

Foll
372.8
1

INV
032195
Foll
SIG 372.8
LIB 1



Ministerio de Cultura y Educación

Física

Materiales de Capacitación

Anexo N° 2

Dirección Nacional de Gestión de
Programas y Proyectos

Programa Nacional de Capacitación Docente

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

Ministro de Cultura y Educación

Ing. Agr. Jorge Alberto Rodríguez

**Secretaria de Programación y Evaluación
Educativa**

Lic. Susana Beatriz Decibe

Subsecretaria de Programación y Gestión Educativa

Lic. Inés Aguerro

Director Nacional de Gestión de Programas y Proyectos

Prof. Darío Pulfer

Coordinadora del Programa Nacional de Formación y Capacitación Docente

Prof. Cristina Armendano

INDICE

- Bocalandro, Noemí. Botto, Juan. EL VALOR EDUCATIVO DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA PRIMARIA. Pág. 1.
- Sztrajman, Jorge. FISICA EN LA ESCUELA PRIMARIA CON DIBUJOS ANIMADOS. Pág. 3.
- Sztrajman, Jorge. EXPERIENCIAS SENCILLAS DE FISICA CON MATERIALES PRESENTES EN EL AULA. Pág. 6
- Sheiner, Ernesto. ALGUNAS EXPERIENCIAS PARA EL PREESCOLAR Y EL PRIMARIO. Pág. 7
- Manegold, Chateríne S. APRENDER CIENCIAS PUEDE SER DIVERTIDO... y práctico!. Artículo Periodístico. Provincias. Marzo 1992. Pág. 12.
- PROPUESTAS DE FISICA PARA LOS NIVELES MAS ELEMENTALES DE LA ENSEÑANZA (PRIMARIO Y PREESCOLAR). Pág. 13.
- Gutierrez Vazquez, J.M. REFLEXION SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA PRIMARIA. Rev. del Consejo Nacional Técnico de la Educación. "Educación", Nro. 42. 1982. Mexico. Pág. 19.

Los mencionados aspectos de la actitud que se pretende promover se encuentran ligados estrechamente a las estrategias de trabajo propias de la actividad científica. Es así como el proponer a los niños que imaginen tácticas para organizar experimentos y observaciones constituye un permanente desafío a su creatividad. El enfrentarlos a nuevas propuestas, hechos o resultados que discrepan con sus experiencias anteriores los estimula a dudar, a formular preguntas pertinentes, a examinar diversas posibilidades de investigación, a revisar y controlar los antecedentes y las causas de los fenómenos observados.

Así mismo, el trabajo con sus compañeros en una tarea común les exigirá argumentar en forma más rigurosa para defender sus puntos de vista, así como aprender a escuchar, a debatir, a repartir el trabajo y a ser solidarios y honestos con sus pares y maestros. Desarrollar una actitud científica implica también ir conformando una conciencia ética acerca de las consecuencias que tiene la ciencia y sus aplicaciones en la vida del hombre.

En suma, abordar los problemas que plantea la Naturaleza a manera de un científico implica poner en acción las más significativas capacidades y habilidades del pensamiento, en permanente intercambio social y cultural.

EL VALOR EDUCATIVO DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA PRIMARIA
(Bocalandro - Bolto)

Es evidente que la elaboración del conocimiento mediante el empleo del método científico no es patrimonio exclusivo de las ciencias naturales. Muchas otras disciplinas exploran la realidad en forma sistemática a través de métodos lógicos y de procedimientos adecuados a la particular naturaleza de su objeto de estudio. Sus conclusiones, que intentan explicar e interpretar los más variados procesos y fenómenos: naturales, sociales, culturales, económicos, políticos, educativos, etc., permiten construir incesantemente nuevas concepciones del hombre y de su complejo mundo físico y cultural.

«Pero entonces por qué pensamos que son necesarias las ciencias de la naturaleza en la escuela?»

En principio resulta obvio que sólo a través de la exploración de la Naturaleza animada e inanimada los niños lograrán construir nociones imprescindibles para comprender las características del mundo físico. Sobre todo las vinculadas con los procesos naturales y con las múltiples interacciones de sus elementos vivos e inertes.

Aprenderán progresivamente a sentirse protagonistas de dicho mundo en la medida en que descubran la influencia del medio sobre su propio cuerpo, así como las consecuencias de sus acciones hacia el entorno inmediato. Advertirán que su vida depende de recursos naturales, cuyo uso indiscriminado puede poner en peligro su propia salud y hasta su existencia. Por consiguiente, desarrollarán actitudes individuales y colectivas favorables al mejoramiento de la salud y a la conservación y explotación racional de los recursos disponibles.

En una etapa posterior, dichas nociones les serán imprescindibles para construir una concepción científica del universo físico, sin prejuicios, mitos, ni supersticiones que los atemorizan; concepción que les permitirá ubicarse mejor en el mundo a que pertenecen y utilizar la Naturaleza para su propio beneficio y el de su comunidad.

Pero pensamos además, que la exploración de la Naturaleza puede utilizarse para estimular el desarrollo del pensamiento de los niños. Así por ejemplo, la "conducta de experimentación" entendida como "toda conducta cuya finalidad consiste en la comprensión, en el sentido más amplio del término, del objeto sobre el que se centra la experimentación", encontrará múltiples y variadas oportunidades de ponerse en marcha.

Si se tiene en cuenta que en el nivel primario la mayoría de los niños se encuentra en la etapa de las "técnicas concretas", debemos pensar que las ciencias experimentales, a través de la ejecución de las estrategias que le son peculiares, favorecerán su preparación para abordar, más adelante, la experimentación del nivel formal que exige un razonamiento hipotético deductivo.

En el mismo sentido conviene aclarar que si bien sostenemos que la formación científica estimula el desarrollo del pensamiento de los niños, no estamos aún en condiciones de asegurar que por este camino se logre acelerar dicho ritmo de "crecimiento cognoscitivo". Por eso nuestras pretensiones al respecto están orientadas por ahora a afianzar el desarrollo de la capacidad cognitiva, estimulando la construcción de los esquemas del pensamiento, para que los niños logren integrarlos de una manera cada vez más consistente y sobre un campo cada vez más amplio de la realidad.

Pero el valor de la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario no se limita únicamente a la construcción de nociones y a estimular el desarrollo intelectual. La mayoría de los especialistas coincide además en que debe promover en los niños una actitud científica o un modo científico de abordar situaciones. Dicha actitud se manifiesta principalmente a través de acciones vinculadas con la creatividad, la curiosidad, la confianza en sí mismos, la apertura hacia los otros, tanto en lo referente al pensamiento (comunicación) como a la acción (cooperación), la inserción en el medio natural y la participación social, y la realización de actividades de investigación y de crítica.

Introducción. Física en la escuela primaria ¿sí o no?

Tradicionalmente se ha postergado el estudio de la física hasta que el estudiante llegara a la escuela secundaria. La base teórica para este procedimiento es la psicología genética, de acuerdo con la cual los niños estarían imposibilitados de realizar *operaciones formales* hasta después de los once años, término medio (Evans, 1982).

Sin embargo, en los últimos años se ha afirmado el convencimiento de que, ya en la escuela primaria, pueden realizarse muchas actividades operacionales concretas vinculadas con la física, y estimular de este modo el advenimiento de etapas formales. En otras palabras, la postergación de la enseñanza de una ciencia puede ser un elemento negativo que retarde su posterior asimilación en etapas ulteriores. Su introducción temprana puede, por el contrario, estimular la mentalidad crítica de los niños y acelerar ciertos procesos de maduración.

Albert Einstein, tal vez la personalidad científica más relevante del siglo veinte, manifestó que su interés por la física nació cuando era niño, al observar una brújula que le habían obsequiado. No se trata pues, de intentar enseñar conceptos abstractos y abstrusas ecuaciones a los niños de corta edad sino, más bien, practicar con ellos observaciones, realizar experiencias, ensayar mediciones, dramatizar procesos físicos, llevar a cabo juegos vinculados con la física y hacer con ellos aquellas actividades que estén al alcance de su estadio madurativo y puedan preparar el terreno para un nivel posterior más abstracto.

Los dibujos animados

Se sabe que para una persona pueda aprender algo deben cumplirse, al menos, tres requisitos:

1. Los conceptos deben estar formulados en un lenguaje inteligible para la persona.
2. La persona tiene que disponer de conocimientos previos que le permitan dar significado a los nuevos.
3. La persona tiene que estar emocionalmente dispuesta a aprender.

Suele prestarse mucha atención a los primeros dos requisitos, pero no así al tercero. Trabajar sobre el tercer requisito, en física, significa mostrar que ella tiene mucho que ver con los intereses del alumno y que no es una disciplina abstracta dissociada de la realidad. Los docentes podemos, entonces, poner el énfasis en aquellos aspectos de la física que tienen una relación más o menos directa con aspectos de la vida de nuestros alumnos.

Mucho se ha discutido en los últimos tiempos acerca del efecto de la televisión sobre los niños. Con independencia de que posición tomemos al respecto, es indiscutible que la mayoría de los chicos pasan una buena parte de su tiempo libre frente a la pantalla de TV, y los dibujos animados ocupan el primer puesto entre sus preferencias.

La propuesta es aprovechar el gusto de los niños por los dibujos animados para discutir sobre temas de la física.

Los dibujos animados que se ven a diario en la televisión, tienen entonces dos aspectos que los hacen muy útiles para ser usados en la discusión de temas físicos. Además de ser muy atractivos para los estudiantes y estar muy familiarizados con ellos, al contrario de lo que sucede con el material didáctico convencional, presentan situaciones muy interesantes. En la mayoría de los dibujos animados aparecen eventos que no

podrían tener lugar en el mundo real, o bien que no ocurrirían del modo en el que se las muestra, y muchos de ellos están íntimamente asociadas con conceptos físicos de gran importancia. Cuando se presentan tales

sucosos diremos que aparecen *transgresiones* a la física.

Las transgresiones a la física pueden clasificarse en tres categorías principales:

- * **Convenciones humorísticas.** Son los casos en los que el dibujante tiene conciencia de que la situación representada es absurda, pero la introduce deliberadamente para producir el efecto humorístico. Es el conocido caso, por ejemplo, de la *gravedad subjetiva*, en el que el protagonista camina por el aire y cae recién cuando es conciente del peligro.
- * **Exageraciones.** En ciertas escenas aparecen sucesos que, aunque no violan ninguna ley física fundamental, exageran las propiedades de la materia o las destrezas de las que son capaces los protagonistas. Un ejemplo de ello es el personaje que saca otro de la atmósfera terrestre por aplicación de un fuerte golpe de puño.
- * **Imposibilidades teóricas.** Suelen ser los casos más interesantes y jugosos por su rico contenido conceptual. No se trata de convenciones humorísticas ni de exageraciones sino de eventos que contradicen principios físicos bien establecidos. Cuando algún personaje extrae del bolsillo un enorme imán, y comienzan a acudir a él todo tipo de objetos ferrosos y pesados, tales como cajas fuertes, locomotoras y yunques, se está violando un principio físico esencial: el de acción y reacción, puesto que el portador del imán no parece sufrir la correspondiente fuerza de atracción. Además, la atracción del imán recién aparece cuando éste es extraído del bolsillo, y no antes como si la tela del pantalón pudiese blindar el magnetismo! Este tipo de transgresiones puede obedecer, a veces, a la escasa preparación científica de los creativos de la animación, o bien a razones argumentales que requieren de esa representación errónea, pese a que se conoce su imposibilidad.

La metodología de trabajo

La actividad comienza con la proyección de unas secuencias de dibujos animados seleccionadas especialmente. Los niños, reunidos en pequeños grupos observan las escenas y tratan de prestar atención a aquellas situaciones que les parecen imposibles de ocurrir en la realidad, es decir tratan de detectar las transgresiones. Es mejor que los niños no manifiesten inmediatamente sus observaciones, sino que discutan en cada grupo para después presentar un informe de grupo.

El maestro podrá ir guiando las discusiones y aportando ideas y sugerencias, a fin de hacer más fructíferos los debates. Después de un tiempo prudencial, cada equipo expondrá sus conclusiones, las que podrán ser comentadas, apoyadas y criticadas por los otros.

La creación del material de vídeo.

El maestro puede confeccionar su propio material de dibujos animados para discutir temas físicos. Para ello tiene que contar con dos grabadores de videocassettes (puede ser un grabador y un reproductor), un televisor y algo de paciencia. Se graban secuencias de dibujos animados y después se los observa para elegir las escenas en las que aparecen transgresiones. Una vez que se tienen una cuantas escenas interesantes, se usan las dos videocassetteras para editarlas en una única cinta.

Los dibujos pueden ser tomados de la televisión y también de videoclubes. Si se cuenta con servicio de televisión por cable se dispondrá de una cantidad prácticamente ilimitada de material, ya que ciertos canales transmiten dibujos animados durante las veinticuatro horas del día.

¿Podrán los niños de corta edad discutir sobre física?

Claro que sí. No podrán formular ecuaciones ni complicados teoremas, pero el mundo físico les es familiar y saben lo que es posible y lo que no lo es.

Durante la preparación de un taller sobre el empleo de dibujos animados para el estudio de la física (Sztrajman y otros, 1991) tuvimos oportunidad de experimentar con niños de corta edad. Había una escena de un dibujo animado de *La pantera rosa* ambientado en la prehistoria en el que un cavernícola, un dinosaurio y una pantera rosa ataviada con piel de leopardo competían por un preciado hueso. En un momento una gran bola de roca perseguía a la pantera por un camino de cortusa que rodeaba a una montaña; la pantera dobló y la roca también. Cuando se le preguntó a un niño de siete años si había algo extraño en esa situación, respondió que la roca no podría haber doblado en la realidad, que debería haber seguido derecho (formuló en sus propias palabras una manifestación del principio de inercia). A continuación, se quedó meditando unos segundos y luego dijo que sí sería posible que la roca doblara si el camino estuviese un poco *inclinado*. Estaba hablando, por supuesto, del efecto producido por el *peralte* de una pista. De más está decir que este es un tema de muy difícil asimilación en la escuela secundaria, ¡y aún en la universidad!

Referencias

- Evans R.I. (1982), *Jean Piaget, el hombre y sus ideas*, Kapelusz, Buenos Aires.
- Sztrajman J.B., Adam R., Defelippe A. y Bondeumont S. (1991), *Transgresiones a la física en dibujos animados*, taller llevado a cabo en la VII Reunión Nacional de Educación en Física (REF VII), Mendoza.

EXPERIENCIAS SENCILLAS DE FISICA CON MATERIALES PRESENTES EN EL AULA.

Jorge Sztrajman

El equilibrio de varillas de papel.

Se trata de una propuesta en la que los alumnos juegan tratando de equilibrar varillas de papel enrollado de diferentes longitudes. El objetivo es que se inicien en las propiedades de inercia de los cuerpos extensos frente a la rotación.

Metodología

Los alumnos trabajan en pequeños grupos. Se les pide que construyan varillas de diferentes longitudes usando hojas de papel y cinta de celofán adhesiva. Deben tratar de mantenerla en equilibrio sobre un dedo y sacar conclusiones respecto de la relación entre la dificultad del equilibrio y la longitud de la varilla.

Fundamentos

Una varilla larga tiende a caerse porque cualquier pequeña desviación respecto de su posición vertical hace que la recta de acción de su peso pase fuera de su base de sustentación. Sin embargo, el tiempo de caída es mayor en una varilla larga que en una corta, y esto hace que sea posible realizar maniobras para recuperar el equilibrio perdido. El caso de una varilla corta es inverso: es poco probable que se caiga si está bien apoyada, pero si perdió el equilibrio su caída es tan rápida que no suele haber tiempo de maniobra para recuperarlo.

Este fenómeno tiene mucho que ver con el concepto de *momento de inercia* de un cuerpo extenso. Esta magnitud tiene en cuenta la inercia (resistencia) que presenta el cuerpo a cambiar su estado de giro alrededor de un eje de rotación. La varilla es solicitada a rotar por el *momento de rotación (torque)* ejercido por su propio peso, y ese momento es proporcional a la longitud de la varilla. El momento de inercia es, en cambio, proporcional al *cuadrado* de la longitud de la varilla. Así cuanto más larga sea la varilla, más importante es el momento de inercia frente al momento de rotación y el giro se hace más lento, dando oportunidad de recuperar el equilibrio mediante maniobras. Es por eso que los niños pequeños tienen caídas más frecuentes que los adultos.

Otra manera de comprender el fenómeno es por comparación con el péndulo. Un péndulo de hilo largo oscila con tiempos mayores que otro de hilo más corto, y la explicación es la misma de antes.

ALGUNAS EXPERIENCIAS PARA EL PREESCOLAR Y EL PRIMARIO

Tanto en el preescolar como en el primer ciclo, vemos como los niños se interesan por todo lo que los rodea, preguntando a los adultos (entre ellos a los docentes) sobre infinidad de fenómenos.

Teniendo en cuenta que nuestras currículas se refieren a muchas de estas preguntas, y considerando que trabajos de epistemología genética demuestran que a partir de experiencias vivenciadas con participación activa, los niños pueden desarrollar con mayor facilidad sus estructuras de pensamiento.

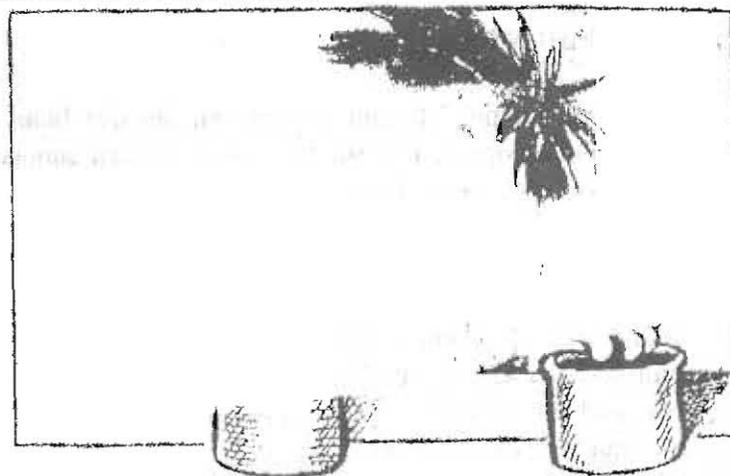
Se proponen entonces algunas actividades, (en este caso respecto del calor) para los alumnos de distintos niveles, y algunas sugerencias y contenidos para los docentes.

SENSACIÓN DE CALOR

MATERIALES

- 3 recipientes iguales
- agua caliente (que no queme)
- agua fría
- agua tibia

PROCEDIMIENTO



Los alumnos deben introducir una mano en el recipiente con agua caliente y la otra en el agua fría, y luego se deben poner ambas manos, una después de la otra, en el recipiente con agua tibia. Preguntemos ahora a los chicos qué han sentido. Ellos nos dirán que la mano que estuvo en el agua fría, la sintieron ahora muy caliente, y en cambio la que estuvo en agua caliente, la sienten ahora fría.

Charlemos con los alumnos respecto de lo que ocurrió: La mano que estuvo en agua caliente "se acostumbró" a esta temperatura (acostumbramiento de los sentidos), por ello al entrar en agua tibia, ésta parecerá fría. Otro tanto ocurre en la otra mano.

Este mismo proceso se produce cuando viajamos de un lugar a otro con temperaturas muy distintas, y notamos que nosotros no percibimos la temperatura ambiente como las demás personas.

LA TEMPERATURA Y LOS ABRIGOS

Cuando se trabaja un tema como el anterior, es decir la temperatura, los chicos nos suelen preguntar por qué nos ponemos ropa gruesa y de lana cuando hace frío.

Lo explicamos mediante la experiencia:

MATERIALES

2 latas de tomates
agua muy caliente
una bufanda u otro abrigo similar



PROCEDIMIENTO

Coloquemos el agua caliente en las dos latas y "abriguemos" a una de ellas, (la lata debe quedar bien envuelta, incluso su base y su cara superior). Dejemos pasar entre 20 minutos y media hora, y probemos meter los dedos en cada una de las latas. Notaremos gran diferencia de temperatura entre la que está con bufanda y la que quedó descubierta.

Escuchemos las explicaciones de lo ocurrido que nos brindarán los alumnos, y si es necesario, ayudémoslos a orientarse comentándoles que la "ropa" que le pusimos a la lata la ha aislado de la intemperie, de allí que cuanto mas gruesa sea la ropa, mas la aislará. Es mas si le ponemos distintas ropas, incluso de diferentes telas, abrigarán mucho mas aún. Lo mismo hacemos nosotros cuando nos colocamos una camiseta, una camisa y un pullover, nos aislamos bien de manera que nuestro cuerpo no pierda calor.

Contrariamente en verano tratamos de usar ropas muy finitas de modo que podamos perder la mayor cantidad de calor posible de nuestro cuerpo.

Para que quede claro que lo importante es aislar, podemos repetir la experiencia pero ahora envolviendo un cubo o cilindro de hielo y el otro sin cubrir haciendo observar nuevamente lo que ocurre.

FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR

Sabemos que el calor se puede transmitir por sólidos, líquidos y gases. Veremos como se transmite en los sólidos:

MATERIALES

- Un alambre de 30 cm. aproximadamente
- Una vela
- Un mechero de alcohol, que lo construiremos con:

Un frasco con tapa metálica

Algodón

Alcohol



PROCEDIMIENTO

Coloquemos sobre el alambre 6 o 7 gotitas de cera de vela a intervalos de 3 centímetros. Ahora construimos el mechero. Tomemos el frasco y hagámonle en el centro de la tapa un agujero. A continuación con el algodón hacemos una mecha, tal que la podamos pasar por el agujero de la tapa, pongamos alcohol hasta la mitad del frasco y... ¡listo el mechero!

Pasemos a la práctica en sí: encendamos el mechero y pongamos encima de este la punta del alambre del lado donde se encuentran las gotas. Hagamos observar a los alumnos como se derrite la cera (siempre manteniendo la punta la punta del alambre sobre el fuego) y guíelos para que comenten entre otras cosas, que ocurre con las gotas cercanas y con las más alejadas de la llama, luego como lo que ocurrió en el alambre ocurre en los demás sólidos, pidamos que traten de recordar ejemplos parecidos en lo cotidiano, e informemos que esa transmisión se llama CONDUCCIÓN DEL CALOR (Transmisión sin desplazamiento de materia).

Podemos reiterar el experimento, pero ahora con alambres de distinto material y grosor e incluso varillas de vidrio o madera para notar diferencias en la conducción. Si es necesario y por agregar un ejemplo más comentemos acerca de ollas y cacerolas metálicas (buenos conductores del calor) cuyas asas o manijas son de madera o baquelita (malos conductores o aisladores del calor)

Veamos que ocurre en los fluidos, es decir, gases y líquidos.

MATERIALES

- 1 mechero
- 1 soporte
- 1 recipiente de vidrio térmico
- Varios papelitos pequeños o aserrín



PROCEDIMIENTO

Pongamos el agua en el recipiente de vidrio, este sobre el soporte, encendamos el mechero y ubiquémoslo debajo. Observemos como a medida que aumenta la temperatura del agua, esta comienza a moverse. Para verlo mejor, coloquemos en el agua los papelitos o el aserrín, cuyo movimiento hará mucho mas visible la experiencia.

Este movimiento al propagarse el calor se llama **CONVECCIÓN**, y se produce únicamente en líquidos y gases. Como marcamos antes conversemos con los alumnos donde vieron algo parecido, e informemosles que este es el motivo por el cual cuando miramos por encima de una estufa, vemos que el aire se mueve, ya que ella transmite el calor, entre otras formas, desplazando el aire caliente de un lugar a otro. También podemos observarlo en la ruta, cuando el sol ha calentado mucho el pavimento: si miramos a lo lejos por encima de él, veremos las cosas con menor nitidez a través del aire caliente.

Nos resta la **RADIACIÓN**, forma de transmisión del calor que a diferencia de las anteriormente tratadas no necesita de medio para propagarse. Si bien el calor que tenemos en la tierra es producto de la interacción de la radiación luminica del sol con la atmósfera, podemos utilizarla como ejemplo, y si en un día claro y con una lupa, hacemos pasar la luz del sol por esta y ubicamos un papel en su foco, conseguiremos quemarlo.

Por lo general el calor de cualquier fuente se transmite combinando en mayor o en menor grado las formas de transmisión. Es interesante averiguar con los alumnos como es que distintas estufas ofrecen calor combinando transmisiones.

En forma contraria, buscando disminuir estas formas de propagación conseguiremos aislar una fuente de calor, por ejemplo: ¿por qué tomamos las fuentes calientes con repasadores?, ¿por qué los vidrios de algunos autos son más oscuros?, ¿por qué hay casas que tienen dos puertas seguidas para entrar? etc.

Otro ejemplo muy completo es un termo. Pidamos a los alumnos que nos describan las distintas partes, y que asocien su construcción con su finalidad (un vaso dentro de otro separados por un espacio vacío que impide en lo posible la conducción, al estar lleno y tapado las perdidas por convección resultaran mínimas, y al estar las superficies espejadas, se evitarán pérdidas por radiación, en derredor de el vaso exterior se realiza un blindaje térmico (cartón corrugado o espuma de poliuretano, que además evitarán roturas)

DIFERENCIA ENTRE CANTIDAD DE CALOR Y TEMPERATURA

Realicemos el siguiente experimento:

MATERIALES

- 1 recipiente (preferentemente de vidrio)
- 1 soporte
- 1 mechero
- 1 termómetro
- 1 reloj

PROCEDIMIENTO

Llenemos un vaso con agua y vertamos el líquido dentro del recipiente. Tomemos la temperatura al agua, (a esta la llamaremos temperatura inicial). Encendamos el mechero y observemos cuanto tiempo se necesita para que la temperatura del agua aumente en 10 grados celcius. El mechero calentó el agua, es decir entregó calor durante el tiempo medido anteriormente.

Realicemos ahora la misma operación pero colocando dos vasos de agua; repitamos cada paso (tomar la temperatura inicial y el tiempo que tarda en elevarse la temperatura 10 grados celcius).

Observemos con los alumnos que en los dos casos la temperatura subió 10 grados, mientras que la cantidad de calor entregada en los dos casos fue muy distinta, ya que tendrá que ver con la cantidad de "materia en juego".

Podemos decir que CANTIDAD DE CALOR es la energía que se necesita para aumentar la temperatura de una sustancia(energía en tránsito), mientras que temperatura es la medida de esas energías.

La página de los estudiantes

Aprender ciencias puede ser divertido... ¡y práctico!

Astucia: el sistema de educación japonés en el terreno de las ciencias está totalmente orientado hacia la experimentación práctica y la aplicación de los conocimientos; las formidables ganancias que eso reporta demuestran que no está equivocado

TOKIO (Newsweek). — Japón está encantado con su sistema de educación científica, y con razón: va a la cabeza en los concursos internacionales, produce más ingenieros que abogados y entresaca las mejores ideas de los artículos científicos escritos por investigadores norteamericanos, convirtiéndolos en formidables fuentes de ganancias... mientras los norteamericanos esperan sus premios Nobel.

Sucedió con los videograbadores y el software de lógica confusa; esta por suceder con los chips de memoria. Y bien, adivinen quiénes han decidido poner fin al piraterío: ¡por supuesto, los japoneses!

En 1989, el Ministerio de Educación anunció la tercera reforma del sistema de educación científica desde la posguerra. Las anteriores, de 1968 y 1977, alejaron el currículo de la ciencia pura y lo orientaron hacia las ciencias aplicadas. Esta vez, el objetivo es producir estudiantes que hagan preguntas, elaboren hipótesis independientes y desarrollen una actitud mental creativa que, a modo de atajo, ciuda el camino a la obediencia. "No estamos aquí para generar productores económicos más eficaces —expresó Shigeki Kadoya, principal especialista en ciencia elemental del ministerio—. La idea es crear un verdadero ser humano... que, además, sea creativo."

Desde hace años, los estudiantes nipones descubren las leyes de la naturaleza por la vía de la experimentación, y no leyendo textos. Este aprendizaje práctico aumenta las probabilidades de que recuerden la lección;

como declaran nuestras madres, recordamos el significado de una palabra si lo averiguamos nosotros mismos y no si ellas nos lo dicen. También fomenta la indagación y la comprensión del método científico.

Tal parecería, al menos, en la Escuela Elemental Nº 8, Yetsuya, de Tokio. Mientras 30 niños de diez años se sientan, su maestro, Zenjiro Baba, sostiene en alto un letrero manuscrito que la clase lee a coro, con un perfecto sonsonete al unísono: adivinen el peso de media docena de objetos de uso diario, pesenlos y comparen los pesos obtenidos con los estimados. ¡Se acabó el estereotipo del japonés automático! El aula se transforma en un manicomio. Los chicos se contorsionan, dan puñetazos y escriben de prisa, adivinando en parejas el peso de lápices, espejos y compases, poniendo y sacando las diminutas pesas de las balanzas. Nadie abre un manual. Nadie toma apuntes, se limita a observar. La lección pasa de las puntas de los dedos al cerebro.

Reparar la tostadora

Ahora Japón va más allá del aprendizaje fácil. Se denomina "ciencia basada en la tecnología" y consiste en aprender las aplicaciones de la ciencia, antes de estudiar sus principios abstractos. Los conceptos (por ejemplo, las leyes de electromagnetismo de Maxwell) están bien para las pruebas científicas internacionales, pero no ayudan a los niños a reparar una tostadora, o bien —y esto es más pertinente— a inventar otra mejor. La respuesta del ministerio es: traigan la tostadora a la escuela.

Los alumnos de cuarto grado primario traerán a clase pequeños artefactos e intentarán repararlos, aprendiendo de paso los principios básicos de la electricidad, los circuitos y los motores. Los chicos de diez años traerán baterías solares y modelos de autos en miniatura y procurarán crear juguetes accionados con energía solar. La tarea quizá les dé la inventiva necesaria para crear, algún día, un automóvil "de veras"

que consuma energía sola. De paso, irán aprendiendo las leyes ópticas y fotovoltaicas, temas que parecen mucho más interesantes cuando significan la diferencia entre un Cressida de juguete, dando vueltas vertiginosas en una vereda soleada, y un auto inútil, lento, que se atardea sin ir a ninguna parte.

Los Estados Unidos extraerá alguna lección de esta reforma de la enseñanza científica japonesa. Los norteamericanos hablan mucho del aprendizaje práctico, pero su implementación es fragmentaria e irregular. En el Japón, el Ministerio de Educación fija todas las pautas, desde los programas de estudio hasta el énfasis en la memorización por repetición mecánica de las matemáticas, la historia y el idioma. En los Estados Unidos no hay un organismo que se le parezca, por lo que resulta difícil imaginar qué más se puede hacer para persuadir a las escuelas de que es preciso tirar los manuales y tomar el microscopio. El método basado en la tecnología —aprender qué es la lluvia ácida antes de estudiar los principios de los ácidos y las bases o el asesoramiento genético antes que las leyes mendelianas de la herencia— está menos oficializado o establecido en los Estados Unidos, arguye Rustum Roy, profesor de ciencia de los materiales en la Universidad de los Estados de Pensilvania y partidario del nuevo enfoque. Los maestros aún mantienen en secreto las pruebas que justifican el aprendizaje científico; se diría que los reservan para un chiste de fin de curso: "Y de paso, esos nombres químicos pesados que memorizaron durante nueve meses les dicen si el agua de sus canchales está envenenada".

Según afirma Roy, los estudiantes recuerdan todo lo relacionado con la vida, porque eso es lo que les interesa. Japón está a punto de pescar al vuelo esta noción y ponerla en práctica. Si da resultado, la próxima generación no necesitará en absoluto recibir ideas de los norteamericanos.

Catherine S. Manegold

00013

Propuestas de física para los niveles más elementales de la enseñanza (primario y preescolar).

Fundamentos

En la clasificación de los problemas del conocimiento en las categorías de obtención y de validación (o del descubrimiento y la justificación), en la educación la que tiene mayor importancia es la primera, la dinámica. Los fundamentos y la filosofía del conocimiento vienen después del propio conocimiento; la certeza lógica es posterior a la certeza instrumental, y ésta ocurre no antes del saber tentativo práctico: el conocimiento sensible e intuitivo. Y entre el saber proposicional y el instrumental, es aprender a andar en bicicleta y a reparar un artefacto descompuesto (las cuestiones prácticas) aquéllas de las que se compone, y debe ser así, la mayor fracción del aprender escolar. Si se quisiese lo opuesto no se obtendrían buenos resultados (y en verdad, el sistema educativo parecería pretenderlo cuando posterga el estudio de la física hasta los últimos ciclos).

No deberíamos pretender que el estudiante adquiera desde el inicio un cuerpo de conocimientos organizado y coherente o una concepción del mundo físico estructurada y armónica: no parece posible obtener, a fines del siglo 20, más que una apariencia engañosa de esa estructura y de su solidez y consistencia, que se resquebraja y desmorona ante el primer intento de aplicación. Nosotros mismos, los docentes a quienes se confía la enseñanza, seríamos quizá incapaces de explicarnos por qué una antena de televisión debe estar con sus elementos cortos dirigidos hacia la emisora y los largos hacia atrás, o por qué la nafta común autoenciende y la especial no. No sabríamos, muchos de nosotros, estimar cuántos bits de información tiene un disco compacto de sonido; medir qué nivel de actividad radiológica tiene un televisor de color; leer sin anteojos, si los necesitáramos y no los tuviéramos en el momento; saber si una lámpara eléctrica está cerrada al vacío o con gas inerte; establecer qué relación existe (si la hay) entre el agujero de azono y el efecto invernadero, y multitud de otras aplicaciones. Nuestros conocimientos fundamentales de electromagnetismo, termodinámica, informática, física nuclear, óptica y mecánica no nos responden a preguntas tan directas y prácticas, y cuando nos las formulamos notamos inmediatamente lo limitado de la pretendida utilidad de los llamados conocimientos básicos.

Puesto que lo útil y aplicable son los casos concretos, mientras que el estudio de los principios y fundamentos, por su profundidad y complejidad, parece ser tarea más avanzada o de especialistas, y como los principios no nos responden a los casos de interés inmediato ni los explican de manera directa y sencilla, no vacilamos en pedir que se sacrifiquen en las primeras etapas del estudio los fundamentos en favor de las aplicaciones, aunque se ignore un poco qué es lo que se está aplicando. Será a través de lo concreto, que se consiga la necesaria familiaridad con los hechos físicos como para poder acercarnos al estudio de los conceptos básicos. Coincidimos en esto con la recomendación de muchos especialistas cuando piden la permanente inclusión de ejemplos en el estudio.

Decla Ernő Rubik, el arquitecto húngaro creador del célebre rompecabezas cúbico con el que trataba de familiarizar a sus alumnos con la percepción del espacio tridimensional, «Se aprende primero con los dedos, y después con el cerebro». Se refería metafóricamente a dos aspectos cerebrales del aprendizaje, el segundo y más avanzado de los cuales sería el nivel lógico y más altamente abstracto y conceptual: el de las propiedades de las transformaciones no conmutativas, a las que se llegaba con el cubo después de su captación operacional e intuitiva.

En la idea opuesta, mientras pensemos que la física sólo puede estudiarse a partir de determinada edad o grado de maduración cognitiva, estaremos expresando que entendemos por ella sólo sus aspectos más abstractos y elaborados, sus construcciones

conceptuales más complejas y difíciles: su límite con la filosofía y quizá no algún otro de sus aspectos.

Sin embargo, también hay física en el mantener limpios los faros de los automóviles para el doble propósito de ver mejor y encandilar menos a los que vienen en contra, en pintar de negro las rejillas de protección de los parabrisas que se usan a veces en caminos pedregosos para ver mejor a través de ellas; la hay en la conexión y balance de un reproductor estereofónico, en la elección del lugar donde ponemos una vela encendida para evitar riesgos de incendio; en el empleo de un calefactor en recintos pequeños como el baño; en la operación de clavar un clavo sobre una pared dura, en el lavado y secado de la ropa, en la manera de guardar una cinta de vídeo para que no se atranque los días húmedos e infinidad de otras acciones menos espectaculares que la curvatura del espaciotiempo o la fusión nuclear, menos revolucionarias del pensamiento que la relatividad del tiempo, menos básicas o fundamentales que las leyes mecánicas, pero socialmente muchísimo más útiles e importantes. ¿Cuál es nuestro deber? ¿A cuál de esos dos polos se refiere la sociedad cuando pide que se enseñe física en las escuelas? La Ley de Educación da respuesta clara al respecto en favor de la producción, de la armonía con el concierto internacional en la producción de bienes y servicios y de la calidad de vida de los habitantes. (El problema es que la física la damos los físicos.)

A qué edad conviene iniciar los estudios de física

Cuando nos hacen esta pregunta y contestamos: «Desde la cuna» se observa a veces una reacción de compasión, como si se pensara: «¡Pobrecitos! ¡Tan chicos y ya tienen que enfrentarse con poleas, circuitos y planos inclinados!». Aunque muchas veces esa actitud tenga mucho de broma, no se produce el mismo efecto si se preguntara, por ejemplo, desde qué edad conviene aprender nuestro idioma, y los adultos podemos hablar con cariño a los neonatos sin que nadie pretenda salir en su auxilio. Tampoco se interponen objeciones con la música, y se admite que los bebés jueguen con sonajeros, panderetas y xilófonos o que oigan grabaciones y canciones; no se objeta que se les exhiban colores, que aprendan a ubicarse en el espacio en que les es permitido desplazarse, ni hay objeción a que se le anticipen a los extremadamente jóvenes todos los conocimientos que puedan captar o no. (Hay unas pocas temas censurados, entre ellos los físicos, no porque a éstos se los considere escabrosos, sino displacenteros.) Si pensáramos que la física es dañina, o aburrida, o que es fuente de sufrimiento y angustia, sería natural no sólo evitársela a las tiernas y desvalidas criaturas; también deberíamos salvar de ese tormento a todo el resto de las personas. En nuestra opinión, el horror a las ciencias del que está contaminada una buena parte de nuestra cultura no debe tomarse como parámetro para decidir hasta qué edad es dable postergar la adquisición de un conocimiento, porque esa fobia es parte del problema que se pretende encarar ahora (y quizá sea su parte más saliente y voluminosa). En un pasado no muy lejano los padres y educadores postergaban todo lo posible el momento de hablar con los jóvenes acerca de los temas prohibidos, y cuando se decidían, generalmente demasiado tarde, lo hacían movidos por una penosa e ineludible obligación, como si desearan en el fondo un mundo en el que no existieran los temas cuyo tratamiento los angustiaba, por ejemplo el nacimiento, el sexo, la enfermedad y la muerte. Podríamos pedir para las ciencias la misma superación que se ha ido observando en esos campos, en que lo trágico y dramático ha cedido espacio al sano placer y a la naturalidad. Propónese, pues, que la aproximación, la práctica y el estudio de la física suceda desde la más tierna y temprana edad, al igual que todos los demás conocimientos. Puesto que los infantes no poseen el grado de abstracción que alcanzarán en etapas más maduras, las propuestas serán proporcionadas a su grado de desarrollo (en rigor, la velocidad de desarrollo depende estrechamente de las oportunidades de ejercitación, de modo que no es conveniente esperar a que ocurra espontáneamente una etapa, pues mejor que la espera es, en este caso, la impaciencia).

En opinión de los especialistas de las provincias, la unidad y continuidad de los estudios físicos debería ser global, y no restringirse a la tradición de circunscribirlos al ciclo medio. Existen propuestas unánimes de incluir destrezas perceptivas, juegos y experimentos informales desde los primeros años de la enseñanza previa, aunque en rigor

no se pueda afirmar que ese tipo de actividad consista ya en la ciencia física, puesto que no tienen función sobresaliente la abstracción y el concepto; la práctica se daría más en el nivel fenoménico que en el de la toma de conocimientos en el sentido más especial del término. Ese tipo de ejercicios es altamente sugestivo y formativo para los más jóvenes, sobre todo en épocas como ésta de alta densidad poblacional alojada en sumarios departamentos en que muchísimos niños maduran sin haber jamás remontado un barrilete, jugado con líquidos, sólidos u otros cuerpos, o golpear siquiera una columna hueca de alumbrado. Es necesario no imponer límites artificiales al estudio, ni cometer el error de subvalorar la capacidad de pensamiento de los estudiantes (por prejuicios de edad o de supuesta falta de maduración). Los chicos piensan más de lo que creemos o los dejamos; limitar la oferta podría ser un obstáculo más a su crecimiento.

Antecedentes

En los últimos 20 años se han iniciado en diversos centros tentativas bastante exitosas de ofrecer a los jóvenes y al público general modos directos e instrumentales de apropiación de conocimientos físicos. Una de las experiencias más conocidas es la del museo participativo de ciencias *Exploratorium*, de San Francisco, en California, USA). Con algún parentesco con esa idea primitiva (que a juicio de algunas personas resultó perfeccionada, y traicionada para otros), se efectuaron emprendimientos similares en *La Villette*, en las afueras de París, y en el museo de la *Caja de Pensiones*, en Barcelona.

En Buenos Aires, Mar del Plata y otras ciudades hemos tenido visitas de algunos de esos centros que exhibieron parte de su material; ha existido un proyecto (cancelado) denominado *Puerto Curioso* que trabajó con orientación similar, aunque dirigida especialmente a la infancia, y en la Recoleta hemos tenido una pequeña pero dignísima muestra, denominada *Museo del Niño*, de lo que puede hacerse a partir de la experimentación directa accesible al público.

Ejemplos

Entonar una nota musical, hacer equilibrio, ejercitar puntería, casi todas las destrezas físicas, dibujar, identificar letras y símbolos, ver una imagen tridimensional a través de un estereoscopio o con otras técnicas, leer el reloj o un instrumento, estimar una distancia, una temperatura, un precio, captar la forma de un objeto a partir de sus proyecciones, y otras con grado moderado de actividad nerviosa algo superior, pero siempre habilidades que demanden poca lógica, abstracción o especulación. Práctica de destrezas físicas en que intervengan distintas clases de equilibrios estable, inestable, indiferente y metaestables; técnicas de equilibrio directo e inverso sobre caminos delgados, con barra o sin ella, sobre cilindros, sobre telas tensas y elásticas, oír a través de tubos de diferente longitud (a veces los niños realizan espontáneamente estas actividades, como cuando golpean objetos huecos o pasan un palito por las barandas y empalizadas, entre infinidad de otros juegos), jugar con resortes que oscilen, ver su propia voz en una pantalla de osciloscopio como se usa a veces con los hipocúscicos; juegos con agua coloreada, con mangueras transparentes, con objetos flotantes, barquitos, bolas, baleros, trompos, barriletes (la cultura de departamento ha aniquilado la física espontánea con la que nos codeábamos en nuestros juegos de infancia en espacios abiertos, en los que a veces ni siquiera el cielo resultaba cruzado por un cable), juegos computacionales que vayan más allá de la obtusa aniquilación de *space-invaders* y otros enemigos convencionales; hay, entre piélagos de inmundicia, notables aciertos como el *Tetrix* que acomoda objetos tridimensionales, simuladores de colonias de organismos como el *Genlife* y destrezas para cualquier edad en que se sepa apretar una tecla o mover una palanca), juegos eléctricos de baja tensión con pilas y lamparitas, ejercicios de percepción por fusión de imágenes reflejadas en un vidrio o acrílico, destrezas del reconocimiento de la propia voz en una grabación, oír el eco a través de un tubo muy largo que rodee el salón varias vueltas, aquietar una cuerda oscilante, hamacar a un compañero de juegos, mirar a través de un largavista, de un microscopio, recorrer laberintos grandes, caminando, o pequeños y eq

escala, con el dedo; contar las caras de un cubo, armar rompecabezas, hablar a través de un hilo de nilón con dos vasitos de plástico, dormir junto a un velador con pantalla giratoria por corrientes de convección, moverse en una plataforma o tambor giratorio en un parque de diversiones, etc. Se procuraría una primera aproximación sensible a la física, aunque no se hable, todavía, en la jerga de la especialidad. Hay infinidad de estudiantes ya casi maduros que echan de menos esa pérdida oportuna de su infancia. A juzgar por los resultados de exámenes o por la experiencia de personas que van a pescar por primera vez, hay gente que parece que jamás en su vida hubiera revoleado una piedra atada de un hilo o gritado a pleno pulmón (y es probable que así sea, efectivamente, si nos atenemos a los reglamentos de convivencia en los edificios de elevada densidad habitacional).

Detalles

Las propuestas de capacitación para los maestros consisten en la práctica de las actividades que siguen como participantes llanos (muchos de nosotros no hemos hablado jamás con dos latitas y un hilo), con la opción de experimentar variantes, extraer conclusiones, estudiar los principios físicos asociados y la de construir los equipos o sus variantes y alternativas.

Fusión de imágenes en un vidrio

Se emplea un vidrio o acrílico vertical que sirve para verse en él como en un espejo, y también para mirar a su través. Se sientan dos participantes uno frente a otro, separados por el cristal, iluminados por sendas lámparas cuya intensidad puede manejar cada uno con una perilla. Con pequeños movimientos los participantes procuran hacer coincidir la propia imagen con la figura de su compañero de juegos; logrado esto, manejan la intensidad de luz hasta que ambas imágenes estén - en su percepción subjetiva - igualmente iluminadas. Durante un breve intervalo no saben si se están viendo a sí mismos o a sus compañeros, pues los rasgos se combinan y desdibujan, en un complejo fenómeno óptico y psicológico. El objetivo de esa práctica es sólo experimentar esa sensación, extraña y nueva para casi todos nosotros.

Teléfono de latitas

El tradicional juego tiene especiales posibilidades actuales, pues los vasitos de plástico resultan mucho más efectivos que los metálicos de antaño. Se perforan sus fondos y se pasa por ellos un hilo, preferiblemente una tanza. Uno habla, y el otro lo escucha por el otro extremo. Si alguien aprieta el hilo en un punto intermedio, absorberá casi toda la potencia sonora. Para poder dar la vuelta en torno de una esquina de una pared es necesario el empleo de un segundo hilo que mantenga la quebradura en el aire y sin que toque la pared.

Colores

En la escuela los colores primarios son el rojo, el amarillo y el azul; en la TV el rojo, el verde y el azul. (También en algunas escuelas se pronuncia con elle y se escriben los anuncios con letra cursiva, entre otras curiosas diferencias que se cultivan exprofeso con respecto a la vida común.) Se emplean tres lámparas: una es roja, otra verde y la otra azul; cada una de ellas proyecta su luz contra una pared blanca. Los participantes se interponen y crean juegos de sombras triples superpuestas. Donde no da ninguna de las tres luces, se ve una sombra negra. Donde dan las tres luces, hay color blanco. Si se hace sombra sólo a la luz azul, se ve que el rojo y el verde que no están tapados iluminan una zona que es amarilla (por tanto, rojo + verde = amarillo). Similarmente se comprueba que verde + azul = cian, y que azul + rojo = magenta. El propósito de la experiencia es, sin embargo, sólo el de que se vean sombras coloreadas, los niños suelen detenerse, curiosos, en este momento

cuando por casualidad se produce en circunstancias en que una misma zona está iluminada por varias lámparas de diferente color.

Una actividad complementaria de ésta, es examinar con una lupa la pantalla de un televisor de color, o el moteado cromático de un afiche. En el primero se verán los mosaicos rojos, verdes y azules; en el segundo las motas amarillas, cian y magenta. La placa de señal del televisor permite ver la formación de los colores:

		azul	rojo	verde
		1	2	4
negro	0			
azul	1	x		
rojo	2		x	
magenta	3	x	x	
verde	4			x
cian	5	x		x
amarillo	6			x
blanco	7	x	x	x

Es casi innecesario aclarar que no se pretende que el maestro acose al participante con infinitas explicaciones físicas acerca del nombre del fenómeno, y mucho menos debería intentar inducirlo a que efectúe tales o cuales prácticas; se trata en cambio de tener estas luces, encendidas, a su disposición, y esperanzarse en que los chicos jueguen y encuentren solos los efectos; se les daría información teórica sólo en el caso de que la demanden.

Otra actividad complementaria es la de colocar sobre una mesa blanca discos o rectángulos de celulosa o acrílico coloreados con esos siete colores, más el negro opaco y el totalmente transparente y cristalino, que suman los ocho colores básicos. El número dos (presencia y ausencia) elevado a la potencia tres es igual a ocho, y el ojo humano más común es sensible, precisamente, a tres colores elementales, otros animales son sensibles a otros tres colores, otros a dos de ellos, otros sólo a uno, y hay insectos sensibles a más de tres colores, entre ellos algunos que son invisibles para nosotros.

Y otra práctica o juego relacionado con éstos es el uso de las cartitas de colores para la detección de las diferentes variedades de daltonismo. Se considera que la detección temprana de esa particularidad que afecta casi exclusivamente a los varones facilita la adquisición de destrezas culturalmente muy necesarias, como la interpretación de las señales coloreadas en tránsito.

Apéndice en favor de la frondosidad

Suelen oírse críticas en contra de la frondosidad superficial de los contenidos. Es preferible sin embargo esa frondosidad a la pretendida utilidad de los fundamentos centrales. En todo caso, la profundidad del estudio bien puede darse en la periferia: se puede ser profundo y riguroso también en las aplicaciones de una ciencia, no sólo en sus bases. Hay ocasión aquí de reiterar reservas en contra de las ideas de núcleo conceptual, eje integrador, aspecto básico, fundamento y ley general, cuando se las opone por razones de tiempo o metodología a los conocimientos concretos. En el mismo sentido, merecería objeción la estructuración e integración mediante correlatividades. Cada materia debe valer por sí misma, y no en la perspectiva de servir de base a las que vendrán. Cuando se den las materias que siguen, los docentes y los estudiantes comprobarán que se carece de esa base correlativa con la que se contaba, pues se ha olvidado la materia anterior (si es que alguna vez llegó a saberse). Solemos cerrar los ojos y seguir adelante, en vez de aceptar

que algunos temas tienen que estudiarse todos los años, y que la Universidad, por ejemplo, tiene que enseñar a sumar, a dividir, a leer y a escribir (*).

(*) Pruebas tomadas a los estudiantes del primer año muestran que un tercio de ellos no sabe dividir números decimales, contar las caras de un cubo, calcular el perímetro de un círculo o interpretar un texto.

ANEXO N° 11

CUTLERREZ VAZQUEZ, J.M., Reflexiones sobre la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria, Rev. del Consejo Nac. Técnico de la Educación. "Educación", N°42, Oct./Dic., 1982, México.

El autor es un microbiólogo mexicano. Fundador y ex-presidente del Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. Co-autor del diseño curricular para la escuela primaria de su país y autor de libros de texto para el mismo nivel.

Grabador en madera, en Aritmética, de Filippo Calandri, Florencia 1481/92.



REFLEXION SOBRE LA ENSEÑANZA DE

LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA PRIMARIA

Juan Manuel Gutiérrez Vazquez

A todos nos parece absurda y perjudicial, en algún momento, la excesiva asimetría que rige en el proceso educativo. Esa asimetría que nos divide en educadores y educandos; quienes enseñamos y quienes aprenden (en el fondo, entre quienes hablamos y quienes callan; entre quienes tomamos las decisiones y quienes, de una manera o de otra, se ven obligados a acatarlas). A través de esa asimetría muchas veces, sin proponérselo, intentamos legitimar la injusticia y las carencias sociales y educamos a nuestros alumnos y a nuestros hijos para que las acepten; es también esa asimetría la que nos impide a los educadores educarnos a través de nuestro diario quehacer; la que nos impide aprender de nuestros estudiantes, de la labor en que ellos y nosotros compartimos la vida.

00020

Otra cosa debe también quedar clara antes de entrar en materia: que los maestros no somos simples acatadores de instrucciones; que no somos gente que nos concretemos a hacer lo que otros dicen que tenemos que hacer; que no estamos dispuestos a ser considerados como piezas a ser manipuladas dentro de un juego cuyas reglas nos son ajenas. Los maestros somos profesionales que pugnamos por jugar un papel activo en el diseño de las metas que perseguimos con nuestro trabajo y en el planeamiento del trabajo mismo, en la manera de lograr esas metas. Sabemos que ser maestro es tarea de gente grande, de hombres y mujeres hechos y derechos. No en balde decía Albert Einstein que un maestro en su clase es como un artista.

A fines de 1971, y por convenio con la Secretaría de Educación Pública, a nuestro Departamento le fue encargado el diseño de un nuevo currículum para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria de nuestro país, así como la elaboración de los nuevos libros de texto correspondientes, los que se acompañaron con libros especialmente preparados para el maestro. Durante los 10 años transcurridos desde entonces, nuestro grupo ha seguido la instrumentación del nuevo currículum en las escuelas; ha observado el uso de los nuevos libros por parte de niños y maestros; impartió decenas de talleres de desarrollo profesional a miles de maestros en más de 40 poblaciones de 15 diferentes entidades federativas del país; discutió problemas diversos con directores e inspectores; y, en su oportunidad, experimentó en salones de clase todas las lecciones que aparecen en los libros.

¿Qué nos ha dejado esta experiencia tan valiosa? ¿Qué hemos aprendido en el curso de este proceso tan enriquecedor? Próximamente comenzarán a aparecer una serie de trabajos en los que se hará un informe más detallado y sistemático de lo que sucedió en el salón de clase con respecto a la enseñanza de las ciencias naturales en virtud de la reforma educativa de 1971. Mientras tanto, anticipamos estas reflexiones sobre lo que hemos aprendido en relación con este problema.

¿Por qué ciencias naturales en la escuela primaria?

En algunos círculos muy reaccionarios (reaccionarios, independientemente del lugar en que se encuentren; recuérdese: en donde menos se piensa, salta la liebre) se sigue opinando que la tarea fundamental, incluso exclusiva, de la escuela primaria, consiste en enseñar a leer, a escribir y a hacer cuentas. Sin embargo, tanto nuestras propias eviden-

cias empíricas de maestros, como aquellas que han sido sistematizadas y validadas por los investigadores, nos muestran una y otra vez, desde hace muchas decenas de años, el papel irremplazable que juegan la observación, la manipulación y la experimentación con objetos concretos en el desarrollo cognoscitivo del niño.

Por otra parte, tecnócratas y científicos piensan, a veces, que hay que enseñar ciencias naturales a los niños para que éstos se vayan comportando como "pequeños científicos", en el fondo como pequeños adultitos, en una extrapolación victoriana que casi nos toma desprevenidos. Esta pretensión no es tan perversa como la del párrafo anterior, pero es igualmente absurda.

Los niños demandan el conocimiento de las ciencias porque viven en un mundo en el que ocurren una enorme cantidad de fenómenos naturales para los que el niño mismo está deseoso de encontrar una explicación; un medio en el que todos estamos rodeados de una infinidad de productos de la ciencia y de la tecnología que el niño mismo usa diariamente y sobre los cuales se pregunta un sinnúmero de cuestiones; un mundo en el que los medios de información social le bombardean con noticias y conocimientos, algunos de los cuales son realmente científicos, siendo la mayoría sólo supuestamente científicos, pero en todo caso conteniendo datos y problemas que a menudo lo preocupan y lo angustian.

Los niños, además, requieren de trabajar las ciencias (y digo trabajarlas, no solamente leerlas o escucharlas), porque es en virtud de ese trabajo como el niño va a desarrollar una serie de habilidades y destrezas que las áreas de español y de matemática no pueden desarrollar en él: habilidades y destrezas que son muy importantes en el trabajo científico, es cierto, pero que nos son igualmente necesarias, yo diría que indispensables, para conducirnos de manera inteligente, lógica y saludable en la vida de todos los días.

Pretender que un niño va a ser cada vez un mejor observador, un mejor escrutador de su realidad natural y social, un mejor forjador de experiencias a través de las cuales someta su pensamiento al juicio terco de la realidad y vaya hilvanando así concepciones cada vez más cercanas a la realidad misma, todo ello solamente a través de lecturas, sería tan torpe como pretender enseñarle a alguien a andar en bicicleta sustituyendo a la bicicleta por lecturas sobre ella. ¿Hará falta recordar, una y otra vez, que en las ciencias, como en la vida misma, traba-

¿también directamente con las cosas y no solamente con los nombres de las cosas?

Las ciencias ayudan al niño a conocer, comprender y manejar de mejor manera a la naturaleza

Un trabajo sistemático en ciencias naturales resulta indispensable para que el niño vaya adentrándose en el conocimiento del mundo de fenómenos naturales que le rodea, y poco a poco vaya construyendo un esquema general, reflejo de la estructura y las funciones que se dan en la naturaleza. Para que este edificio se vaya erigiendo bien construido, resulta indispensable que el trabajo en ciencias naturales sea ordenado, sea sistemático, se haga de manera sostenida a todo lo largo del año escolar. No bastan unas cuantas clases, escogidas al azar, ni son suficientes unos cuantos experimentos seleccionados arbitrariamente.

La estructura de la naturaleza tiene su lógica, dentro de ella no se dan los fenómenos aisladamente. Para que el esquema conceptual en el niño se vaya construyendo orgánicamente, razonablemente, para que este esquema resulte comprensivo y comprensible, para que no queden sueltos en su mente conocimientos aislados, ideas inertes, y por lo tanto inútiles, el trabajo, esto es, el trabajo en las ciencias naturales, el trabajo de maestro y alumno en el aula, en el laboratorio y en el campo, el trabajo que vaya construyendo esta fábrica, esta representación en la mente del niño de lo que es la gran estructura y los grandes sucesos del universo, este trabajo, digo, tiene que darse también ordenadamente, sistemáticamente, regularmente, consecuentemente.

Es justo este proceso el que nos hace progresar del conocimiento a la comprensión; y si esto se da, seguramente el niño de ahora, el adulto de más tarde, llegará a manejar a la naturaleza en forma más inteligente, más cuidadosa, se comportará en la naturaleza no como un torpe criminal y suicida, sino como un componente más de ella, usándola más razonablemente que las generaciones actuales.

Las ciencias permiten al niño conocerse, comprenderse y manejarse mejor él mismo

Como parte del trabajo a que hice referencia más arriba, es indispensable incluir el estudio del ser humano en cuanto ente natural (en cuanto a ente social su estudio se abordará en el área de ciencias sociales, aunque entre ambos enfoques hay muchas interdependencias). Y re-

sulta fundamental que dicho estudio se aborde asimismo de manera sostenida y ordenada. De esta manera, al ir construyendo el esquema del conocimiento de la estructura de su cuerpo como parte de la estructura de la naturaleza, de lo que sucede en su cuerpo como parte de los hechos que se dan en la naturaleza, el niño aprenderá realmente a haber un mejor uso de sí mismo, conocerá y manejará mejor sus propias potencialidades, aprenderá realmente a cuidarse. La experiencia de padres y maestros es que los niños no aprenden todo esto a través del dictado de una serie de preceptos higiénicos.

Por otra parte, cuando el trabajo escolar (refrendado por lo que ocurre en el hogar hasta donde sea posible) va logrando en el niño el desarrollo de una actitud científica, de una aproximación lógica y razonable hacia los fenómenos de la naturaleza, al ir fortaleciendo en él el sentimiento de que los fenómenos naturales tienen explicaciones naturales, él niño se ve libre de tantos temores, angustias y tensiones a que es sometido por el mundo de los adultos.

Un aspecto que reviste enorme importancia al considerar el papel que juega la enseñanza de las ciencias en el desarrollo cognoscitivo y afectivo del niño, es que éste, al realizar investigaciones, observaciones y experimentos en los que pone en juego todos sus sentidos, toda su capacidad, va tendiendo a desarrollar, si ya la tiene, o a recuperar, si la ha perdido, la confianza en sí mismo como estudioso de la realidad, como averiguador de hechos, cosas y fenómenos, como persona capaz de adquirir conocimientos y desarrollar habilidades por sí mismo. Los tres aspectos mencionados contribuyen a ubicar al niño en el camino de un desarrollo físico, intelectual y afectivo más sano.

Las ciencias ayudan al niño a desempeñarse mejor en el medio en el que se encuentra

En el mundo de nuestros días, en el que la vida diaria se desenvuelve tan llena de numerosos aportes de la ciencia y la tecnología, el analfabetismo científico resulta casi tan grave como el analfabetismo referido al lenguaje escrito. Decir que esto es inevitable para la gran mayoría de la población, en cuanto a que por su pobreza no tiene acceso a esos aportes de la ciencia y la tecnología, constituye una falacia: la mayoría de los habitantes de nuestro planeta usa electricidad, máquinas y herramientas, recurre o puede recurrir a medicamentos y vacunas, es usuaria de diversos medios de transporte; se comunica por radio

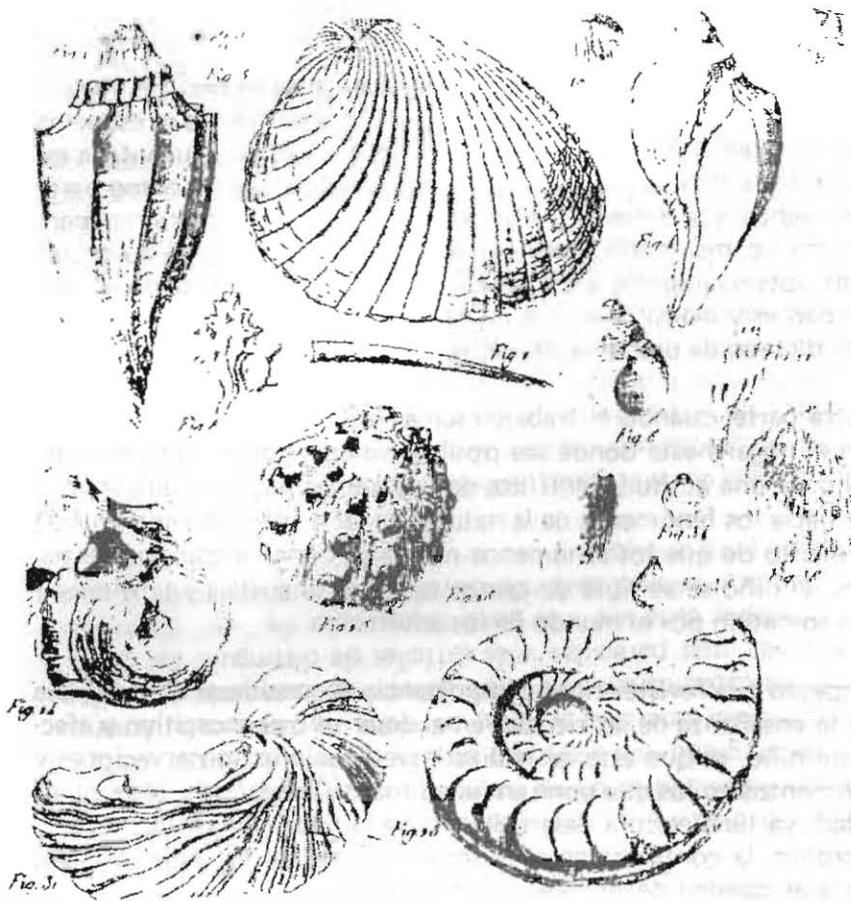
Las ciencias son indispensables para que el niño desarrolle habilidades, destrezas y actitudes fundamentales para la vida

En ocasiones escuchamos que es necesario enseñar a los niños el "método científico" desde la primaria. No pensamos así por muchas razones. Para comenzar, habría que precisar qué entendemos por método científico; para seguir, habría que considerar si eso que entendemos por método científico se puede enseñar a alumnos en la fase de desarrollo cognoscitivo en que se encuentran cuando cursan su educación primaria; para terminar, habría que reflexionar si se puede enseñar lo que entendemos por método científico utilizando exclusivamente los recursos con los que contamos en las escuelas primarias. El conjunto de habilidades, destrezas y actitudes que vamos a reseñar ahora no constituyen "el método científico", aunque así, tomadas en conjunto y utilizadas juiciosamente y oportunamente, resultan de gran relevancia cuando trabajamos en achaques de investigación científica en el laboratorio o en el campo. Sin embargo, no es eso lo que más nos interesa en la educación primaria.

De todo ello lo que resulta de importancia capital es que este conjunto de habilidades, destrezas y actitudes, como se verá unas líneas más adelante, es de gran relevancia para desempeñarnos adecuadamente en nuestra vida diaria. La relación de ellas es la siguiente:

Observar: es el conjunto de habilidades que nuestra inteligencia utiliza para obtener información a través del uso de nuestros sentidos y darnos de esta manera cuenta de las características y propiedades de lo que estamos estudiando. Durante el proceso de observación vamos planteando a nuestros sentidos preguntas que hacen de ella un instrumento cada vez más incisivo y penetrante. También nos planteamos cuestionarios que nos permiten establecer correlaciones entre lo que estamos observando y lo que hemos observado antes.

Comunicar: es un conjunto de habilidades y destrezas que nos permite compartir con nuestros compañeros nuestros hallazgos, nuestras maneras de hacer las cosas. Nos resulta de enorme utilidad no solamente para la comunicación misma, sino que, por la necesidad misma de comunicar, tenemos que ordenar y pulir el registro de lo que hemos hecho, de lo que hemos pensado, y todo esto ayuda de manera muy principal nuestro quehacer, el proceso mismo de pensar lo que hacemos y de hacer lo que pensamos.



a procedimientos de complejidad tecnológica diversa, utiliza fibras sintéticas, materiales estampados y teñidos, y, lo que resulta definitivo, se ve sometida a diversos medios de información social, básicamente la televisión, la radio, el cine, las publicaciones periódicas de la más diversa índole. Tanto para hacer un mejor uso de los aportes de la ciencia y la tecnología que tengan a la mano, como para defenderse del reclamo consumista, de educador y diversionista de los medios de información social, una buena enseñanza de la ciencia es componente indispensable en los ciclos básicos de la educación.

12000

texto y de consulta, índices, diccionarios y enciclopedias, revistas y periódicos diversos, fotografías, dibujos, esquemas, diagramas, películas, discos, cintas magnetofónicas y magnéticas en general; eventualmente cintas perforadas, tarjetas perforadas, diversos dispositivos electrónicos de cómputo y de almacenamiento de información. Todo esto resulta fundamental tanto para el trabajo científico como para nuestra vida diaria.

Ante la imposibilidad de retener en la cabeza toda la información que necesitamos, el hecho de saber en qué lugar se encuentra registrada dicha información y el obtenerla oportunamente resulta una habilidad de valor incalculable. La consulta puede hacerse también con aquellas personas que dominan en grado más avanzado el asunto que nos ocupe en un momento dado. En la escuela debemos consultar tan a menudo como sea posible libros, enciclopedias, diccionarios, periódicos y revistas; debemos aprender a manejar los **índices de contenido y los índices analíticos de los libros**. También aprendemos a consultar cuando planteamos preguntas bien concebidas a nuestros maestros. Los niños de un grado pueden, asimismo, consultar con los de grados más avanzados: ésta es una práctica muy saludable en toda escuela.

- **Discusión, crítica y autocrítica:** es de fundamental importancia desarrollar habilidades y actitudes positivas hacia la discusión, la confrontación colectiva de resultados y de puntos de vista diversos. Aprender a llevar una discusión resulta una adquisición muy valiosa: presentar resultados y puntos de vista, concisa y precisamente, intervenir pausada y ordenadamente; procurar siempre ser tan objetivo y ecuánime como sea posible; no ser posesivos con el pensamiento o con las aportaciones propias y ajenas; no defender a ultranza lo que yo pienso y atacar siempre lo que piensan los demás; ejercer el análisis crítico para desarrollar la habilidad de descubrir las partes débiles o viciosas de un experimento, de una investigación, de un planteamiento cualquiera; ser capaz de ver cuando una afirmación, propia o ajena, no está bien sustentada por los hechos, sean éstos producto de experimentaciones, de observaciones, de investigaciones hechas por nosotros o por los demás. Y, en este contexto, no necesitar que los demás nos critiquen para ver los errores propios: desarrollar la capacidad de encontrar, identificar, precisar y corregir nuestros errores, nuestras omisiones y nuestras equivocaciones. Ser capaces de aprender de nuestros aciertos, pero también de nuestros errores. En el mismo orden de ideas, una adquisición

fundamental es la de poder discutir sin necesidad de interlocutores, esto es, ser capaz de discutir con uno mismo.

- **Llegar a conclusiones:** a menudo se enfatiza el valor del diálogo y de la discusión, sin hacer hincapié en que dicho valor depende en gran manera de que dicho ejercicio nos conduzca a interpretaciones y conclusiones sobre la materia en discusión. El diálogo por el diálogo mismo no tiene razón de ser mientras no vaya dejando claras las cuestiones que se consideren. Resulta fundamental entonces ir acotando las conclusiones parciales a las que se va llegando mientras la discusión progresa para, al final de ella, arribar a una conclusión comprensiva de los asuntos que fueron considerados. Dependiendo de las circunstancias en las que se dé la discusión, las conclusiones pueden adquirir el carácter de acuerdos, y aun de decisiones. Es así como este proceso se empalma con el de toma de decisiones, que resulta de capital importancia.
- **Colaboración y trabajo en equipo:** muchas de las acciones que deben ser realizadas diariamente en nuestro trabajo, en la vida en comunidad, incluso dentro de nuestra familia y en nuestra vida personal, tienen que ser realizadas por conjuntos de personas y no por una persona sola. Por ello resulta de gran interés desarrollar actitudes positivas hacia el trabajo en colaboración y las habilidades necesarias para organizarlo y llevarlo a cabo. Con todo ello se desarrolla también el sentido de responsabilidad hacia los demás, lo que implica la consideración crítica tanto de lo que yo apporto como de lo que aporta el resto. En las escuelas y en la comunidad, esto trae consigo también la posibilidad de que no sólo aprendamos del maestro, o del "experto", sino que lo hagamos unos de otros.

Los niños comparten con los hombres de ciencia cuatro características muy importantes

Aquellos a los que nos ha sido dada la oportunidad de alternar nuestro trabajo en el laboratorio y en el campo con otros científicos, y nuestro trabajo en aulas, laboratorios y en el campo también con alumnos de diversas edades, hemos podido comprobar, una y otra vez, que los niños y niñas comparten con los científicos una serie de características, de actitudes, que emparentan la labor inquisitiva de los laboratorios en los que se hace la ciencia con la de las escuelas en las que se enseña.

00025

La primera de estas actitudes es la de dudar, la de cuestionar todo lo que se escucha, lo que se lee, incluso lo que se observa. Es una actitud generalizada de no creer. Así como en la investigación, el cuestionamiento y la duda sobre el propio quehacer y el de los demás constituyen uno de los principales motores en el avance del conocimiento, así en nuestra labor educativa, y en la vida misma, este no creer, este pedir suficientes evidencias antes de aceptar algo como válido o como legítimo, constituye uno de los pilares básicos para ir hacia adelante, para ir resolviendo los problemas y tomando decisiones adecuadas, al contrario de lo que ocurre cuando nos concretamos a seguir dócilmente las instrucciones de diverso tipo que nos son dadas, aceptando acríticamente el "saber" establecido.

La segunda actitud es justamente la de criticar, y para ello es claro que no basta con la actitud, sino que a ella hay que añadir las habilidades necesarias. Gracias a esto seremos cada vez más capaces de encontrar las partes débiles, defectuosas, inadecuadas o erróneas de lo que hacemos y de lo que hacen los demás; descubriremos los errores de método, de procedimiento, de técnica, cuando se pretenda hablarnos solamente de resultados sin decirnos cómo fueron obtenidos tales resultados; nos daremos cuenta de cuando una determinada aseveración no está suficientemente sustentada por los hechos, por las evidencias presentadas; percibiremos cuando una presentación se nos ofrece incompleta, parcial, o de plano mutilada y por lo tanto tendenciosa, así como también cuando, por haber sido privada de su contexto, una aseveración se nos presenta como diciendo una cosa diferente a lo que se quiso decir en un contexto dado.

La tercera actitud es la de participación. De poco vale la duda, el cuestionamiento o la capacidad crítica, si el que la ejerce no se compromete a participar en la resolución de los problemas. Entre más valiosa, más sistemática, más comprometida es una participación, el peso de las dudas y de las críticas planteadas aumenta. Por lo demás, es la participación un componente básico del aprendizaje, y juega un papel fundamental en el mejor desarrollo de todas nuestras capacidades.

La cuarta característica es la capacidad de crear, de hacer cosas nuevas, de encontrar nuevas soluciones para viejos problemas; identificar problemas antes no identificados y encontrar su solución; no conformarnos con hacer lo ya hecho, sino, por el contrario, buscar la mejor manera de hacer cosas nuevas.

Si observamos cuidadosamente el quehacer de los niños en situaciones de respeto, de apoyo, de confianza, de libertad, y quizá incluso de estimulación adecuada, y si meditamos sobre el resultado de nuestras observaciones, percibiremos entonces que en la vida del niño juegan un papel muy importante estos cuatro componentes: la duda y el cuestionamiento, la crítica, la participación y la creatividad. Esto debe tomarse muy en cuenta cuando planeamos, organizamos, instrumentamos y evaluamos instancias de enseñanza-aprendizaje de la ciencia en el salón de clases, en el laboratorio o en el campo.

Algunos principios básicos para la enseñanza de las ciencias

Después de haber trabajado durante muchos años con grupos de diversas edades y condiciones económicas, sociales y culturales, quienes laboramos en el Departamento de Investigaciones Educativas del IPN hemos podido identificar una serie de principios generales que resulte conveniente tomar en cuenta para la enseñanza de la ciencia. Algunos de ellos son considerados a continuación.

La mayoría de las escuelas siguen apegadas a una concepción muy tradicional de lo que es el aprendizaje. Según el concepto que tales instituciones ponen en práctica, el aprendizaje se concreta a la adquisición de conocimientos: si una persona, mediante una prueba de papel y lápiz o a través de un interrogatorio oral, muestra que recuerda los conocimientos impartidos por el maestro o contenidos en el libro de texto, dicha persona ha aprendido; si no los recuerda, dicha persona no ha aprendido. Por el contrario, nosotros sólo decimos que una persona aprendió algo cuando cambió lo que piensa, lo que hace o lo que siente; cuando cambió inclusive su manera de pensar, de hacer las cosas, o de sentir.

Para que estos cambios ocurran no basta con recordar o adquirir conocimientos; resulta indispensable manejar los conocimientos, usarlos, aplicarlos y, en su caso, elaborarlos, construirlos. Habría, pues, que desplazar el énfasis que ahora se pone en los conocimientos y hacerlo incidir en los cambios que se desea obtener en el pensar, el hacer y el sentir. Adquirir conocimientos, entonces, no es aprender. Se aprende cuando se modifica la actitud, la habilidad, la aptitud, la destreza, la capacidad, el hábito, la comprensión, el criterio o juicio personal, la conducta.

La primera de estas actitudes es la de dudar, la de cuestionar todo lo que se escucha, lo que se lee, incluso lo que se observa. Es una actitud generalizada de no creer. Así como en la investigación, el cuestionamiento y la duda sobre el propio quehacer y el de los demás constituyen uno de los principales motores en el avance del conocimiento, así en nuestra labor educativa, y en la vida misma, este no creer, este pedir suficientes evidencias antes de aceptar algo como válido o como legítimo, constituye uno de los pilares básicos para ir hacia adelante, para ir resolviendo los problemas y tomando decisiones adecuadas, al contrario de lo que ocurre cuando nos concretamos a seguir dócilmente las instrucciones de diverso tipo que nos son dadas, aceptando acríticamente el "saber" establecido.

La segunda actitud es justamente la de criticar, y para ello es claro que no basta con la actitud, sino que a ella hay que añadir las habilidades necesarias. Gracias a esto seremos cada vez más capaces de encontrar las partes débiles, defectuosas, inadecuadas o erróneas de lo que hacemos y de lo que hacen los demás; descubriremos los errores de método, de procedimiento, de técnica, cuando se pretenda hablarnos solamente de resultados sin decirnos cómo fueron obtenidos tales resultados; nos daremos cuenta de cuando una determinada aseveración no está suficientemente sustentada por los hechos, por las evidencias presentadas; percibiremos cuando una presentación se nos ofrece incompleta, parcial, o de plano mutilada y por lo tanto tendenciosa, así como también cuando, por haber sido privada de su contexto, una aseveración se nos presenta como diciendo una cosa diferente a lo que se quiso decir en un contexto dado.

La tercera actitud es la de participación. De poco vale la duda, el cuestionamiento o la capacidad crítica, si el que la ejerce no se compromete a participar en la resolución de los problemas. Entre más valiosa, más sistemática, más comprometida es una participación, el peso de las dudas y de las críticas planteadas aumenta. Por lo demás, es la participación un componente básico del aprendizaje, y juega un papel fundamental en el mejor desarrollo de todas nuestras capacidades.

La cuarta característica es la capacidad de crear, de hacer cosas nuevas, de encontrar nuevas soluciones para viejos problemas; identificar problemas antes no identificados y encontrar su solución; no conformarnos con hacer lo ya hecho, sino, por el contrario, buscar la mejor manera de hacer cosas nuevas.

Si observamos cuidadosamente el quehacer de los niños en situaciones de respeto, de apoyo, de confianza, de libertad, y quizá incluso de estimulación adecuada, y si meditamos sobre el resultado de nuestras observaciones, percibiremos entonces que en la vida del niño juegan un papel muy importante estos cuatro componentes: la duda y el cuestionamiento, la crítica, la participación y la creatividad. Esto debe tomarse muy en cuenta cuando planeamos, organizamos, instrumentamos y evaluamos instancias de enseñanza-aprendizaje de la ciencia en el salón de clases, en el laboratorio o en el campo.

Algunos principios básicos para la enseñanza de las ciencias

Después de haber trabajado durante muchos años con grupos de diversas edades y condiciones económicas, sociales y culturales, quienes laboramos en el Departamento de Investigaciones Educativas del IPN hemos podido identificar una serie de principios generales que resulta conveniente tomar en cuenta para la enseñanza de la ciencia. Algunos de ellos son considerados a continuación.

La mayoría de las escuelas siguen apegadas a una concepción muy tradicional de lo que es el aprendizaje. Según el concepto que tales instituciones ponen en práctica, el aprendizaje se concreta a la adquisición de conocimientos: si una persona, mediante una prueba de papel y lápiz o a través de un interrogatorio oral, muestra que recuerda los conocimientos impartidos por el maestro o contenidos en el libro de texto, dicha persona ha aprendido; si no los recuerda, dicha persona no ha aprendido. Por el contrario, nosotros sólo decimos que una persona aprendió algo cuando cambió lo que piensa, lo que hace o lo que siente; cuando cambió inclusive su manera de pensar, de hacer las cosas, o de sentir.

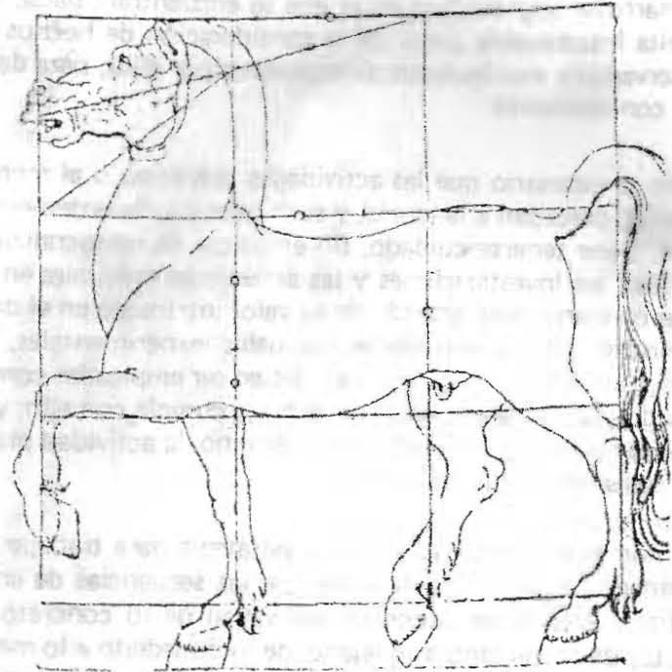
Para que estos cambios ocurran no basta con recordar o adquirir conocimientos: resulta indispensable manejar los conocimientos, usarlos, aplicarlos y, en su caso, elaborarlos, construirlos. Habría, pues, que desplazar el énfasis que ahora se pone en los conocimientos y hacerlo incidir en los cambios que se desea obtener en el pensar, el hacer y el sentir. Adquirir conocimientos, entonces, no es aprender. Se aprende cuando se modifica la actitud, la habilidad, la aptitud, la destreza, la capacidad, el hábito, la comprensión, el criterio o juicio personal, la conducta.

Nunca se insistirá lo suficiente en que las actividades de aprendizaje deben incluir una dosis adecuada de involucramiento por parte de los alumnos. No cabe duda, que mientras el maestro habla y los alumnos escuchan, éstos están involucrados en cierta medida; sin embargo, tampoco puede negarse que el grado de participación aumenta cuando, además de escuchar y escribir lo que se escucha, se observa, se experimenta, se investiga, se comprueba, se discute, se registra lo que sucede, se comunica a los demás los resultados, se llega a conclusiones entre todos.

El proverbio chino, inventado o no, antiguo o reciente, decía: si escuchas, olvidas; si ves, recuerdas; si haces, comprendes. Para que ello ocurra el alumno tiene que ver con sus propios ojos, tiene que hacer con sus propias manos, tiene que pensar con su propia cabeza. No es válido hacerlo a través de los ojos, las manos y la cabeza del profesor. En todas las áreas de la educación primaria esto es básico, pero en las ciencias resulta fundamental: el hacer es insustituible si queremos desarrollar destrezas, habilidades, actitudes, capacidades, hábitos. Los procedimientos que nos permiten estudiar, conocer y comprender la naturaleza, se adquieren, se desarrollan y se dominan trabajando con los fenómenos naturales, y no solamente escuchando hablar sobre ellos o leyendo sobre ellos.

Niños y niñas aprenden mucho mejor cuando tienen interés. ¿Cómo podría darme cuenta si mis alumnos están aprendiendo? Uno de los mejores indicadores es si tales alumnos participan con interés en las actividades de aprendizaje correspondientes. Si los alumnos no tienen interés, lo más probable es que no estén aprendiendo. Sin embargo, el que los alumnos tengan o no interés por algo no es un asunto que caiga dentro de su exclusiva competencia o jurisdicción. Como profesor, es grande la responsabilidad que tengo para que el trabajo en clase, en el laboratorio o en el campo resulte interesante.

Si los contenidos que abordo están relacionados con los requerimientos de la vida diaria; si tales contenidos nos permiten entender alguno de los grandes problemas que presenta la comunidad en la que la escuela se encuentra; si esos contenidos constituyen retos estimulantes para nuestra inteligencia; si los abordo a través de una diversidad de actividades de aprendizaje en las que la participación de los alumnos sea un componente fundamental; si contenidos y actividades inciden claramente en las necesidades de mis alumnos, estaré en una mejor posición para provocar el interés de ellos.



Tradicionalmente, y esto sigue siendo muy claro en la segunda enseñanza, e inclusive en la educación media superior y superior, primero se estudian los principios, las ideas, los hechos generalmente aceptados, los conceptos básicos, las teorías y las leyes en el salón de clase (a esto a menudo se le llama "la clase teórica", o simplemente, "la teoría") para después pasar a hacer algunas experiencias, algunos ejercicios o trabajos prácticos que prueben o comprueben la corrección de lo que previamente se consideró teóricamente (a esto se le llama "la clase práctica" o, simplemente, "la práctica").

Esto ha traído, como una de sus consecuencias, que las actividades prácticas se han ido empobreciendo hasta concretarse a desahogar instrucciones prescriptivas de manera que sea evidente cuánta razón tenían el maestro o el libro de texto. Es así como hemos dado, en la escuela, con una manera de hacer las cosas completamente contraria respecto a como se hacen las cosas en la ciencia, en donde es el estudio de los hechos lo que nos permite construir la teoría, la cual se convierte en arma poderosa para estudiar nuevos hechos. Esto es, que el trabajar de manera directa con los hechos juega un papel fundamental en la elaboración del conocimiento. Y

portancia en educación básica, ya que, como se lleva dicho, por la fase de desarrollo cognoscitivo en la que se encuentran, para los alumnos resulta insoslayable partir de la consideración de hechos concretos, observados y manipulados directamente por ellos, para de ahí acceder al conocimiento.

Para esto es necesario que las actividades prácticas, o al menos algunas de ellas, precedan a la teoría, y sean ricas y suficientemente diversificadas. Debe tenerse cuidado, sin embargo, de no sacrificar los experimentos, las investigaciones y las actividades manuales en general; no debe olvidarse que, además de su valor intrínseco en el desarrollo de la motricidad, las actividades manuales, experimentales, observacionales e investigativas en general, deben ser empleadas como disparadoras de la actividad intelectual; si no se cumple con ello, y si la actividad intelectual no se lleva a buen término, la actividad práctica no está cumpliendo con su objetivo.

En el momento de estructurar una estrategia para trabajar un tema determinado, es muy conveniente que las secuencias de enseñanza-aprendizaje consideren aspectos que vayan de lo concreto hacia lo abstracto, de lo cercano a lo lejano, de lo inmediato a lo mediato, de lo simple a lo complejo, de lo particular a lo general, de lo conocido a lo desconocido. Es básico percibir lo que es conocido e importante para nuestros alumnos y discriminarlo de lo que es conocido e importante para nosotros como adultos y como profesores. No es infrecuente utilizar objetos, ejemplos o líneas de razonamiento que, por ser muy conocidos para nosotros, suponemos erróneamente que son también muy conocidos para nuestros alumnos.

Así como antes hemos dicho que los conocimientos científicos no son estables ni incontrovertibles, resulta indispensable tener la referencia al hecho de que el conocimiento mismo es un proceso, no un estado. El conocimiento es un proceso que nos aproxima cada vez más a la realidad, que nos permite comprenderla mejor cada vez y manejarla progresivamente con mayor eficacia y eficiencia. Pero es eso, un proceso, un aproximarse que no termina. Por esto en ciencia no puede decirse nunca "ya acabé"; en su enseñanza tampoco. Por eso en ciencia (y en educación) no puede nunca darse, en un solo paso, el tránsito del "no sé" al "ya sé". Hoy estamos más cerca que antes de la comprensión de la realidad, pero mañana estaremos todavía más cerca que hoy. Y así, lleguemos a donde lleguemos con nuestro traba-

jo, "siempre hay algo más..." el trabajo en ciencia y en la enseñanza de la ciencia nunca se termina.

En vez de que los maestros nos sirvamos de los auxiliares didácticos, somos nosotros quienes nos vemos obligados a rendirles servidumbre. Soy yo, maestro, quien debo estar atento para determinar en qué momento debo iniciar una cierta actividad, usar este o aquel material, en qué momento modificar la actividad, o bien detenerme y cambiar una actividad que no está dando buenos resultados por otra actividad que represente una mejor opción, abandonar el uso de algunos auxiliares para emplear otros distintos. De todas maneras, no debe perderse de vista la importancia de finalizar toda actividad con un producto claro alcanzado gracias a ella: una conclusión, una nueva interpretación, un nuevo concepto bien manejado, un concepto manejado en un contexto distinto; una nueva destreza, una nueva habilidad, una capacidad mejor desarrollada. Toda actividad de aprendizaje debe llegar a algo; de no hacerlo, tal actividad carece de sentido, parcial o totalmente.

Perspectivas

No es posible incluir en un trabajo de estas dimensiones todo lo que hemos aprendido en 10 años. Sin embargo, hay algunas cosas más que no debemos dejar de mencionar.

Finalicemos con una consideración breve pero referente a un asunto capital: el proceso de enseñanza-aprendizaje es flexible, no puede atenerse a lineamientos rígidos ni a prescripciones incommovibles. Como maestros debemos terminar con los vicios y las falacias que han convertido planes, programas, libros e instrumentos de evaluación, de auxiliares de nuestro desempeño en trabas y laberintos que rigen, limitan y distorsionan nuestro quehacer.

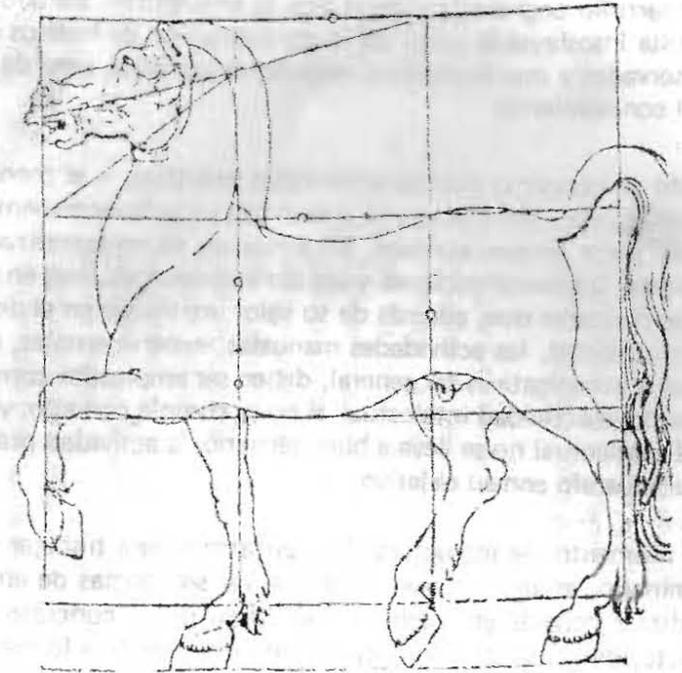
El trabajo de los maestros durante los talleres de desarrollo profesional impartidos, así como la observación de clases de ciencias naturales, nos han enseñado que debemos diseñar procedimientos creativos para incorporar de manera más sistemática y total la participación de los maestros mismos en el desarrollo de planes, programas, libros y otros auxiliares didácticos. El currículo vigente podría mejorar mucho gracias a acciones en el sentido mencionado.

Nunca se insistirá lo suficiente en que las actividades de aprendizaje deben incluir una dosis adecuada de involucramiento por parte de los alumnos. No cabe duda que mientras el maestro habla y los alumnos escuchan, éstos están involucrados en cierta medida; sin embargo tampoco puede negarse que el grado de participación aumenta cuando, además de escuchar y escribir lo que se escucha, se observa, se experimenta, se investiga, se comprueba, se discute, se registra lo que sucede, se comunica a los demás los resultados, se llega a conclusiones entre todos.

El proverbio chino, inventado o no, antiguo o reciente, decía: si escuchó, olvido; si veo, recuerdo; si hago, comprendo. Para que ello ocurra el alumno tiene que ver con sus propios ojos, tiene que hacer con sus propias manos, tiene que pensar con su propia cabeza. No es válido hacerlo a través de los ojos, las manos y la cabeza del profesor. En todas las áreas de la educación primaria esto es básico, pero en las ciencias resulta fundamental: el hacer es insustituible si queremos desarrollar destrezas, habilidades, actitudes, capacidades, hábitos. Los procedimientos que nos permiten estudiar, conocer y comprender la naturaleza, se adquieren, se desarrollan y se dominan trabajando con los fenómenos naturales, y no solamente escuchando hablar sobre ellos o leyendo sobre ellos.

Niños y niñas aprenden mucho mejor cuando tienen interés, ¿Cómo podría darme cuenta si mis alumnos están aprendiendo? Uno de los mejores indicadores es si tales alumnos participan con interés en las actividades de aprendizaje correspondientes. Si los alumnos no tienen interés, lo más probable es que no estén aprendiendo. Sin embargo, el que los alumnos tengan o no interés por algo no es un asunto que calga dentro de su exclusiva competencia o jurisdicción. Como profesor, es grande la responsabilidad que tengo para que el trabajo en clase, en el laboratorio o en el campo resulte interesante.

Si los contenidos que abordo están relacionados con los requerimientos de la vida diaria; si tales contenidos nos permiten entender alguno de los grandes problemas que presenta la comunidad en la que la escuela se encuentra; si esos contenidos constituyen retos estimulantes para nuestra inteligencia; si los abordo a través de una diversidad de actividades de aprendizaje en las que la participación de los alumnos sea un componente fundamental; si contenidos y actividades inciden claramente en las necesidades de mis alumnos, estaré en una mejor posición para provocar el interés de ellos.



Tradicionalmente y esto sigue siendo muy claro en la segunda enseñanza, e inclusive en la educación media superior y superior, primero se estudian los principios, las ideas, los hechos generalmente aceptados, los conceptos básicos, las teorías y las leyes en el salón de clase (a esto a menudo se le llama "la clase teórica", o simplemente, "la teoría") para después pasar a hacer algunas experiencias, algunos ejercicios o trabajos prácticos que prueben o comprueben la corrección de lo que previamente se consideró teóricamente (a esto se le llama "la clase práctica" o, simplemente, "la práctica").

Esto ha traído, como una de sus consecuencias, que las actividades prácticas se han ido empobreciendo hasta concretarse a desahogar instrucciones prescriptivas de manera que sea evidente cuánta razón tenían el maestro o el libro de texto. Es así como hemos dado, en la escuela, con una manera de hacer las cosas completamente contraria respecto a como se hacen las cosas en la ciencia, en donde es el estudio de los hechos lo que nos permite construir la teoría, la cual se convierte en arma poderosa para estudiar nuevos hechos. Esto es, que el trabajar de manera directa con los hechos juega un papel fundamental en la elaboración del conocimiento. Y

portancia en educación básica, ya que, como se lleva dicho, por la fase de desarrollo cognoscitivo en la que se encuentran, para los alumnos resulta insoslayable partir de la consideración de hechos concretos, observados y manipulados directamente por ellos, para de ahí acceder al conocimiento.

Para esto es necesario que las actividades prácticas, o al menos algunas de ellas, precedan a la teoría, y sean ricas y suficientemente diversificadas. Debe tenerse cuidado, sin embargo, de no sacralizar los experimentos, las investigaciones y las actividades manuales en general; no debe olvidarse que, además de su valor intrínseco en el desarrollo de la motricidad, las actividades manuales, experimentales, observacionales e investigativas en general, deben ser empleadas como disparadoras de la actividad intelectual; si no se cumple con ello, y si la actividad intelectual no se lleva a buen término, la actividad práctica no está cumpliendo con su objetivo.

En el momento de estructurar una estrategia para trabajar un tema determinado, es muy conveniente que las secuencias de enseñanza-aprendizaje consideren aspectos que vayan de lo concreto hacia lo abstracto, de lo cercano a lo lejano, de lo inmediato a lo mediano, de lo simple a lo complejo, de lo particular a lo general, de lo conocido a lo desconocido. Es básico percibir lo que es conocido e importante para nuestros alumnos y discriminarlo de lo que es conocido e importante para nosotros como adultos y como profesores. No es infrecuente utilizar objetos, ejemplos o líneas de razonamiento que, por ser muy conocidos para nosotros, suponemos erróneamente que son también muy conocidos para nuestros alumnos.

Así como antes hemos dicho que los conocimientos científicos no son estables ni incontrovertibles, resulta indispensable tener la referencia al hecho de que el conocimiento mismo es un proceso, no un estado. El conocimiento es un proceso que nos aproxima cada vez más a la realidad, que nos permite comprenderla mejor cada vez y manejarla progresivamente con mayor eficacia y eficiencia. Pero es eso, un proceso, un aproximarse que no termina. Por esto en ciencia no puede decirse nunca "ya acabé"; en su enseñanza tampoco. Por eso en ciencia (y en educación) no puede nunca darse, en un solo paso, el tránsito del "no sé" al "ya sé". Hoy estamos más cerca que antes de la comprensión de la realidad, pero mañana estaremos todavía más cerca que hoy. Y así, lleguemos a donde lleguemos con nuestro traba-

jo. "siempre hay algo más..."; el trabajo en ciencia y en la enseñanza de la ciencia nunca se termina.

En vez de que los maestros nos sirvamos de los auxiliares didácticos, somos nosotros quienes nos vemos obligados a rendirles servidumbre. Soy yo, maestro, quien debo estar atento para determinar en qué momento debo iniciar una cierta actividad, usar este o aquel material, en qué momento modificar la actividad, o bien detenerme y cambiar una actividad que no está dando buenos resultados por otra actividad que represente una mejor opción, abandonar el uso de algunos auxiliares para emplear otros distintos. De todas maneras, no debe perderse de vista la importancia de finalizar toda actividad con un producto claro alcanzado gracias a ella: una conclusión, una nueva interpretación, un nuevo concepto bien manejado, un concepto manejado en un contexto distinto; una nueva destreza, una nueva habilidad, una capacidad mejor desarrollada. Toda actividad de aprendizaje debe llegar a algo; de no hacerlo, tal actividad carece de sentido, parcial o totalmente.

Perspectivas

No es posible incluir en un trabajo de estas dimensiones todo lo que hemos aprendido en 10 años. Sin embargo, hay algunas cosas más que no debemos dejar de mencionar.

Finalicemos con una consideración breve pero referente a un asunto capital: el proceso de enseñanza-aprendizaje es flexible, no puede atenerse a lineamientos rígidos ni a prescripciones incommovibles. Como maestros debemos terminar con los vicios y las falacias que han convertido planes, programas, libros e instrumentos de evaluación, de auxiliares de nuestro desempeño en trabas y laberintos que rigen, limitan y distorsionan nuestro quehacer.

El trabajo de los maestros durante los talleres de desarrollo profesional impartidos, así como la observación de clases de ciencias naturales, nos han enseñado que debemos diseñar procedimientos creativos para incorporar de manera más sistemática y total la participación de los maestros mismos en el desarrollo de planes, programas, libros y otros auxiliares didácticos. El currículo vigente podría mejorar mucho gracias a acciones en el sentido mencionado.

La misma idea debe aplicarse a toda actividad encaminada al desarrollo profesional del magisterio: el maestro debe participar en su planeación, organización, instrumentación y evaluación. La simetría que buscamos en el proceso educativo debe darse también en cursos y talleres de desarrollo profesional dedicados a los maestros.

Y para terminar, un señalamiento más con respecto a las mismas actividades de desarrollo profesional del magisterio, cuya mira es siempre mejorar la enseñanza. Tales actividades se han centrado, en el mejor de los casos, en lograr en los maestros un mejor conocimiento de los contenidos educativos y un manejo más eficiente de la metodología para su enseñanza; no podemos dejar de reconocer que los logros han sido muy exigüos. El problema reside en que esta aproximación "modernizante" a la idea del desarrollo profesional del magisterio implica una incomprensión del proceso educativo como lo que es: un fenómeno social con importantes componentes políticos, económicos y culturales. Si los profesores han de desarrollar consciente y propositivamente su capacidad, sus destrezas y sus habilidades profesionales, será a través de la comprensión del proceso educativo en su significación múltiple y diversa, y no solamente en virtud del dominio de los contenidos y de la metodología de la enseñanza.

Preguntas:

- 1 - ¿Qué objetivos formula el autor en relación a la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria?.
- 2 - ¿Acuerda usted con todos? ¿Por qué?.
- 3 - ¿Considera que el autor omitió algunos? En caso afirmativo ¿cuáles?.
- 4 - ¿Qué opina el autor acerca de la enseñanza del "método científico"? ¿Qué opina usted? ¿Lo comparte? Justifique su respuesta.
- 5 - ¿Qué concepto de ciencia plantea el autor? ¿Conoce usted otras concepciones? ¿Cuál es su idea de ciencia?.
- 6 - ¿Qué reflexiones didácticas puede extraer del texto un docente para encarar su tarea de enseñanza de las ciencias?.