se puede tocar el sol?

F : no, te quemás

D : ¿Se mueve el sol?

F : no

D : ¿Qué ves en el cielo cuando es de noche?

F: En el cielo están los que se mueren

D : ¿ y qué más ves de noche?

F : estrellas, nubes

D : ¿ y la luna?

F : Sí también

D : ¿Cómo es la luna?

F : brillante

D : ¿Se puede tocar?

F : no

Conclusiones.

Tanto el abordaje de los contenidos de ciencias naturales, como el diseño de las actividades se propone a partir de un enfoque integral y multidisciplinario.

La didáctica del entorno, trasciende el contexto de la sala, la que se convierte en el espacio físico utilizado para planificar, analizar e imaginar experiencias a realizar en el ambiente natural, social y tecnológico en el que el niño vive.

Su propia interacción con el ambiente (personas, naturaleza, objetos) hará que conozca fenómenos, hechos, situaciones, que le permitirán reaccionar emocional e inteligentemente. Esta interacción puede ser espontánea o planeada y les permitirá ir aprendiendo a situarse frente al mundo, desarrollando una mente curiosa y ampliando sus experiencias infantiles.

Únicamente en los casos en que no sea posible el contacto directo con el mundo natural es que los aprendizajes serán indirectos, es decir a través de otros medios de información, tales como : libros, videos, multimedia, etc..

Finalmente se hace necesario destacar que el desarrollo de la experiencia abrió diferentes puertas hacia otros aprendizajes, y cada docente podrá tomar decisiones sobre cuales abrir según las posibilidades del grupo, conocimientos previos, etc.

Es función del jardín de infantes, preparar a los niños para la sociedad en que crecerán, revalorizando el papel de las ciencias, como parte de la educación, así como también la necesidad de vincular a la Ciencia con la Sociedad y los avances Tecnológicos.

Mazza, S. M. (2009). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel inicial. En *Debates de Educ.ar, el portal educativo del Estado Argentino*. Recuperado marzo de 2010 de <http://portal.educ.ar/debates/eid/docenteshoy/debates/la-ensenanza-de-las-ciencias-n.php>.

La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel inicial

Por Lic. Silvia Marcela Mazza

Todas las personas elaboramos en nuestra práctica social cotidiana un conocimiento del mundo que nos rodea. Ese conocimiento que nos resulta familiar, nos permite interactuar de una manera favorable con nuestro entorno natural y social.

Estos entornos o sistemas, el natural y el social, se encuentran ligados el uno con el otro, produciendo una interacción a la que se define como ambiente.

Si nos preguntamos si el conocimiento de la realidad natural y social debe y puede ponerse en marcha desde edades tempranas(el Jardín de Infantes), debemos decir que si, de hecho este conocimiento se inicia mucho antes de que los niños asistan al jardín de infantes.

En el nivel inicial, debe haber un equilibrio entre un hacer con las manos y un hacer con el pensamiento.

Es por ello que el docente debe:

- Despertar en sus alumnos la conciencia del papel del hombre en la naturaleza y de su responsabilidad para no ocasionar daños.
- Proponer actividades abiertas que ayuden al trabajo activo del niño.
- Crear las situaciones para el descubrimiento.
- Permitir construir sus propias teorías.
- Proporcionar que los alumnos vivencien los resultados de una experiencia, una observación o una investigación.

¿Por qué la observación?

Porque los conocimientos espontáneos que posee el niño son producto de su observación con el medio o contexto.

El alumno observa, después piensa y saca conclusiones, pero si no manipula objetos en la actividad, no desarrollará las habilidades necesarias para llevar a cabo experiencias por sí mismo.

¿Por qué la experiencia?

Aquí, no estamos hablando de experiencia que necesita ser explicada por el docente y quedarnos en eso, hablamos de la experiencia en donde el alumno puede ver, hacer y pensar.

Es donde el docente elige una experiencia para que el niño comprenda y pueda pensar una conclusión.

¿Por qué la investigación?

Porque a través de la investigación, el niño busca, recoge y registra la información obtenida, satisfaciendo la curiosidad.

Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Educación, ciudadanía y alfabetización científica: Mitos y Realidades. En *Revista Iberoamericana de Educación OEI*. N° 42. Recuperado marzo de 2010 de <http://www.rieoei.org/rie42a02.htm>

Educación y ciudadanía / *Educação e cidadania*

Educación ciudadanía y alfabetización científica: Mitos y Realidades 1

Daniel Gil Pérez ^{*}

Amparo Vilches ^{**}

SÍNTESIS: La alfabetización científica de la ciudadanía, en opinión de muchos expertos y responsables políticos, constituye hoy día un componente básico de la educación ciudadana. Pero ¿es necesaria, realmente, una formación científica para toda la ciudadanía? ¿Es posible alcanzar dicho objetivo? ¿Merece la pena el esfuerzo requerido? ¿A qué se debe el amplio rechazo por los estudios científicos? ¿Qué puede aportar realmente la ciencia a la educación ciudadana? En este artículo se abordan estas cuestiones con cierta profundidad, intentando ir más allá de la aceptación acrítica de supuestas evidencias.

1. Introducción / advertencia

Los autores de este trabajo tenemos un alto handicap para analizar con cierta objetividad cuál ha de ser el papel de la ciencia en la educación ciudadana: somos científicos. Es casi inevitable, por ello, que tendamos a sobrevalorar un campo de conocimientos que es el nuestro y en el que disfrutamos trabajando. Afortunadamente, somos también ciudadanos y concedemos a esta dimensión tanta o más importancia que a nuestra profesión, lo que esperamos pueda ayudarnos a superar planteamientos sectoriales.

Nos proponemos, pues, desconfiar, de entrada, de las apreciaciones y argumentos de los expertos de nuestra área y no consideraremos como algo obvio la inclusión obligatoria de las ciencias en el currículo básico para la educación de la ciudadanía. Del mismo modo, rogamos a los lectores y lectoras que adopten una posición similar, sin dejarse convencer por simples argumentos de autoridad esgrimidos por los propios interesados.

2. Argumentos de autoridad

Se suele dar por sentada la existencia de un amplio consenso en contemplar hoy la alfabetización científica como una prioridad de la educación ciudadana, como un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos. Así, frecuentemente se recuerda que en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se declara que:

Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico [...]. Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad (Declaración de Budapest, 1999).

Otros ejemplos relevantes que apuntan en la misma dirección, son los planteamientos de los National Science Education Standards, auspiciados por el National Research Council (1996) para el logro de la educación científica de los ciudadanos y ciudadanas estadounidenses del siglo XXI, en cuya primera página podemos leer:

En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural.

Ejemplos como éstos, se afirma, muestran la importancia concedida a una educación científica para todos, hasta el punto que se ha establecido una analogía entre la alfabetización básica iniciada el siglo pasado y el actual movimiento de alfabetización científica y tecnológica (Fourez, 1997).

Hay algo, sin embargo, que no se nos debe pasar por alto: todos los ejemplos mencionados expresan la opinión de quienes se ocupan de la educación científica (como es el caso, repetimos, de nosotros mismos). Se trata de valoraciones que, en buena medida, podrían expresarse resumidamente con una sencilla frase "lo nuestro es muy importante". Éste es un argumento muy común en todas las esferas de la vida pero, como es bien sabido, resulta escasamente fiable.

De hecho, algunos expertos en educación han puesto en duda la conveniencia e incluso la posibilidad de que la generalidad de los ciudadanos y ciudadanas adquieran una formación científica que les resulte realmente útil (Atkin y Helms, 1993; Shamos, 1995; Fensham, 2002a y 2002b). A través de trabajos bien documentados que pretenden "sacudir aparentes evidencias", Shamos califica en su libro *The Myth of Scientific Literacy*, de auténtico mito la necesidad de alfabetizar científicamente a toda la población. Conviene, pues, prestar atención a los argumentos críticos de estos autores y analizar más cuidadosamente las razones que justifican, o no, las propuestas de "ciencia para todos" como un elemento básico de la cultura ciudadana.

3. Formación científica en sociedades altamente tecnificadas

Fensham (2002b) nos recuerda que el movimiento Ciencia para todos y las primeras discusiones sobre la alfabetización científica se han basado en lo que podemos denominar la tesis pragmática, según la cual, los futuros ciudadanos se desenvolverán mejor si adquieren una base de conocimientos científicos, dado que las sociedades se ven cada vez más influidas por las ideas y productos de la tecnociencia.

Pero la tesis pragmática no tiene en cuenta el hecho de que la mayoría de los productos tecnológicos están concebidos para que los usuarios no tengan, para poder utilizarlos, ninguna necesidad de conocer los principios científicos en los que se basan. En efecto, en cualquier sociedad, millones de ciudadanos, incluidas eminentes personalidades, reconocen su falta de conocimientos científicos sin que ello haya limitado en nada su vida práctica. Algo muy distinto sucede con los conocimientos que conforman la alfabetización básica: nadie puede desenvolverse hoy sin saber leer y escribir o sin dominar las operaciones matemáticas más simples. La supuesta analogía entre alfabetización científica y alfabetización básica no tiene, pues, consistencia (Atkin y Helms, 1993).

Hay que reconocer que ésta es una crítica fundamentada, cuya validez puede ser corroborada por la experiencia de la generalidad de los ciudadanos y ciudadanas. Se cuestiona así, justificadamente, uno de los argumentos habitualmente esgrimidos en defensa de una alfabetización científica como constituyente de la educación ciudadana. Pero existen otros argumentos que también debemos analizar críticamente.

4. Educación científica y participación ciudadana en la toma de decisiones

¿Es útil la educación científica para hacer posible la participación ciudadana en la toma de decisiones? Junto a la justificación pragmática que acabamos de cuestionar, una segunda razón que se esgrime en favor de un componente científico de la educación ciudadana es que ello constituye un requisito para hacer posible la participación ciudadana en la toma de decisiones. Así, la mencionada Declaración de Budapest señala que la alfabetización científica es necesaria "a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos". Y los National Science Education Standards argumentan que "todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología". Este argumento democrático es, quizás, el más utilizado por quienes reclaman la

alfabetización científica y tecnológica como una componente básica de la educación ciudadana (Fourez, 1997; Bybee, 1997; DeBoer, 2000).

¿Hasta qué punto es válida esta justificación democrática? ¿No constituirá otro mito como ocurre con el argumento pragmático? Fensham plantea que considerar que una sociedad científicamente alfabetizada está en mejor situación para actuar racionalmente frente a los problemas socio-científicos constituye una ilusión, por cuanto se ignora la complejidad de los conceptos científicos implicados. Para ello se vale del ejemplo del cambio climático y sus causas. En su opinión, es ingenuo creer que este nivel de conocimientos pueda ser adquirido siquiera en las mejores escuelas. Un hecho clarificador a ese respecto, argumenta, es el resultado del Project 2061, financiado por la American Association for the Advancement of Sciences (AAAS), que consistió en pedir a un centenar de eminentes científicos de distintas disciplinas que enumeraran los conocimientos científicos que deberían impartirse en los años de escolarización obligatoria para garantizar una adecuada alfabetización científica de los niños y niñas norteamericanos. El número total de aspectos a cubrir, señala Fensham, desafía el entendimiento y resulta superior a la suma de todos los conocimientos actualmente enseñados a los estudiantes de elite que se preparan como futuros científicos. Algo irrealizable y carente de sentido. Entonces, ¿debemos renunciar a la idea de una educación científica básica para todos? O, lo que es mucho más grave, ¿debemos renunciar a una participación ciudadana fundamentada en la toma de decisiones y dejar esas decisiones en manos de los expertos?

En lo que sigue, la argumentación que presentamos estará basada en nuestra formación y actividad como ciudadanos tanto o más que en nuestra preparación científica. E intentaremos mostrar que la argumentación de Fensham es, en este caso, claramente errónea: que la participación en la toma fundamentada de decisiones por parte de los ciudadanos requiere, más que un nivel muy elevado de conocimientos, la aptitud para vincular un mínimo de conocimientos específicos, perfectamente accesibles, con planteamientos globales y consideraciones éticas que no exigen especialización alguna (Gil y Vilches, 2004a).

Más aún, intentaremos mostrar que la posesión de profundos conocimientos específicos, como los que poseen los especialistas en un campo determinado, no garantiza la adopción de decisiones adecuadas, sino que se necesitan enfoques que contemplen los problemas en una perspectiva más amplia, analizando las posibles repercusiones a medio y largo plazo, tanto en el campo considerado como en otros. Y eso es algo a lo que puede contribuir cualquier persona, con perspectivas e intereses más amplios, siempre que posean un mínimo de conocimientos científicos específicos sobre la problemática estudiada, que posibilite comprender las opciones en juego y participar en la adopción de decisiones fundamentadas. Esperamos responder, de este modo, a los argumentos de quienes consideran la alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía un mito irrealizable y sin verdadero interés.

Para ello analizaremos, como ejemplo paradigmático, el problema creado a partir de la Segunda Guerra Mundial, por los fertilizantes químicos y pesticidas que produjeron una verdadera revolución agrícola, incrementando notablemente la producción. Recordemos que la utilización de productos de síntesis para combatir los insectos, plagas, malezas y hongos aumentó la productividad en un período en el que un notable crecimiento de la población mundial así lo exigía. Algunos años después, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988), instituida por Naciones Unidas, advertía sobre la amenaza que constituía su uso excesivo para la salud humana, provocando desde malformaciones congénitas hasta cáncer, actuando como auténticos venenos para peces, mamíferos y pájaros. Dichas sustancias se acumulan en los tejidos de los seres vivos y, junto a otras igualmente tóxicas, han sido denominadas "contaminantes orgánicos persistentes" (COP).

Lo que interesa destacar aquí es que este envenenamiento del planeta a causa del uso de productos químicos de síntesis, en particular del DDT, ya había sido denunciado a finales de los años cincuenta por Rachel Carson (1980) en su libro *Primavera silenciosa* -título que hace referencia a la desaparición de los pájaros- en cuyo texto ofrecía abundantes y contrastadas pruebas de los efectos nocivos del DDT. Tales denuncias le valieron violentas críticas y duros acosos por parte de la industria química, los políticos y numerosos científicos que negaron valor a sus pruebas, acusándola de estar en contra del progreso que permitía dar de comer a una población creciente y salvar así muchas vidas humanas. Sin embargo, apenas diez años más tarde se reconoció que el DDT era realmente un peligroso veneno y se prohibió su utilización en el mundo rico, aunque, desgraciadamente, se siguió utilizando en los países en desarrollo.

Lo relevante de la batalla contra el DDT es que fue dada por científicos como Carson en confluencia con grupos ciudadanos sensibles a sus argumentos y llamados de atención. De hecho Rachel Carson es recordada hoy como "madre del movimiento ecologista" por la influencia que tuvo la gran repercusión de su libro en el surgimiento de grupos activistas que reivindicaban la protección del medio ambiente, así como en los orígenes del denominado movimiento CTS. En nuestra opinión, sin la acción de estos grupos ciudadanos, caracterizados por su capacidad para

comprender los argumentos de Carson, la prohibición del uso de DDT se hubiera demorado, con efectos aún más devastadores. Destacamos la acción de estos activistas ilustrados como ejemplo de participación ciudadana en la toma de decisiones. De igual modo, es de nuestro interés resaltar la actitud de muchos científicos, con un nivel de conocimientos sin duda muy superior al de esos ciudadanos, quienes se negaron a reconocer, inicialmente, los peligros asociados al uso de plaguicidas.

Entre otros, podemos mencionar muchos ejemplos similares, tales como la construcción de centrales nucleares y el almacenamiento de residuos radioactivos; el uso de freones -compuestos fluorclorocarbonados-, destructores de la capa de ozono; la creciente emisión de CO₂, causante principal del incremento del efecto invernadero y la consiguiente amenaza de un cambio climático global de consecuencias devastadoras (Diamond, 2006); los alimentos manipulados genéticamente, etcétera.

Consideramos conveniente detenernos en el ejemplo de los alimentos transgénicos, que, desde hace tiempo, está suscitando grandes debates y que puede ilustrar perfectamente el papel de la ciudadanía en la toma de decisiones (Gil y Vilches, 2004a). También en este terreno, los planteos iniciales fueron enfocados positivamente como forma de reducir el uso de pesticidas y herbicidas. Los alimentos transgénicos fueron considerados como la solución definitiva para los problemas del hambre en el mundo. Asimismo, se vislumbraban grandes posibilidades en el campo de la salud, a través de la aplicación de conocimientos y técnicas nuevas en el tratamiento de enfermedades incurables. Así, en 1998, el director general de una fuerte y reconocida empresa de manipulación genética de organismos y alimentos derivados, durante la asamblea anual de la Organización de la Industria de la Biotecnología, afirmó que:

De algún modo, vamos a tener que resolver cómo abastecer de alimentos a una demanda que duplica la actual, sabiendo que es imposible doblar la superficie cultivable. Y es imposible, igualmente, aumentar la productividad usando las tecnologías actuales, sin crear graves problemas a la sostenibilidad de la agricultura [...]. La biotecnología representa una solución potencialmente sostenible al problema de la alimentación.

Pocos estuvieron de acuerdo con una visión tan optimista, advirtiendo con preocupación sobre los posibles riesgos para el medio ambiente, la salud humana, el futuro de la agricultura, etc. Una vez más -señalaron los críticos- se pretende proceder a una aplicación apresurada de tecnologías cuyas repercusiones no han sido suficientemente investigadas, sin tener garantías razonables de que no aparecerán efectos nocivos, como ocurrió con los plaguicidas, que también fueron saludados como "la solución definitiva" al problema del hambre y de muchas enfermedades infecciosas.

Estamos, pues, frente a un debate abierto con estudios inacabados y resultados parciales contrapuestos, muchos de ellos presentados por las propias empresas productoras. Tales discrepancias son esgrimidas como argumento para cuestionar la participación de la ciudadanía en un debate en el que ni siquiera los científicos, con conocimientos muy superiores, se ponen de acuerdo. Cabe insistir, una vez más, en que la toma de decisiones no puede basarse exclusivamente en argumentos científicos específicos. Por el contrario, las preocupaciones que despierta la utilización de estos productos y las dudas acerca de sus repercusiones recomiendan que los ciudadanos y ciudadanas tengan la oportunidad de participar en el debate y exigir una estricta aplicación del principio de prudencia. Ello no cuestiona, desde luego, el desarrollo de la investigación ni en éste ni en ningún otro campo, pero se opone a la aplicación apresurada, sin suficientes garantías, de los nuevos productos, por el afán del beneficio a corto plazo. Por lo tanto, es absolutamente lógico que haya surgido un movimiento de rechazo entre los consumidores, apoyado por un amplio sector de la comunidad científica, hacia la comercialización precipitada y poco transparente de estos alimentos manipulados genéticamente. Cabe señalar que este rechazo ha dado notables frutos, como la firma del Protocolo de Bioseguridad en Montreal, en febrero de 2000, rubricado por 130 países, pese a las enormes dificultades previas y a las presiones de los países productores de organismos modificados genéticamente (OGM). Dicho protocolo, enmarcado en el Convenio sobre Seguridad Biológica de la ONU, supone un paso importante en la legislación internacional -aunque todavía no plenamente consolidado, por falta de firmas como la de EE.UU.-, puesto que obliga a demostrar la seguridad antes de comercializar los productos, evitando así que se repitan los graves errores del pasado.

Otro ejemplo en el mismo sentido lo constituye la acción concertada de amplios sectores de científicos y ciudadanos en contra de la construcción de centrales nucleares. Un fuerte debate ha resurgido recientemente debido a propuestas que presentan la energía nuclear como "solución" frente al grave problema del cambio climático. Provenientes incluso de algunos científicos que trabajan en temas de medio ambiente -como Lovelock-, tales propuestas plantean la adopción de la energía nuclear con el fin de disminuir, en forma urgente, la emisión de los gases que provocan el incremento del efecto invernadero. Existe un consenso general en la comunidad científica acerca de que el cambio climático provocado por la actividad humana ya ha comenzado y está relacionado

directamente con las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. También se ha llegado a un acuerdo sobre la necesidad de establecer, a la brevedad máxima, un nuevo modelo energético que prescindiera de los combustibles fósiles.

Sin embargo, algunos expertos -incluido el mismo Lovelock-, han demostrado un serio desconocimiento de la problemática energética al proponer a la energía nuclear como solución. En primer lugar, ignoran los graves problemas que ocasiona al medio ambiente el uso de este recurso energético, aun cuando entre ellos no esté incluido el incremento de los gases de efecto invernadero. Numerosos expertos que encontraron eco en la ciudadanía, denunciaron, entre otros problemas, la existencia de toneladas de residuos de media y alta actividad, con vidas medias de centenares de años y, en algunos casos, de milenios; los riesgos asociados al transporte y manipulación de los materiales radioactivos; la posibilidad de accidentes de consecuencias nefastas, como el ocurrido en Chernobyl; la factibilidad de atentados, cuya hipotética prevención requiere costosas medidas de seguridad, etc. Demasiados accidentes de esta índole han dado prueba suficiente de la falta de prudencia con que se opera en este sentido y han motivado que importantes movimientos ciudadanos en todo el mundo logren frenar la construcción de nuevas centrales nucleares.

Es oportuno considerar que la energía de origen nuclear representa tan sólo un 6% en el ámbito mundial. Incluso en países como Francia o Japón, que en su momento optaron por la creación de numerosas centrales nucleares, el porcentaje de esta energía no alcanza al 20%. Aunque se afirme que en Francia el porcentaje referido sea de un 80%, éste corresponde a la producción de electricidad. Cabe también destacar que el consumo de productos petrolíferos per cápita en Francia es similar al del conjunto de la Unión Europea.

En consecuencia, apostar por una solución nuclear exigiría la creación de miles de centrales en todo el mundo, con un costo desmesurado y absolutamente inaccesible a los países del Tercer Mundo, donde dos mil millones de personas siguen sin tener acceso a la electricidad y otros tres mil tienen un suministro de energía insuficiente. En conclusión: la energía nuclear no representa hoy una alternativa real que pueda oponerse a la de los combustibles fósiles, sino un grave problema que se debe combatir.

La alternativa válida está dada hoy por las energías renovables y el ahorro energético, aunque quienes busquen beneficios a corto plazo sostengan lo contrario. Los parques eólicos y los paneles fotovoltaicos constituyen hoy una realidad en fuerte expansión en algunos países, pese al escaso impulso dado hasta aquí a su desarrollo, consecuencia de la presión ejercida por diversos grupos petrolíferos y compañías de electricidad. La presión ejercida por parte de movimientos ciudadanos, ONG y grupos ecologistas jugaron un rol central en las recomendaciones del uso de este tipo de generadores de energía enunciadas en la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro en 1992; en la de Johannesburgo en 2002.

Incluso desde instituciones mundiales, como el World Watch Institute o el propio Parlamento Europeo, se insta a poner en marcha medidas políticas con plazos precisos para el logro de un incremento del porcentaje de energías renovables en el consumo final energético, de forma tal que representen un 20% del total en el año 2020. A dichos análisis e impulso se sumó la Declaración Final de la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, clausurada en Bonn en junio de 2004, con participación de más de 150 países, evento sellado con un acuerdo de realización de medidas concretas, cuya puesta en práctica será supervisada por Naciones Unidas, para impulsar las energías renovables como la eólica, la mini-hidráulica o la solar, reconociendo su papel crucial en la lucha contra el cambio climático y la pobreza (Gil Pérez y Vilches, 2004b).

En definitiva, debemos insistir en que esta participación de la ciudadanía en la toma de decisiones -que generalmente se traduce en evitar la aplicación apresurada de innovaciones de dudosas consecuencias a medio y largo plazo- no supone ninguna rémora para el desarrollo de la investigación, ni para la introducción de innovaciones que conlleven razonables garantías de seguridad. Prueba de ello es que la opinión pública no se opone a la investigación con células madre embrionarias; por el contrario, está apoyando el reclamo de la comunidad científica para que cese la prohibición introducida en algunos países, por presión de grupos ideológicos fundamentalistas.

De hecho, la participación ciudadana en la toma de decisiones es una garantía de aplicación del Principio de Precaución, que se apoya en una creciente sensibilidad social frente a las implicaciones del desarrollo tecnocientífico que puedan comportar riesgos para las personas o el medio ambiente. Dicha participación requiere un mínimo de formación científica que haga posible la comprensión de los problemas y de las opciones -que se pueden y se deben expresar con un lenguaje accesible- y no ha de verse rechazada con el argumento de la excesiva complejidad que revisten problemas tales como el cambio climático o la manipulación genética. Naturalmente, se precisan estudios científicos rigurosos aunque por sí solos no bastan para adoptar las decisiones adecuadas. A menudo, la dificultad

estriba, antes que en la falta de conocimientos, en la ausencia de un planteamiento global que evalúe riesgos y contemple posibles consecuencias a mediano y largo plazo. Muy ilustrativo a este respecto puede ser el enfoque dado a las consecuencias provocadas por el hundimiento del petrolero Prestige, que algunos intentan presentar como "accidente" siendo que constituyó una auténtica catástrofe, fruto previsible de la opción de reducir los costos de las medidas de seguridad en función del máximo beneficio particular a corto plazo (Gil y Vilches, 2003).

Todo ello constituye un argumento decisivo a favor de una alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía, cuya necesidad aparece cada vez con más claridad ante la situación de auténtica "emergencia planetaria" (Bybee, 1991) que estamos viviendo. Así, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992 y conocida como "Primera Cumbre de la Tierra", se reclamó una decidida acción de los educadores para que los ciudadanos y ciudadanas adquieran una correcta percepción de cuál es esa situación y puedan participar en la toma de decisiones fundamentadas (Gil Pérez, 2003; Edwards, 2004). Tal situación, dada su gravedad, ha conducido a Naciones Unidas a instituir la Década de la Educación para un Futuro Sostenible, para el período 2005-2014. Como señalan Hicks y Holden (1995), si los estudiantes han de llegar a ser ciudadanos y ciudadanas responsables, es preciso que se les proporcionen posibilidades de análisis de los problemas globales que caracterizan la situación de emergencia planetaria, para la consideración de posibles soluciones.

Así, la alfabetización científica no sólo no constituye un "mito irrealizable" (Shamos, 1995), sino que se impone como una dimensión esencial de la cultura ciudadana. La reivindicación de esta dimensión no es el fruto de "una idea preconcebida" aceptada acríticamente, como afirma Fensham (2002a y 2002b). Consideramos que el prejuicio fundado en que "la mayoría de la población es incapaz de acceder a los conocimientos científicos, que exigen un alto nivel cognitivo", no es sino una estrategia para reservarlos a una pequeña elite. El actual rechazo de la alfabetización científica recuerda la histórica y sistemática resistencia de los privilegiados a la extensión de la cultura y a la generalización de la educación (Gil y Vilches, 2001). Esta reivindicación forma parte de las batallas progresistas por vencer dichas resistencias, las cuales constituyen el verdadero prejuicio acrítico. Recordemos la frase del gran científico francés Paul Langevin, quien en 1926 escribía:

En reconocimiento del papel jugado por la ciencia en la liberación de los espíritus y la confirmación de los derechos del hombre, el movimiento revolucionario hace un esfuerzo considerable para introducir la enseñanza de las ciencias en la cultura general y conformar esas humanidades modernas que aún no hemos logrado establecer.

Tal concepto nos remite a lo que puede constituir el principal aporte de la ciencia a la cultura ciudadana: la contribución al desarrollo del espíritu crítico, que abordaremos en el siguiente apartado.

5. Contribución de la ciencia a la formación del espíritu crítico

Las palabras de Langevin, que acabamos de recordar, expresan el reconocimiento del papel jugado por la ciencia en la liberación de los espíritus; es decir, su contribución, a lo largo de la historia, a la formación de un espíritu crítico capaz de cuestionar dogmas y desafiar autoritarismos y privilegios (Gil y Vilches, 2004a).

Frente a esta valoración, sin embargo, existe hoy un creciente movimiento "anticiencia", que denuncia la ciencia exacta como un nuevo dogmatismo de conocimientos esclerotizados y, a menudo, carentes de incentivo. ¿Qué interés formativo puede tener para los jóvenes -se pregunta- el estudio de materias abstractas y puramente formales como la mecánica?

La crítica puede considerarse justa si se refiere a la forma en que la enseñanza presenta habitualmente esas materias. Pero, ¿cómo aceptar que el desarrollo de la mecánica, o de cualquier otro campo de la ciencia, constituya una materia abstracta, puramente formal? Basta asomarse a la historia de las ciencias para darse cuenta del carácter de verdadera aventura, que el desarrollo científico ha tenido; una lucha apasionada y apasionante por la libertad de pensamiento, en la que no faltaron ni persecuciones ni condenas.

La incorporación de aspectos de relación ciencia-tecnología-sociedad-ambiente (CTSA) y de los contenidos que reflejan en la historia tanto la defensa de la libertad de investigación y pensamiento como el cuestionamiento de dogmatismos, puede devolver al aprendizaje de las ciencias, la vitalidad y la relevancia del propio desarrollo científico. Los debates en torno al heliocentrismo, el evolucionismo, la síntesis orgánica y el origen de la vida constituyen ejemplos relevantes.

Pero el aprendizaje de las ciencias puede y debe ser también una aventura potenciadora del espíritu crítico en un sentido más profundo. Desafíos como el hecho de enfrentarse a problemas abiertos o participar en la construcción tentativa de soluciones constituyen, en definitiva, la aventura de "hacer" ciencia. La naturaleza de la actividad científica aparece distorsionada en la educación científica, incluso universitaria. Ello plantea la necesidad de superación de las visiones deformadas y empobrecidas de la ciencia y la tecnología, que están socialmente aceptadas y que afectan al propio profesorado. Tal actualización permitirá proporcionar una visión más creativa, abierta y socialmente contextualizada, acorde con la propia naturaleza tentativa de la actividad científica (Fernández, 2002; Gil Pérez, 2005), en la que el espíritu crítico, cuestionador de las apariencias, juega un papel esencial.

Cabe señalar que una justificación del reduccionismo operativista habitual de la educación científica estriba, paradójicamente, en las exigencias de la formación de futuros científicos (Gil y Vilches, 2001). Nos detendremos en analizar los argumentos utilizados.

6. Alfabetización científica de la ciudadanía vs preparación de los futuros científicos

¿Se contraponen la alfabetización científica de la ciudadanía a la preparación de los futuros científicos? Una tesis comúnmente aceptada por los diseñadores de currículos y los profesores de ciencias es que la educación científica ha estado orientada, hasta aquí, a la preparación de estudiantes como si todos pretendieran llegar a ser especialistas en biología, física o química. Según se afirma, es por esto que los currículos planteaban como objetivos prioritarios que los estudiantes estudiaran, fundamentalmente, los conceptos, principios y leyes de esas disciplinas.

Dicha orientación se modifica ahora debido a que se plantea que la educación científica es planteada como parte de una educación general para todos los futuros ciudadanos y ciudadanas. Esto es lo que justifica el énfasis de las nuevas propuestas curriculares en los aspectos sociales y personales, puesto que se trata de ayudar a la gran mayoría de la población a tomar conciencia de las complejas relaciones ciencia y sociedad, para permitirles participar en la toma de decisiones y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo.

Esta apuesta por una educación científica orientada a la formación ciudadana, "en vez de" a la preparación de futuros científicos, genera resistencias en numerosos profesores, quienes argumentan, legítimamente, que la sociedad necesita científicos y tecnólogos que han de formarse y ser adecuadamente seleccionados desde los primeros estadios.

En ambas actitudes -tanto la que defiende la alfabetización científica para todos, como la que prioriza la formación de futuros científicos- se aprecia claramente una misma aceptación referida a la contraposición entre dichos objetivos. Pero es preciso denunciar la falacia de esta contraposición entre ambas orientaciones curriculares y de los argumentos que supuestamente la avalan.

Cabe insistir en que una educación científica como la practicada hasta aquí, tanto en la secundaria como en la misma universidad, centrada casi exclusivamente en los aspectos conceptuales, es igualmente criticable como preparación de futuros científicos. Tal como hemos señalado, esta orientación transmite una visión deformada y empobrecida de la actividad científica, que no sólo contribuye a una imagen pública de la ciencia como algo ajeno e inasequible - cuando no directamente rechazable-, sino que está haciendo disminuir drásticamente el interés de los jóvenes por dedicarse a la misma (Matthews, 1991; Solbes y Vilches, 1997).

La gravedad y la extensión de estas deformaciones han sido puestas de relieve por numerosas investigaciones, que mostraron las discrepancias entre la visión de la ciencia proporcionada por la epistemología contemporánea y ciertas concepciones y prácticas docentes, ampliamente extendidas. Estas últimas conciben la actividad científica como un conjunto rígido de etapas a seguir mecánicamente (observación, acumulación de datos, etc.), resaltando lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., pero olvidando -o incluso rechazando- todo lo que significa invención, creatividad, duda (Fernández, 2002). Por otra parte, los conocimientos científicos -fruto de esta metodología- aparecen como descubrimientos de genios aislados, encerrados en torres de marfil y ajenos a las necesarias tomas de decisión, ignorándose así tanto el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos, como las complejas relaciones CTSA. Todo ello hace que una enseñanza supuestamente dirigida a la formación de científicos, afiance, por acción u omisión (al centrarse únicamente en los aspectos conceptuales y su aplicación operativa), una imagen de la ciencia que, además de falsa, resulta escasamente atractiva, dificultando la génesis de vocaciones científicas (Solbes y Vilches, 1997).

Cabe resaltar, además, que esta enseñanza centrada en los aspectos conceptuales, dificulta, paradójicamente, el aprendizaje conceptual. En efecto, la investigación en didáctica de las ciencias está mostrando que:

Los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, con tal de que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión (Hodson, 1992).

Dicho con otras palabras, lo que la investigación está mostrando es que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos.

Tras la idea de alfabetización científica no debe verse, pues, una "desviación" o "rebaja" para hacer asequible la ciencia a la generalidad de los ciudadanos, sino una reorientación de la enseñanza absolutamente necesaria también para los futuros científicos; necesaria para modificar la imagen deformada de la ciencia hoy socialmente aceptada y luchar contra los movimientos anticiencia que se derivan; necesaria incluso, insistimos, para hacer posible una adquisición significativa de los conceptos.

De ninguna forma puede aceptarse que el habitual reduccionismo conceptual constituya una exigencia de la preparación de futuros científicos, contraponiéndola a las necesidades de la alfabetización científica de los ciudadanos y ciudadanas. La mejor formación científica inicial que puede recibir un futuro científico coincide con la orientación que se dé a la alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía. Esta convergencia se muestra de una forma todavía más clara cuando se analizan con algún detalle las propuestas de alfabetización científica y tecnológica (Bybee, 1997). La tesis básica de este autor -coincidente, en lo esencial, con numerosos investigadores- es que dicha alfabetización exige, precisamente, la inmersión de los estudiantes en una cultura científica.

7. La alfabetización como potenciadora del espíritu crítico

Nos recuerda Bybee, que una de las formas más eficaces de alfabetizarse en una lengua es por inmersión en la cultura de esa lengua. De forma similar, sugiere, cabe suponer que la inmersión en una cultura científica constituya una forma excelente de favorecer la alfabetización científica. Esta tesis, que supone en definitiva aproximar el aprendizaje de las ciencias a una actividad de investigación, ha sido expresada, de una u otra forma, por numerosos autores y aparece como un fruto esencial de la investigación en didáctica de las ciencias.

Estas estrategias están dirigidas, esencialmente, a implicar a los estudiantes en la construcción de conocimientos, aproximando la actividad que realizan a la riqueza de un tratamiento científico-tecnológico de problemas. Se propone, en síntesis, plantear el aprendizaje como un trabajo de investigación y de innovación a través del tratamiento de situaciones problemáticas relevantes para la construcción de conocimientos científicos y el logro de innovaciones tecnológicas susceptibles de satisfacer determinadas necesidades. Ello ha de contemplarse como una actividad abierta y creativa, debidamente orientada por el profesor, que se inspira en el trabajo de científicos y tecnólogos, y que debería incluir toda una serie de aspectos como los que enumeramos seguidamente (Gil, 1999), tanto para favorecer la formación de futuros científicos como por su valor como instrumento de educación ciudadana (Gil y Vilches, 2004a).

7.1 La discusión del posible interés y la relevancia de las situaciones

Propuestas que den sentido a su estudio y eviten que los alumnos se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora o contemplado la necesaria toma de decisiones, por parte de la comunidad científica, acerca de la conveniencia o no de dicho trabajo; teniendo en cuenta su posible contribución a la comprensión y transformación del mundo, sus repercusiones sociales y medioambientales, etc.

7.2 El estudio cualitativo, significativo, de las situaciones problemáticas

Abordaje que ayude a comprender y acotar dichas situaciones a la luz de los conocimientos disponibles y de los objetivos perseguidos, al tiempo que permita formular preguntas operativas sobre aquello que se busca, lo que supone una ocasión para que los estudiantes comiencen a explicitar funcionalmente sus concepciones.

7.3 La invención de conceptos y la emisión de hipótesis

Prácticas fundamentadas en los conocimientos disponibles, susceptibles de focalizar y orientar el tratamiento de las situaciones, al tiempo que permitan a los estudiantes utilizar sus concepciones alternativas para hacer predicciones susceptibles de ser sometidas a prueba.

7.4 La elaboración y puesta en práctica de estrategias de resolución

Diseño y realización de montajes experimentales para someter a prueba las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone, lo que exige un trabajo de naturaleza tecnológica para la resolución de los problemas prácticos que suelen plantearse, tales como la disminución de las incertidumbres en las mediciones. Llamamos particularmente la atención sobre el interés de estos diseños y la realización de experimentos que exigen y ayudan a desarrollar la multiplicidad de habilidades y conocimientos. Se rompe así con los aprendizajes mal llamados "teóricos" (en realidad simplemente "librescos") y se contribuye a mostrar la estrecha vinculación ciencia-tecnología.

7.5 El análisis y la comunicación de los resultados

Socialización y cotejo con los resultados obtenidos por otros grupos de estudiantes que les permita asomarse a la evolución conceptual y metodológica experimentada históricamente por la comunidad científica. Ello puede convertirse en ocasión de conflicto cognoscitivo entre distintas concepciones, tomadas todas ellas como hipótesis, y puede también favorecer la autorregulación de los estudiantes, obligando a concebir nuevas conjeturas, o nuevas soluciones técnicas, y a replantear la investigación. Es preciso detenerse aquí en la importancia de la comunicación como sustrato de la dimensión colectiva del trabajo científico y tecnológico. Ello supone que los estudiantes se familiaricen con la lectura y confección de memorias científicas y trabajos de divulgación.

7.6 Las recapitulaciones y consideración de posibles perspectivas

- Conexión de los conocimientos construidos con otros ya conocidos, considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos que van ampliándose y modificándose. Se presta especial atención al establecimiento de puentes entre distintos dominios científicos, porque representan momentos cumbre del desarrollo científico y, en ocasiones, auténticas revoluciones científicas.
- Elaboración y perfeccionamiento de los productos tecnológicos que se buscaban o que son concebidos como resultado de las investigaciones realizadas, lo que contribuye a romper con tratamientos excesivamente escolares y reforzar, así, el interés por la tarea.
- Planteamiento de nuevos problemas.

Todo ello se convierte en ocasión de manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones, contribuyendo a su profundización y resaltando en particular las relaciones CTSA que enmarcan el desarrollo científico, con atención a las repercusiones de toda índole de los conocimientos científicos y tecnológicos (desde la contribución de la ciencia y la tecnología al logro de la sostenibilidad, a los graves problemas que hipotecan su futuro), propiciando a este respecto la toma de decisiones, en la forma que ya hemos discutido en el apartado precedente.

Cabe insistir, además, en la necesidad de dirigir todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda ciencia, favoreciendo, para ello, las actividades de síntesis (esquemas, memorias, recapitulaciones, mapas conceptuales...) y la elaboración de productos, susceptibles de romper con planteamientos excesivamente escolares, de reforzar el interés por la tarea y de mostrar la estrecha vinculación ciencia-tecnología.

Es conveniente remarcar, asimismo, que las orientaciones precedentes no constituyen un algoritmo que pretenda guiar paso a paso la actividad de los alumnos, sino indicaciones genéricas que llaman la atención sobre aspectos esenciales en la construcción de conocimientos científicos ya que, a menudo, no son suficientemente tenidos en cuenta en la educación científica. Nos referimos tanto a los aspectos metodológicos como a los axiológicos: relaciones CTSA, toma de decisiones, comunicación de los resultados... El aprendizaje de las ciencias es concebido, así, como un proceso de investigación orientada que permite a los alumnos participar colectivamente en la aventura de enfrentar problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos.

De este modo, se pretende favorecer una cierta inmersión en la cultura científica y tecnológica, fundamental para la formación de ciudadanas y ciudadanos críticos que habrán de participar en la toma de decisiones, e igualmente

fundamental para que los futuros científicos logren una mejor apropiación de los conocimientos elaborados por la comunidad científica.

Puede afirmarse, entonces, que la ciencia, cuando no se ve limitada por reduccionismos distorsionantes y empobrecedores, supone una indudable contribución a la formación del espíritu crítico, necesario para no quedar prisioneros de las evidencias y de lo que siempre se ha hecho, y para la toma de decisiones fundamentadas en torno a problemas que afectan a la humanidad con serias implicaciones éticas. Resulta necesario y posible que la educación científica recupere esta dimensión.

8. Conclusión

A modo de conclusión evaluaremos la formación científica como fuente de disfrute cultural. Nos hemos referido hasta aquí a las aportaciones de la ciencia al desarrollo histórico de un espíritu crítico liberador y a su posible contribución a la resolución de los problemas con que se enfrenta la humanidad, si se superan planteamientos al servicio de intereses particulares a corto plazo. Y hemos intentado mostrar el interés y la posibilidad de una alfabetización científica que extienda a toda la población ambas cualidades.

Pero quisiéramos, antes de terminar, mencionar una tercera e importante razón para universalizar la alfabetización científica como parte esencial de la educación ciudadana, que va más allá de su utilidad: nos referimos al goce generado por las construcciones científicas que han ampliado nuestra visión del universo, hablándonos de su pasado y de su futuro, ayudándonos a comprender fenómenos que durante milenios espantaron a los seres humanos, contribuyendo a liberarnos de numerosos prejuicios y transmitiéndonos la emoción de apasionantes desafíos.

Para Fensham (2002b), esta capacidad de la ciencia como fuente de placer para sorprender y maravillar, señalaría la orientación más conveniente de una educación científica para todos, dejando de lado lo que él considera ingenua pretensión de preparar a la ciudadanía para participar en la toma de decisiones.

Estamos de acuerdo en la importancia de la educación científica como fuente de placer, pero, como hemos intentado mostrar, la preparación de los ciudadanos y ciudadanas para la toma de decisiones no constituye ninguna ingenua pretensión, sino una necesidad fundamentada. Por otra parte, ¿acaso los mayores goces no están asociados a la acción, más allá de la mera contemplación? Poder participar en la superación de algún desafío, ¿no produce un placer superior al de simplemente conocer lo que otros hicieron? Contribuir, como ciudadanas y ciudadanos responsables, a la orientación de nuestro futuro, ¿no es fuente de pasión y de satisfacciones? El disfrute de la cultura científica es un derecho que es preciso promover en toda su plenitud, a través de una inmersión que no se limite a una contemplación externa; un derecho que es preciso garantizar en beneficio de toda la humanidad.

Las resistencias a una alfabetización científica de una cierta profundidad, sean cuales fueran las razones esgrimidas, constituyen una nueva barricada de un viejo elitismo, que se ha visto obligado a retroceder desde el rechazo inicial incluso a la alfabetización más elemental: la lecto-escritura (Gil y Vilches, 2001). Las razones ahora esgrimidas tienen, a nuestro entender, la misma y escasa validez.

Digamos, para terminar, que si bien la historia de la ciencia presenta sombras que no deben ser ignoradas, lo mejor de la misma ha contribuido, como ya señaló Langevin (1926), a los movimientos de liberación de los espíritus y de la extensión de los derechos humanos, que tienen como uno de sus principales objetivos la universalización de todas las adquisiciones culturales valiosas de la humanidad. Y éste debe ser el papel de la educación científica, superando reduccionismos y planteamientos elitistas. Éstas son, en síntesis, las razones por las que seguimos reclamando hoy la alfabetización científica de la ciudadanía.

Bibliografía

ATKIN, J. M., y HELMS, J. (1993): "Getting Serious About Priorities in Science Education", en *Studies in Science Education*, n.º 21, pp.1-20.

BYBEE, R. W. (1991): "Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond?", en *The American Biology Teacher*, n.º 53, 3, pp. 146-153.

- (1997): "Towards an Understanding of Scientific Literacy", en W. Gräber y C. Bolte (eds.): *Scientific Literacy*, Kiel, IPN.

CARSON, R. (1980): Primavera silenciosa, Barcelona, Grijalbo.

COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1988): Nuestro futuro común, Madrid, Alianza.

DEBOER, G. B. (2000): "Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform", en Journal of Research in Science Teaching, n.º 37, 6, pp. 582-601.

DECLARACIÓN DE BUDAPEST, (1999): Marco general de acción de la declaración de Budapest, <<http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>>.

DIAMOND, J. (2006): Colapso, Barcelona, Debate.

EDWARDS, M.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A., y PRAIA, J. (2004): "La atención a la situación del mundo en la educación científica", en Enseñanza de las ciencias, n.º 22, 1, pp. 47-63.

FENSHAM, P. J. (2002a): "Time to Change Drivers for Scientific Literacy", en Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, n.º 2, 1, pp. 9-24.

- (2002b): "De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique", en Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, n.º 2, 2, pp. 133-149.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A., y PRAIA, J. (2002): "Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza", en Enseñanza de las Ciencias, n.º 20, 3, pp. 477-488.

FOUREZ, G. (1997): Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias, Buenos Aires, Colihue.

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; DUMAS-CARRÉ, A.; FURIÓ, C.; GALLEGO, R.; GENÉ, A.; GONZÁLEZ, E.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; PESSOA DE CARVALHO, A. M^a; SALINAS, J.; TRICÁRICO, H., y VALDÉS, P. (1999): "¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?", en Enseñanza de las Ciencias, n.º 17, 3, pp. 503-520.

GIL, D., y VILCHES, A. (2001): "Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación", en Investigación en la Escuela, n.º 43, pp. 27-37.

- (2003): Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia, Madrid, Cambridge University Press / OEI.

- (2004a): "La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana", en Cultura y Educación, n.º 16, 3, pp. 259-272.

- (2004b): "¿Es la energía nuclear la solución al cambio climático?", en Revista Española de Física, n.º 18, 3, p. 70.

GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A.; EDWARDS, M.; PRAIA, J.; MARQUES, L., y OLIVEIRA, T. (2003): "A Proposal to Enrich Teachers Perception of the State of the World. First Results", en Environmental Education Research, n.º 9, 1, pp. 67-90.

GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A.; FERNÁNDEZ, I.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; VALDÉS, P., y SALINAS, J. (2005): "Technology as Applied Science: a Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science", en Science & Education, n.º 14, pp. 309-320.

HICKS, D., y HOLDEN, C. (1995): "Exploring The Future a Missing Dimension in Environmental Education", en Environmental Education Research, n.º 1, 2, pp. 185-193.

HODSON, D. (1992): "In Search of a Meaningful Relationship: an Exploration of Some Issues Relating to Integration in Science and Science Education", en International Journal of Science Education, n.º 14, 5, pp. 541-566.

LANGEVIN, P. (1926): "La valeur éducative de l'histoire des sciences" en Bulletin de la Société Française de Pédagogie, n.º 22, diciembre de 1926.

MATTHEWS, M. R. (1991): "Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias", en Comunicación, Lenguaje y Educación, n.º 11-12, pp. 141-155.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996): National Science Education Standards, Washington, D.C., National Academy Press.

SHAMOS, M. (1995): The Myth of Scientific Literacy, New Brunswick (N. J.), Rutgers University Press.

SOLBES, J., y VILCHES, A. (1997): "STS Interactions and the Teaching of Physics and Chemistry", en Science Education, n.º 81, 4, pp. 377-386.

Para seguir leyendo. Algunas sugerencias de lecturas complementarias:

- ✓ **Buch, T. (2003). CTS desde la perspectiva de la Educación Tecnológica.** En *Revista Iberoamericana de Educación*. Nº 32. OEI. Madrid. 147-163. Disponible en: <http://www.rieoei.org/rie32a07.htm> . Recuperado marzo de 2010.

Escuela y medios de comunicación / Escola e meios de comunicação

CTS desde la perspectiva de la educación tecnológica

Tomás Buch

Síntesis: En sus aspectos educativos, el área general de la tecnología aún no ha logrado un lugar universalmente reconocido en los sistemas educativos de los diferentes países, en los que coexisten concepciones diferenciadas acerca de sus objetivos y de sus contenidos. El tema ha sido abordado desde dos ángulos diferentes: la corriente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), y lo que, con diversas acepciones del término, se denomina educación tecnológica. En el intento de lograr una estructuración del área, se ha considerado la posibilidad de enfocar la educación tecnológica desde el ángulo CTS. En este trabajo se explora la posibilidad opuesta: la de estudiar las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad desde el ángulo de cierta forma de abordar la educación tecnológica.

1. Introducción

Hace ya unos cuantos años que en muchos países se realizan intentos de lograr que en las escuelas se difundan conocimientos sobre tecnología. Estos esfuerzos se ponen de manifiesto en los planes de estudio de todos los niveles de la educación, desde el inicial (jardín de infantes) hasta el universitario, al margen de los conocimientos profesionales que imparten las escuelas técnicas y las facultades de ingeniería. Como es obvio, en cada uno de estos niveles los esfuerzos tienen características muy diferentes, pero siempre con el objetivo de lograr una comprensión conceptual, actitudinal y procedimental de la artificialidad en general, y de los aspectos históricos y contemporáneos de la tecnología, procurando una articulación entre las habilidades técnicas del sujeto, su conocimiento del mundo artificial en el que debe moverse, sus capacidades cognitivo-afectivas, sus valores y su actitud ante la naturaleza¹.

La finalidad de esos estudios es la de que los ciudadanos puedan desempeñarse mejor en una sociedad altamente tecnificada, a la vez que entiendan sus limitaciones y sus peligros. Esto incluye la capacitación para poder participar

en la toma de decisiones en lo que respecta a los temas tecnológicos polémicos con un conocimiento de causa suficiente, lo que no siempre es fácil, dada la complejidad de los factores que inciden sobre tales decisiones.

Llama la atención el hecho de que la necesidad de que todos los ciudadanos tengan algunos conocimientos generales acerca de las tecnologías más significativas aún no haya obtenido una aceptación unánime, como lo pone de manifiesto un reciente trabajo publicado en este mismo medio (Gordillo y González Galbarte, 2002), que aboga calurosamente por la educación tecnológica (ET) y propone el enfoque CTS para vehicular su aceptación.

Esto evidencia una primera dificultad para lograr el objetivo, que proviene de las diversas acepciones en las que el término ET ha sido empleado. El más general parece ser, sencillamente, la introducción de los conocimientos de y sobre la tecnología, tal como los distingue Gilbert (Gilbert, 1992). Pero la diversidad de enfoques sobre la ET es bastante notable (Acevedo, sf). Más adelante describiremos en detalle el sentido en el que proponemos usar ese término, y mostraremos que la corriente que representa es diferente a la que se suele designar con la sigla CTS en algunos aspectos esenciales, pero en la que puede hallarse una complementación entre ambas maneras de abordar, a nivel del sistema educativo, el necesario acercamiento entre la sociedad y la tecnología de la cual es cada vez más dependiente, pero a la que aún se resiste a conocer en toda su complejidad. Dicha complementación puede basarse en el hecho de que la ET –en la versión que proponemos en éste y en otros trabajos– se adapta singularmente a la introducción de la tecnología en toda su amplitud conceptual desde los primeros años de la escuela básica, aunque no se limita a ellos (Rodríguez de Fraga, 1999).

En lo que se entiende por educación tecnológica hay varios enfoques, que incluso difieren en su finalidad y en su metodología (Gilbert, 1995). En efecto, para algunos (Argüelles, 1999), la ET es sobre todo una preparación para la vida laboral, mientras que para otros (Rodríguez de Fraga, 1996) es una introducción al modo de pensar y de actuar del tecnólogo, o, dicho con más propiedad, del ser humano en tanto actúa como tecnólogo, empleando su propio cuerpo o las herramientas cada vez más complejas que lo complementan, para modificar su ambiente, modificándose a sí mismo en el proceso.

Este último concepto abarca un amplio espectro de temas, desde las consideraciones de raigambre psicológica y antropológica sobre la relación, mediada por los instrumentos entre el hombre y el mundo exterior (Verillion, 2000), hasta el enfoque sistémico de las estructuras tecnológicas y de los sistemas técnicos de las diversas civilizaciones (Buch, 1999). Esta secuencia se presta para ser presentada a los alumnos de los diferentes niveles y para ser trabajada por ellos en la medida de su maduración psicocognitiva, desde los primeros niveles educativos hasta la adolescencia.

En cada nivel educativo, a su vez, cada uno de estos temas tiene su reflejo pedagógico y didáctico, y en cada uno de los niveles la discusión está lejos de haber conducido a consensos. En efecto, la interacción de cada una de estas orientaciones con la práctica experimental en el aula es bastante variada, lo que refleja los orígenes históricos de cada una de ellas. Mientras que CTS tiene un fuerte componente histórico y se basa en las llamadas humanidades, lo que se suele entender por ET tiene más apoyo en las técnicas duras, lo que ha podido alimentar una posición equívoca y la concepción prejuiciosa –con cierta tendencia a la tecnofobia– de la tecnología como algo deshumanizado u opuesto al humanismo o aún a la propia sociedad.

2. Ciencia, tecnología y sociedad

Los contenidos que propone la corriente CTS (González García, López Cerezo y Luján López, 1996) más bien están dirigidos a la educación secundaria no técnica, y, por lo general, son medianamente críticos de muchos aspectos del estilo de desarrollo tecnológico característico del capitalismo tardío. El interés por los estudios CTS tiene su origen histórico en el reconocimiento de los peligros a los que la evolución tecnológica actual expone a la humanidad (Mumford, 1970; Winner, 1979, 1987), y no por acaso el primer término del trinomio que nos presenta es la ciencia. Desde su aparición como instrumento esencial en el desarrollo de nuevas tecnologías, la ciencia ha jugado un papel creciente en el imaginario social, pero no sólo como conocimiento puro de la naturaleza sino como fuente y origen de los logros tecnológicos modernos, hasta el punto de confundirse, en algunos casos, con la tecnología misma. Ese creciente impacto de la ciencia sobre la tecnología, cuyo comienzo se puede ubicar en la segunda mitad del siglo xix pero que no ha dejado de acelerarse desde entonces, ha conducido a la imposición de acepciones falsamente unívocas para términos que admiten varias definiciones. Así, se llega hasta el extremo de reservar el término “tecnología” para aquellas tecnologías basadas más o menos en las aplicaciones del conocimiento científico (Bunge, 1996). 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 (Cares, 1999).

En cuanto a la visión de su impacto sobre la sociedad, cabe reconocer que, desde mediados del siglo xx, se depositaron grandes esperanzas en la potencialidad de las diversas tecnologías que se iban desarrollando con creciente eficacia a partir de la ciencia, con la convicción de que proporcionarían a la humanidad entera un futuro venturoso. Esta esperanza, basada en un optimismo progresista bastante ingenuo y de base fundamentalmente ideológica, tuvo como coadyuvantes ciertas corrientes de pensamiento para las que la tecnología era una especie de entelequia en la que se afirmaba, aun lamentándolo, cierto nivel de autonomía (Winner, 1979). Al mismo tiempo, en la opinión pública predominaba la convicción de que la tecnología iba a resolver los problemas sociales, como los fenómenos del subdesarrollo, el crecimiento desordenado de las ciudades en el tercer mundo, el abuso de los recursos naturales y la creciente contaminación ambiental, cuyo avance se percibía con claridad. Sin embargo, en la medida en que poco a poco estos efectos nocivos de la civilización mundializada se percibían con mayor nitidez, y en la medida en que se iban agravando los problemas en vez de resolverse como esperaban los optimistas, el estado de ánimo de los observadores fue cambiando, y el optimismo tecnofílico fue transformándose en un pesimismo y en una tecnofobia crecientes². Es en el ámbito de este pesimismo en el que se origina la corriente CTS, que destaca el carácter social de todas las decisiones tecnológicas y trata de analizar su génesis y sus consecuencias. Lejos de ser una fuerza autónoma, la tecnología es la expresión de las relaciones de propiedad y de poder en la sociedad. Es más, deberíamos decir en las sociedades, ya que no es lo mismo generar e introducir una tecnología determinada en un país desarrollado que en uno del tercer mundo (Dagnino y Thomas, 2000). Se reeditan así, en las diversas vertientes de la corriente CTS, orientaciones que van desde un determinismo social o económico hasta otro tecnológico, pasando por opciones neutralistas, cada una en diversas versiones más duras o más blandas (Dagnino, sf).

Las críticas al modelo de desarrollo predominante se han hecho cada vez más frecuentes, tanto en los ámbitos CTS y de los estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología, como en los medios y ambientes de debate más generales, sin excluir los medios de difusión masiva. En ciertos casos, los llamados a una mayor sensatez en las opciones de desarrollo se han hecho casi desesperados, ante la falta de respuesta real y concreta del sistema económico globalizado por los riesgos evidentes y por sus graves consecuencias visibles ya claramente (Morin, 2002). El concepto de “desarrollo sustentable” se ha convertido en tema de importantes conferencias internacionales, cuyas resoluciones pocas veces conducen a cambios perceptibles en el comportamiento de los factores de poder, porque afectan intereses económicos demasiado poderosos (Universidad Libre de Bruselas, 2002).

En este punto quisiéramos hacer una observación importante: las críticas a las tecnologías contemporáneas y sus efectos se han hecho oír más que nada en los foros internacionales y en los países desarrollados, que, así como lideran todos los adelantos, también lo hacen con los estudios que expresan estas críticas. Por tal motivo, se corre el peligro de que la evaluación del impacto social de la CyT sea efectuado exclusivamente desde la óptica de dichos países, cuando se puede pensar que una visión centrada en las necesidades y oportunidades de los países de mediano nivel de desarrollo sea bastante diferente³. Esto no debe interpretarse en el sentido de que los países menos adelantados tendrían que aceptar tipos de desarrollo que no son sustentables en otras latitudes, con la excusa de que su pobreza los obliga a aceptar lo inaceptable; sin embargo, los estudios de impacto social, como los que se efectúan en la órbita CTS, han de tener en cuenta de formas más explícitas las diferencias entre el impacto de la ciencia, y, sobre todo, de las diversas tecnologías sobre los países periféricos, y la que tienen en los países centrales.

Asimismo, al analizar la manera en que se vincula la ciencia con la tecnología, y al estudiar cómo se adoptan y se adaptan las diversas tecnologías en los países periféricos, muchas veces se han aceptado, *prima facie*, los modelos aplicables en los países centrales, con lo cual la constatación de lo reducido del impacto que la investigación científica local ha tenido sobre el desarrollo económico de los países periféricos sólo ha conducido a una sensación de incompreensión y no a un mejoramiento de su inserción en las actividades productivas (Buch, 2002).

3. La educación tecnológica

Al definir la ET vamos a empezar por reiterar que dicho término se aplica a cosas muy diferentes según los países. En ciertos casos, la ET no se diferencia de la educación técnica (Argüelles, 1999). La educación técnica es una modalidad tradicional de la educación secundaria que ha tendido a formar técnicos, es decir, a personas con formación profesional en el nivel secundario, que disponen de conocimientos y de experiencias que los habilitan para una actividad laboral especializada de asistencia y de ayuda a los niveles profesionales de formación universitaria. La distinción entre esta educación técnica y lo que nosotros llamamos ET adquiere especial importancia porque en varios países se están realizando reformas educativas que tienden a hacer más polivalentes a los egresados del ciclo secundario, ante la idea –cuya veracidad y pertinencia no analizaremos aquí– de que un trabajador menos especializado será más adaptable a los rápidos cambios tecnológicos, y, por lo tanto, tendrá mejores oportunidades laborales que un técnico tradicional de nivel secundario. Esta tendencia, promocionada a partir de ciertos comentarios

emanados del Banco Mundial⁴, ha tenido diversos niveles de aceptación y de realización en diversos países, y ha sembrado el desconcierto entre alumnos y docentes de esa orientación pedagógica en todas partes.

En otros ámbitos, ET es una actividad que se concentra en los niveles más elementales de la educación, en cuyos alumnos trata de desarrollar conocimientos, procedimientos y actitudes en relación con la tecnología en su acepción más general. Es en esos niveles en los que la ET toca más de cerca los conceptos antropológicos y las actividades operacionales, logrando que los alumnos más pequeños aborden problemas tecnológicos con los medios técnicos a su disposición, al margen de las consideraciones sociológicas más aplicables a las tecnologías contemporáneas (Rodríguez de Fraga, 1994; 2002; Gennuso, 2000).

El concepto de ET que manejamos en estas líneas se conjuga con el de alfabetización tecnológica, que parte de la idea de que, cualquiera que sea su actividad laboral, un ciudadano del mundo actual no puede prescindir de una formación general en tecnología (la que simultáneamente se intenta definir como área del conocimiento), ya que el mundo en que vive es, cada vez en mayor medida, un mundo artificial, es decir, un mundo creado por la tecnología en la acepción más amplia de ese término. El uso de la expresión alfabetización tecnológica se deriva del concepto de alfabetización científica acuñado hace unos años para describir la necesidad imperiosa de que la gente disponga de conocimientos científicos para poder orientarse en el mundo actual (Fourez, 1996). Estimamos que una adecuada alfabetización tecnológica, una formación general en tecnología, es mucho más importante que aquella, dado que el impacto de las tecnologías sobre la vida diaria de la gente es mucho más directo que el de sus respectivas bases científicas (Buch, 2002).

Pero, ¿qué contiene el eslogan alfabetización tecnológica?, y ¿qué quiere decir la frase formación general en tecnología? Aquí el enfoque semántico cambia ligeramente: de definir la tecnología como “la manera de hacer las cosas que tiene cierta sociedad”⁵, pasamos a definirla como “aquello que hacen los tecnólogos”, o, tal vez (lo que resulta más interesante) si queremos plantear la actividad tecnológica como una actitud humana general, “cómo actúan las personas ante un problema tecnológico” (Marpegán, 2001). En este cambio de definición reside gran parte de la diferencia entre CTS y ET.

Cabe preguntarse: ¿qué es lo que hacen los tecnólogos? Aquí es probable que no haya un acuerdo general entre ellos, pero, aún en contra de algunas de sus opiniones, creo que se puede hacer un resumen más o menos ajustado. Los tecnólogos aplican toda clase de instrumentos, técnicas y conocimientos a la resolución de un problema planteado por la realidad, cualquiera que sea su origen. Una postura que aquí rechazamos con el mayor énfasis es la famosa identificación de la tecnología con aplicar la ciencia para satisfacer las necesidades humanas⁶. En cuanto al origen de los problemas, tradicionalmente hubo quien opinaba, con algo de ingenuidad, que los que la tecnología resuelve son planteados por las necesidades de la sociedad, pero ya Ortega, en uno de los textos liminares históricos de la reflexión sobre la tecnología, reconocía que eso no es así⁷. Según otros autores, la generación de esos problemas es muy variada, ya que muchas de las presuntas necesidades son generadas por la propia estructura que los pretende resolver, debido a la necesidad de expansión constante que es inherente a la economía capitalista (Galbraith, 1980; *Le Monde*, 2003). Pero la forma de trabajo del tecnólogo no se limita a la resolución de problemas, como pretenden algunos para los que este enfoque agota la ET. Por de pronto, la palabra problema es demasiado amplia. También una simple operación matemática es un problema en el sentido habitual que los docentes dan a esa palabra. Sin ajustar demasiado los términos, podríamos decir que la resolución de un problema tecnológico implica la creación o modificación de un objeto tecnológico, que puede ser un artefacto, un sistema tecnológico más amplio que un artefacto, o un proceso tecnológico (Buch, 1999). Por otra parte, ese concepto de resolución de problemas que, según algunos se limitaría casi a los de ingenio, a aquellos que se resuelven con el chispazo de la inspiración del inventor, está muy lejos de agotar la idea. En la resolución de un problema tecnológico entran muchas técnicas, entre las cuales podríamos citar (Buch, 1996) el análisis sistémico del problema, que involucra sus múltiples relaciones con los sistemas más amplios con los que se debe interactuar, y en los que la solución debe insertarse. Este sistema más amplio abarca aspectos tecnológicos, geográficos, ergonómicos, económicos, ecológicos y sociales⁸ de todo tipo, según la naturaleza del problema de que se trate. En este análisis pueden tener cabida la mayoría de los problemas abordados por CTS; el diseño de posibles soluciones conceptuales al problema, donde diseño es un concepto de gran amplitud, que abarca desde las actividades organizativas relacionadas con el objeto tecnológico que se quiere crear, hasta las más habituales de diseño gráfico; la construcción del sistema destinado a resolver el problema. La palabra construcción también se toma aquí en un sentido amplio, que incluye conceptos tales como organización o estructuración; el control de calidad, es decir, la verificación de que el sistema propuesto cumple de verdad con las condiciones requeridas para constituir una solución al problema planteado. En lo dicho anteriormente está implícito, pero vale la pena explicitarlo, que entre esas condiciones figuran en lugar destacado las económicas, que se analizaron antes. La importancia de éstas es tan relevante que se puede afirmar que si no las cumple, no existe solución, y, por lo tanto, no hay tecnología; todo este proceso es muy iterativo, y durante el mismo todos los parámetros de la solución propuesta pueden variar.

Un dato significativo de la realidad es el hecho de que muchas de las actividades tecnológicas son esencialmente innovadoras. Su carácter dinámico es una de las características más destacadas de la cultura contemporánea, y ese rasgo también se ha introducido en las inquietudes pedagógicas, uno de cuyos objetivos debe ser el estímulo a la creatividad (López Cerezo y Valenti, 1999). De alguna forma, este concepto se ha incluido de manera destacada en la temática CTS que ahora habla, directamente, de CTS+I (OEI, 2002). Este dinamismo tiene, a su vez, aspectos positivos y negativos para cada destino individual y para el de las sociedades.

El concepto epistemológico central en todo objeto tecnológico es su finalismo, ya que es creado con una finalidad explícita. Así como es un grave error epistemológico decir que el ojo existe para ver, ya que se trata del resultado de un proceso evolutivo que carece de teleonomía, es evidente que un fotosensor artificial, que es su homólogo tecnológico, sólo existe porque alguien quiso construirlo teniendo su función como meta. El pensamiento finalista es una característica definitoria del proceso tecnológico, que lo diferencia de modo terminante del razonamiento científico al cual todo finalismo está vedado.

Otro concepto central de lo que con justicia se puede llamar pensamiento tecnológico es el de control. El control, en el sentido tecnológico de este término, implica la realimentación, que es una generalización no-lineal de la causalidad: la fuerza actuante en un proceso es controlada por el resultado de su acción. Esta realimentación, que está presente en todos los movimientos naturales de los organismos vivos, se hace explícita en el empleo de las herramientas, desde las más sencillas de uso manual hasta los sistemas tecnológicos más complejos.

El tercer elemento del pensamiento tecnológico es su carácter sintético. Allí donde el pensamiento científico es reduccionista y analítico, buscando averiguar las causas de los fenómenos, el pensamiento tecnológico parte de la función global del objeto tecnológico para descender luego al diseño de sus componentes.

Al mismo tiempo, el pensamiento tecnológico es sistémico, y sabe que cada objeto tecnológico individual, por abarcador que sea, es un subsistema de un sistema técnico⁹ coherente, que es característico de y caracteriza a cada época histórica.

En algunos enfoques (Doval y Gay, 1995) una de las etapas importantes de la ET es el análisis o la lectura de ciertos objetos tecnológicos, que no debería limitarse a su descripción y taxonomía. Esta lectura debería incluir sus procesos de generación y de producción, y evitar a toda costa sacarlos de su contexto. En concreto, no se debe perder de vista aquella parte del proceso de diseño que consiste en la búsqueda de compromisos entre los diversos factores – tecnológicos, económicos, ecológicos, mercadotécnicos, etc.– por los que se ve condicionado.

Por otra parte, tal descontextualización también puede abarcar otros aspectos del objeto, los que lo condicionaron desde un punto de vista social más amplio, que algunas veces son sutiles y difíciles de percibir, si no se los considera con una especial suspicacia. Así, se destacan los artefactos diseñados para diestros que son de complicado manejo para los zurdos, o aquellos basados en las costumbres occidentales que fracasan al pretenderse su traslado a otras culturas (Martín Gordillo y González Galbarte, 2002).

Como se ve, en toda esta descripción no se ha mencionado la palabra ciencia. Es que la ciencia, en esta concepción de la tecnología, es sólo uno más de los ingredientes o insumos que están disponibles para ser usados en la resolución del problema planteado. Esto no disminuye su importancia, pero la pone en una perspectiva muy diferente de la que implica la definición de tecnología como “ciencia aplicada”.

La importancia de la ciencia para la tecnología contemporánea estriba en que la comprensión de los mecanismos íntimos de funcionamiento de la materia ha permitido optimizar sistemas tecnológicos, así como concebir objetos tecnológicos impensables sin ese conocimiento. Si la radio de galena pudo sustentarse en una observación casual, y la válvula electrónica –elemento fundamental de la tecnología electrónica de la primera mitad del siglo xx– se basó en conceptos científicos relativamente elementales como el *efecto Edison*, el transistor sólo es pensable a través de un conocimiento teórico avanzado de la estructura de bandas de los semiconductores empleados. En cambio, el proceso de fabricación de los circuitos integrados, que son la base de todos los sistemas electrónicos actuales, es un complejísimo desarrollo tecnológico frente al cual los propios principios físicos son sólo uno de los elementos que entran en juego. Lo mismo ocurre con numerosos productos farmacéuticos, que han evolucionado de compuestos químicos más o menos sencillos al diseño de moléculas y a los productos biotecnológicos actuales. El contraejemplo más clásico al concepto de la tecnología como ciencia aplicada es el de la máquina de vapor, que antecedió en mucho al descubrimiento de las leyes de la termodinámica, aunque éstas se usaran para perfeccionarla.

4. ¿Cómo se vería CTS desde ET?

¿Cuál es, o podría ser, la relación entre CTS y ET? Como hemos visto, la ET, tal como entendemos ese término, analiza el pensamiento tecnológico y su manera de operar. La corriente CTS examina los modos en los que se generan los problemas y la construcción social de las soluciones, con especial énfasis en las consecuencias sociales y ambientales de las soluciones aplicadas. Sus contenidos son muy diferentes, pero sus relaciones deberían ser armónicas y permitir así una secuencia que se extendería a todo lo largo de la formación escolar primaria y secundaria, y completaría el ciclo de la alfabetización tecnológica necesaria para que un ciudadano pudiese formarse una opinión informada sobre un tema tecnológico cualquiera. En los primeros años, el énfasis estaría puesto en los contenidos técnicos, para ir creando poco a poco una comprensión cabal de los aspectos sistémicos, que se irían haciendo más complejos en la medida de la maduración de los alumnos.

Ya hemos mencionado que, en la primera fase del proceso tecnológico, se deben analizar los aspectos tecnológicos, geográficos, ergonómicos, económicos, ecológicos y sociales de todo tipo que se refieren al objeto tecnológico que hay que crear o modificar. Se deberían incluir también los aspectos éticos, sobre todo el de qué hacer cuando surgen conflictos entre los diversos aspectos mencionados. Aquí es donde el análisis tecnológico puro no es suficiente. La corriente CTS, al tratar de poner el objeto tecnológico en un contexto de máxima amplitud, y al no vacilar ante su enjuiciamiento ético y político, está en condiciones de añadir los aspectos sociales más profundos, las implicaciones éticas, las proyecciones políticas, el análisis de las intenciones que establecen el origen mismo del planteo del problema tecnológico: el porqué de su existencia.

Ahora bien, conforme existen diversas propuestas acerca de otros tantos modos de incluir los contenidos del enfoque CTS en el currículo educativo, es necesario analizar la manera en que ahora se abordarían desde los contenidos propios de la ET.

Se han intentado tres alternativas para la introducción de los contenidos CTS en el currículo (López Cerezo, 1998): CTS como asignatura, CTS como contenido de otras asignaturas, y CTS como pretexto para el estudio de la ciencia y la tecnología. Siempre se ha expresado la crítica de que todos estos enfoques relegan la tecnología a un estatus subalterno (irónicamente CtS). Esta crítica tiene cierto cariz paradójico, ya que, además de la forma en que la ciencia afecta o determina la cosmovisión predominante, la manera más eficaz en que influye sobre la vida de la gente es a través de las tecnologías que la aplican. Abordar CTS desde la ET podría revertir esta situación, ya que la mayoría de los enfoques CTS, al poner otra vez demasiado énfasis en la ciencia, disimulan el proceso real del desarrollo tecnológico aunque oficialmente reniegue de la posición tecnología=ciencia aplicada.

Veamos entonces cuál de los tres enfoques mencionados sería el más apto para la combinación correcta entre la ET y la educación CTS. Aquí un análisis más profundo deberá tomar en cuenta las diferencias esenciales que existen entre las modalidades propias de los diferentes niveles del sistema educativo.

Por lo pronto, no creemos nada práctico el enfoque transversal de la tecnología en el currículo de las diferentes ciencias, ya que el profesor de una ciencia particular no está capacitado en general para enseñar tecnología, y estará tentado de considerar los temas tecnológicos que aborde en su clase como meras aplicaciones de su ciencia a un caso tecnológico determinado. O, peor aún, tomará las eventuales aplicaciones como pretextos para enseñar la ciencia de la misma manera que lo ha hecho siempre. En cambio, si, además de formar docentes en ET se pudiese lograr una verdadera capacitación tecnológica de los profesores de ciencias y convencerlos de que colaboren con aquellos, este método podría invertir el desinterés por la ciencia, y ser un aliciente para interesar a los alumnos en ella (Halbwachs, 1985).

Es decir, si bien se ha refutado muchas veces la caracterización de la tecnología como aplicación de la ciencia, y, por lo tanto, se acepta que no tiene sentido intentar deducir las aplicaciones tecnológicas de un hecho científico de ese hecho, en cambio la búsqueda de soluciones a problemas tecnológicos específicos ha sido un fuerte aliciente para la investigación científica, y puede serlo para la enseñanza de la ciencia. De ese modo, el orden habitualmente abordado por la educación quedaría del todo invertido, incluso en la educación superior: lejos de enseñar primero ciencia para luego aplicarla, se comenzaría por motivar la enseñanza de la ciencia en su necesidad para la resolución de los problemas tecnológicos (Maiztegui, 2002). El mismo criterio podría aplicarse también a la formación de los ingenieros (Bazzo, 2002; Buch, 1999b). Es muy probable que la motivación de la mayoría de los alumnos para estudiar ciencias se vería estimulada en gran medida por ese nuevo ordenamiento.

5. Conclusión

De la comparación entre las ideas que inspiran a todos aquellos que proponen la profundización de los estudios relativos a la tecnología, sobre todo en la educación secundaria, surge que los dos enfoques principales, la corriente CTS que se aproxima a la problemática de la tecnología más desde las humanidades que desde las ciencias físicas y naturales o las técnicas, y la ET que llega a los aspectos ambientales y sociales de la tecnología proviniendo más de las técnicas, y, en ciertos enfoques, de su análisis antropológico, podrían combinarse en una síntesis superadora, con ventaja para ambos enfoques parciales y con plena ganancia para los alumnos, que de ese modo lograrían una visión más integral, a la vez que humanística y tecnológica de la tecnología en todos sus aspectos.

Para que esta síntesis pudiese hacerse efectiva con ganancia para los alumnos y para la formación cultural tecnológica de las generaciones futuras, debería darse un debate en profundidad sobre los aspectos estudiados en estas páginas, y otro referido a los contenidos curriculares y a su transposición didáctica. Además del hecho de que este enfoque combinado requiere esfuerzos aún mayores de capacitación de los profesores, los docentes tendrán que ser, en esta disciplina más que en las tradicionales, los guías en un mundo poco conocido que deberán descubrir junto a sus alumnos, dejando tal vez de lado, en ese camino, numerosos preconceptos y prejuicios.

Por desgracia, no puede excluirse que esa tarea resulte ser superior a las fuerzas disponibles, dado que, aún sin esta amplia síntesis, la formulación de la tecnología como área de estudio parece ofrecer grandes dificultades.

Bibliografía

Acevedo Díaz, José A.: "Educación tecnológica desde una perspectiva CTS", *Sala de lectura CTS+I*, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>>.

Argüelles, A. (1999): *La Educación tecnológica en el mundo*, México, Noriega Editores.

Bazzo, W. A. (2002): "A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 28, enero-abril, Madrid, OEI, <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28.htm>>.

Buch, Tomás, "El Tecnoscopio transversal", inédito.

— (2002): *Ciencia hoy*, núm. 70, 2002, pp.18-27.

— (1999): *Sistemas tecnológicos*, Buenos Aires, Aique.

— (1999b): *Ingeniería: discutamos desde las bases*, Facultad de Ingeniería, Universidad del Comahue.

— (1996): *El tecnoscopio*, Buenos Aires, Aique.

Bunge, Mario (1996): "Technology as Applied Science", *Technology and Culture*, 7 (3).

Cares, Vladimiro (1999): "Ciencia y Tecnología: primera aproximación", Informe de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Comahue, Neuquén.

Dagnino, Renato: "Enfoques sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade: neutralidade e determinismo", en *Sala de lectura CTS+I*, OEI, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/rdagnino3.htm>>.

Dagnino, Renato y Thomas, Hernán (2000): "Elements for an Explicative-Normative Renovation of Latin American Policies of Innovation", en *Espacios*, vol. 21 (2), <<http://www.revistaespacios.com/a00v21n02/14002102.html>>.

Doval, L. y Gay, A. (1995): "Tecnología: finalidad educativa y acercamiento didático", Buenos Aires, Prociencia - Conicet, <<http://www.capacyt.edu.ar/pei3c.html>>.

Fourez, G. et al. (1996): *Alfabetización científica y tecnológica*, Buenos Aires, Ediciones Colihue.

Galbraith, J. (1980): *El nuevo estado industrial*, Barcelona, Ariel.

Gennuso, Gustavo (2000): "Educación tecnológica en el nivel inicial, ¿una propuesta posible?", en *Educación Tecnológica (Educación en los primeros años)*. Novedades Educativas.

Gilbert, J. K. (2002): "The Interface Between Science Education and Technology Education", en *International Journal of Science Education*, 14 (5) p. 563, Institute of Education, University of Reader, Reino Unido, Taylor & Francis Group.

— (1995): "ET, una nueva asignatura en todo el mundo", en *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 1, vol. 13, Barcelona.

González García, M. I.; López Cerezo, J. A. y Luján López, J. L. (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Madrid, Tecnos.

Halbwachs, F. (1985): "La física del profesor entre la física del físico y la física del alumno", en *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. núm 2, diciembre.

Le Monde (13/01/03): "Ces maladies inventées par les laboratoires", <<http://www.lemonde.fr/article/0,5987,3266-305195-,00.html>>.

López Cerezo, José Antonio (1998): "CTS: el estado de la cuestión en Europa y los EE.UU.", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 18, septiembre-diciembre, Madrid, OEI, <<http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18.htm>>.

López Cerezo, J. A. y Valenti, P. (1999): "Educación tecnológica en el siglo xxi", en *Revista Polivalencia*, núm. 8, octubre-noviembre, Fundación Politécnica/Universidad Politécnica de Valencia, España.

Maiztegui, A. et al. (2002): "Papel de la tecnología en la educación científica", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm 28, <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a05.htm>>.

Marpegán, Carlos (2001): "La Educación tecnológica en la lupa", en *Novedades Educativas*, núm. 128, agosto, pp. 34-37.

Martín Gordillo, M. y González Galbarte, J. C. (2002): "Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 28, enero-abril, Madrid, OEI, <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28.htm>>.

Morin, Edgar (2002): *Ética y desarrollo*, Banco Interamericano de Desarrollo, <http://www.iadb.org/etica/documentos/dc_mor_estam.htm>.

Mumford, Lewis (1970): *The Myth of the Machine*, Hartcourt, Brace & Jovanovich.

OEI (2002): *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/>>.

Rodríguez de Fraga, Abel (1996): "La incorporación de un área tecnológica a la educación general", en *Propuesta Educativa*, FLACSO, 7, núm. 15.

— (1994): *Educación tecnológica (se ofrece); espacio en el aula (se busca)*, Buenos Aires, Aique.

Rodríguez de Fraga, Abel et al. (1999): "Educación tecnológica, pre-diseño curricular para la educación general básica", Dirección de Currícula, Secretaría de Educación, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

UNESCO (1983): "Technology Education as Part of General Education", en *Science and Technology Education Document*, Series, 4, París.

Université Libre de Bruxelles (2002): *Sustainable Development, Virtual Library*, <<http://www.ulb.ac.be/ceese/meta/sustvl.html>>.

Verillion, Pierre (2000): "Instruments and Cognition: Piaget and Vigotsky Revisited", en *International Journal of Science Education*, vol. XXVI, Institute of Education, University of Reader, Reino Unido, Taylor & Francis Group.

Vilches, A. y Furió, C. (1999): Ciencia, Tecnología, Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo xxi", en *Sala de lectura CTS+I*, OEI, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/ctseduccion.htm>>.

Winner, Langdon (1987): *La ballena y el reactor*, Madrid, Gedisa.

— (1979): *Tecnología autónoma*, Madrid, G. Gili.

Notas

(*) Consultor de la gerencia general del INVAP S.E. y del Grupo Argentino de Educación Tecnológica (GAET), Argentina.

1 Agradezco sus valiosos comentarios a los miembros del GAET Abel Rodríguez de Fraga, Carlos Marpegán y César Linietzky.

2 Por ejemplo, en la simple enumeración de los contenidos de la signatura de CTS en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de España (1999) hay implícitas ciertas tomas de posición, p. ej. el punto 4.5 se llama "Ética nuclear y ética medioambiental", aparentemente presuponiendo un contraste entre ambas.

3 Dos ejemplos concretos de esto se encuentran en dos tecnologías que son rechazadas o cuestionadas por muchos críticos de las tecnologías predominantes: la energía nuclear y los cultivos transgénicos. En efecto, por diversos motivos, ambas tecnologías tienen hoy en la Argentina un importante desarrollo. El ataque tecnofóbico contra ellas tiende a privar al país de importantes fuentes de ingresos, mientras que no afecta mucho a las industrias respectivas en su conjunto mundial.

4 El Documento de política del BM, Washington D.C., 1991, dice: "Hay un interés cada vez mayor en la educación "tecnológica", con la cual se procura inculcar una comprensión más general de las matemáticas y las ciencias aplicadas en el contexto de la tecnología y la producción, en lugar de formar en destrezas ocupacionales específicas. Esos cursos no requieren efectuar inversiones en talleres y equipos costosos, como los que necesitan los programas de capacitación para reproducir el entorno laboral. Aunque los programas de educación tecnológica son demasiado nuevos para haberlos evaluado, quizás se justifique experimentar con ellos. Una limitación significativa para su aplicación generalizada sería la necesidad de formación en gran escala de maestros". No es obvio que esta sea una directiva, pero es cierto que la idea ha calado hondo en algunas propuestas de reformas educativas.

5 UNESCO (1983): "Technology Education as Part of General Education", en *Science & Technology Education Series*, 4, París, define la tecnología en estos términos: "T. es el saber hacer y el proceso creativo que puede utilizar herramientas, recursos y sistemas para resolver problemas, para aumentar el control sobre el medio natural y el creado por los seres humanos, con objeto de mejorar la condición humana". Esta definición se parece a otras, pero resulta sumamente cuestionable la aplicabilidad de la última frase, "con el objeto de mejorar la condición humana".

6 Las primeras versiones del programa inglés SATIS (Science and Technology in Society) mencionan la siguiente definición: T. es "el proceso por medio del cual se hace posible la aplicación de la ciencia para satisfacer las necesidades humanas" (Citado en Alberto Maiztegui et al., en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 28, OEI, 2002.

7 "La técnica es la reforma de la naturaleza, de esa naturaleza que nos hace necesitados y menesterosos, reforma en sentido tal que las necesidades queden a ser posible anuladas por dejar de ser problema su satisfacción", Ortega y Gasset (1939) "Meditación de la técnica", en *Revista de Occidente*, Madrid, 1977.

8 Los aspectos sociales abarcan también los culturales. Un ejemplo de este tipo de condicionamientos es el rechazo de ciertos adelantos urbanos, como los servicios sanitarios, por las culturas que no aceptan que las necesidades se hagan dentro de la vivienda.

9 Se nos debe perdonar aquí cierta terminología no muy coherente que se ha impuesto en la literatura. Si bien por lo general se estima que lo técnico tiene un nivel epistémico inferior a lo tecnológico, nosotros hemos llamado sistema tecnológico a los diversos subsistemas que, en su conjunto más amplio, forman el sistema técnico o tecnosfera que caracteriza una época o una civilización determinada. El sistema técnico es el conjunto de todas las tecnologías y de todos los objetos tecnológicos de esa civilización determinada. Los sistemas técnicos (paleolítico, neolítico, hidráulico, medieval, etc., así como chino, azteca, o mapuche) son conjuntos caracterizados por su coherencia interna, aunque cada uno tiene su propio nivel de complejidad. Cuando dos sistemas técnicos interactúan, generalmente se producen conflictos. El subdesarrollo es el conflicto generado en una sociedad que posee un sistema técnico menos complejo, cuando es expuesta al impacto de una sociedad de mayor complejidad a través de relaciones de dominio, como ha ocurrido en todas las sociedades dominadas por la civilización occidental en su expansión a partir del siglo xv.

- Museo del Niño y Centro de documentación histórica de la escuela. (2008) *Juguetes de ayer y de hoy*. Recuperado el 24 de febrero de 2010 de: <http://www.museodelnino.es/sala2/juguetes/juguetes.htm>

Soto, C. (s/f) ¿Recortes del ambiente o temas? ¿Cómo abordar el ambiente socio-natural en la escuela infantil? En *Educared. Infancias en red. Dilemas*. Recuperado el 29 de marzo de 2010 de <http://www.educared.org.ar/infanciaenred/Dilemas/ambientesintesis.pdf>

Gay, A. y Ferreras, M. A. (1996). *La Educación Tecnológica. Aportes para su implementación*. Buenos Aires: INET. Recuperado marzo de 2010 de http://www.ifdcelbolson.edu.ar/mat_biblio/tecnologia/textos/29.pdf

Para seguir leyendo

- ✓ **Soto, C. (s.f.) Efemérides en la Escuela Infantil ¿Sólo disfraces y pregones?** En *Educared. Infancias en red. Dilemas*. Disponible en: <http://www.educared.org.ar/infanciaenred/Dilemas/efemerides.pdf> Recuperado el 30 de marzo de 2010.
- ✓ **Rodríguez, C. Entrevista a Horacio Tignanelli.** En *Lecturas recomendadas*. Dirección General de Cultura y Educación. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Disponible en: <http://abc.gov.ar/lainstitucion/sistemaeducativo/educacioninicial/lecturasrecomendadas/documentosdescarga/entrevista.pdf> . Recuperado marzo de 2010.

Algunos recursos:

- Museo del Niño y Centro de documentación histórica de la escuela. (2008) *Juguetes de ayer y de hoy*. Recuperado el 24 de febrero de 2010 de: <http://www.museodelnino.es/sala2/juguetes/juguetes.htm>

El Museo del Niño tiene un fondo de más de dos mil juguetes de todas las épocas, debidamente catalogados por procedencia, material de elaboración y año de fabricación. Expuestos se encuentra una selección de cada uno de estos grupos: 1) muñecas, 2) juguetes de hojalata y cartón, 3) juguetes hechos por los propios niños, 4) juguetes de plástico, 5) juegos y juguetes de mesa, y 6) juguetes tecnológicos.

Al grupo de las [muñecas](#) se le dedica una página específica en la que puede ser visitado. También, íntimamente relacionada con el mundo del juguete está la página dedicada a su [evolución](#) y la del propio juego.

En cuanto a los juguetes de hojalata, destacamos los procedentes de Payá, en Ibi (Alicante): tartana con caballo, soldados de caballería, taxi, coches, camiones, aviones, etc., así como una colección muy importante, por lo que de creatividad tienen, procedente de un artesano ya desaparecido de la provincia de Albacete: el hojalatero de Tarazona de La Mancha. Son juguetes del mismo tipo que los de Ibi, pero trabajados con menos medios tecnológicos, es decir, hechos con manos, tijeras de metal y martillo, sin troqueladoras.

Los juguetes hechos por los propios niños abarcan todos los modelos y todos los materiales: muñecas de

trapo, coches y camiones con cajas de cartón y latas de conserva de pescados, futbolines de cartón y madera, etc. Todos ellos proceden de la provincia de Albacete.

Del grupo de juegos y juguetes de mesa, destacamos los ya clásicos como el Parchís, la Lotería, los cuentos de los chocolates Los Muñecos, elaborados en la provincia, los rompecabezas de cubos de madera con láminas pegadas a los mismos, y otros mucho más actuales.

Finalmente, de los juguetes tecnológicos hay que citar desde juegos tipo Nintendo hasta robots, muñecas y animales que realizan todo tipo de funciones gracias a microprocesadores.



- El siguiente link aporta selecciones de fotos de útiles y materiales del aula del pasado y el presente.

Museo del Niño y Centro de documentación histórica de la escuela. (2008) *El aula del ayer y del hoy*. Recuperado el 24 de febrero de 2010 de: <http://www.museodelnino.es/sala1/aula/aula.htm>

El visitante puede conocer en uno de los espacios de este museo cómo eran las escuelas del pasado, en concreto una de los años 30-40 del siglo XX. En ella, pueden verse diferentes objetos de los utilizados a través del tiempo en las escuelas de España. Así, de entre todos ellos, destacamos los siguientes: pupitres bipersonales, con los asientos

abatibles y sus correspondientes orificios en el tablero para los tinteros de plomo o de porcelana; ábacos de sobremesa y de pie; cabás de cartón y madera para llevar los libros y demás enseres de uso particular; huchas de la Santa Infancia, para realizar colectas para el Domund (Misiones); pequeñas pizarras con sus pizarrines para realizar las *cuentas* de Matemáticas; libros de los años 30, 40 y 50 del siglo XX; cuadernos escolares; pizarras y mapas de hule... Todo ello debidamente recreado en un ambiente en el que no faltan los alumnos, con sus uniformes, y la profesora, sentada en un viejo sillón sobre la tarima.



Maestra de Hellín con sus alumnas (años 20).
(Ampliación fondo pizarra 55 Kb)

En una de las paredes del aula, es curioso observar un viejo horario de la Escuela de Párvulos de las desaparecidas Anejas, en donde se advierte que "se hará revisión de las carteras y bolsillos de los escolares, al entrar y salir, para evitar que puedan llevar objetos que les causen daño".