

A **ULAS**
DE
VERANO

Instituto
Superior de
Formación del
Profesorado

**LA EXPERIMENTACIÓN
EN LA ENSEÑANZA
DE LAS CIENCIAS**



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CULTURA Y DEPORTE

H/16671

LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS



SECRETARÍA GENERAL
DE EDUCACIÓN
Y FORMACIÓN
PROFESIONAL

INSTITUTO SUPERIOR
DE FORMACIÓN
DEL PROFESORADO

12706012



MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE
SECRETARÍA GENERAL DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL
Instituto Superior de Formación del Profesorado

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General de Información y Publicaciones

N.I.P.O.: 176-01-179-4
I.S.B.N.: 84-369-3524-1
Depósito Legal: M.49.311-2001

Imprime: Sociedad Anónima de Fotocomposición

Colección: AULAS DE VERANO

Serie: Principios

LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Hoy día, quizás más que nunca, es necesaria una formación continua en cualquier tarea profesional que se desarrolle, si se requiere que sea de calidad. Cuánto más la función docente, y de forma más específica en los maestros de Educación Primaria, ya que están inmersos en una reforma profunda de la Educación, y son quienes tienen en sus manos la formación inicial de los individuos que conformarán nuestra futura sociedad. Contribuir a ello es el objetivo de este volumen. Su título es lo suficientemente expresivo como para llevar implícitas, y así determinar, las líneas maestras que lo fundamentan y que deben ser desarrolladas en él.

En primer lugar, habrá que constatar la realidad presente en las aulas de ese nivel educativo, es decir, realizar un diagnóstico de la situación en que se encuentra, y detectar los problemas, carencias y necesidades de la escuela, en cuanto a la enseñanza de las Ciencias se refiere.

A continuación, será necesaria una reflexión profunda y seria sobre la naturaleza, estructura y desarrollo de la Ciencia y en consonancia con las diferentes teorías psicológicas sobre el desarrollo del niño y su aprendizaje en el momento actual, ya que son la base de cualquier forma de enseñanza de las Ciencias.

Por último, se hará un breve repaso a los diversos tipos de actividades científicas que pueden llevarse a cabo con los alumnos de Educación Primaria pero siempre desde la óptica de las concepciones de la Ciencia y teorías de enseñanza-aprendizaje actuales.

Dirección editorial del volumen *La experimentación en la enseñanza de las Ciencias*: CARMEN GARCÍA GÓMEZ

Coordinación: *Torres Lombardo, Eduarda*

Autores:

ARANDA REDRUELLO, Rosalía

BORRAGÁN SANTOS, Santiago

GARCÍA BARROS, Susana

GARCÍA GÓMEZ, M.^a Carmen

HOYO GARCÍA DEL, Carmen

MARTÍNEZ LOSADA, Cristina

MIRANDA ÁLVAREZ, Manuel Antonio

TORRES LOMBARDO, Eduarda

ZAMARRO, José Miguel

ÍNDICE

<i>La experimentación en el currículo: la unidad didáctica</i>	9
Eduarda Torres Lombardo	
<i>Experimentar pensando, pensar para experimentar</i>	43
Carmen del Hoyo García	
<i>Aproximación a la realidad a través de analogías y modelos</i>	57
Carmen García Gómez	
<i>Los plásticos en nuestra sociedad y en el medio ambiente</i>	81
Carmen García Gómez y Carmen del Hoyo García	
<i>Las salidas al campo como escenario del conocimiento</i>	105
Manuel Antonio Miranda Álvarez	
<i>El Parque de la Naturaleza de Cabárceno: pasado, presente y futuro</i>	135
Santiago Borragán Santos	
<i>Adaptaciones curriculares en el área del medio físico para niños con necesidades educativas especiales</i>	161
Rosalía Aranda Redruello	
<i>Las actividades de Ciencias en Educación Primaria. Algo más que observar y manipular</i>	197
Susana García Barros y Cristina Martínez Losada	
<i>Simulaciones con ordenador: otro modo de experimentar</i>	221
José Miguel Zamarro	
<i>Ediciones del Instituto Superior de Formación del Profesorado. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte</i>	237

LA EXPERIMENTACIÓN EN EL CURRÍCULO. LA UNIDAD DIDÁCTICA

Eduarda Torres Lombardo

Maestra
Colegio Público Eugenio M.^a de Hostos
Madrid

La exposición está estructurada en tres apartados considerados básicos a la hora de determinar el tipo de actuación con los alumnos en nuestras clases de ciencias (Conocimiento del Medio) en Educación Primaria (E.P.)

En primer lugar veremos los aspectos que nos condicionan y aquellos que debemos tener en cuenta a la hora de nuestra actuación con los alumnos dentro del currículo de E.P. A continuación analizaremos los condicionamientos de carácter psicológico y el tipo de intervención educativa que determinan dentro del aula.

Currículo de Educación Primaria

El currículo se perfila como un elemento fundamental de nuestro Sistema Educativo pues impregna y dirige la práctica educativa.

Posee un carácter *prescriptivo* ya que establece unas Enseñanzas Mínimas que son obligatorias para todo el Estado. También es *abierto y flexible*, deja parte de las decisiones curriculares a las Comunidades Autónomas y a los Centros Educativos, pudiendo ser desarrollado por los profesores a través de diferentes estilos educativos, metodologías, materiales curriculares, etc.

El trabajo de análisis del currículo ha sido efectuado por diversos autores: César Coll, Román y Díez Gimeno Sacristán, y Pérez Gó-

mez entre otros. Las notas más características según Román y Díez son las siguientes:

- *Contextualizado*, adaptable a la vida del aula.
- *Globalizador y capaz de impulsar la formación integral del alumno*, facilitando el desarrollo de todas sus capacidades.
- *El modelo de profesor subyacente es reflexivo y crítico*, se define como mediador del aprendizaje del alumno.
- *Centrado más en los procesos de enseñanza-aprendizaje que en los resultados*. Debe tener en cuenta al alumno como constructor de su propio conocimiento.
- *La investigación en el aula* es primordial para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje.
- *La evaluación* será formativa y cualitativa favorecedora del aprendizaje constructivo y significativo. La evaluación es orientadora de la práctica.
- *El modelo de programación* prefiere los objetivos expresados en términos de capacidades, la organización de los contenidos en “jerarquías conceptuales” para favorecer el aprendizaje y las actividades orientadas al desarrollo de capacidades.

Otro de los elementos fundamentales del currículo es su carácter orientador de la práctica docente en cuanto que incluye una serie de principios de intervención educativa que garantiza la coherencia horizontal y vertical en el proceso educativo, éstos son:

- *Enfoque globalizador*, abordan los problemas o situaciones dentro de un contexto y en su totalidad.
- *Aprendizaje significativo*.
- *Actividad constructiva del alumno*, factor decisivo en la realización de los aprendizajes escolares.

- *Funcionalidad de los aprendizajes*, utilización en circunstancias reales, que sean la base para la adquisición de otros aprendizajes y desarrollar la capacidad de aprender a aprender.
- *Impulsar las relaciones entre iguales*, proporcionar pautas que permitan la confrontación y modificación de puntos de vista, coordinación de intereses, la toma de decisiones colectivas, organización de grupos de trabajo, distribución de responsabilidades y tareas, la ayuda mutua y superación de conflictos mediante el diálogo y la cooperación, superando con ello toda forma de discriminación.
- *Actividad lúdica*, motivadora y gratificante.

El Real Decreto que establece el currículo de la E.P., dice en su introducción:

“La necesidad de asegurar un desarrollo integral de los alumnos de esta etapa y las propias expectativas de la sociedad coinciden en demandar un currículo que no se limita a la adquisición de los conceptos y conocimientos, sino que incluya otros aspectos que contribuyan al desarrollo de las personas, como son las habilidades prácticas, las actitudes y los valores”.

“La educación obligatoria se propone favorecer que el niño realice los aprendizajes necesarios para vivir e integrarse en la sociedad de forma *crítica* y *creativa*, procurando que este proceso de enseñanza-aprendizaje le resulte gratificante. De esta forma se pretende conseguir el desarrollo integral de la persona”.

Al analizar el currículo, vemos como, tanto en sus notas más características como en los principios metodológicos que se proponen para la etapa de Educación Primaria nos orienta hacia una línea de actuación caracterizada principalmente por la participación activa del alumno en la construcción de sus aprendizajes y por un aprendizaje significativo.

Los enfoques cognitivos que impregnan el currículo se basan en varias teorías, algunas de ellas son:

- *Teoría del aprendizaje de Vygotsky*. Según esta teoría el aprendizaje se produce a medida que el niño interactúa con

los demás, la base del conocimiento es fundamentalmente social (L.S. Vygotsky: *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*).

- *Teoría del aprendizaje verbal significativo de Ausúbel*, señala los siguientes aspectos: el objeto de aprendizaje debe ser coherente y lógico, y por tanto, potencialmente significativo; el alumno debe poseer unos conocimientos previos para integrar significativamente los nuevos conocimientos; y por último, el alumno debe de estar motivado (D.P. Ausubel: *Psicología evolutiva*).
- *Teoría genética de Piaget*. El aprendizaje se realiza de acuerdo con el desarrollo cognitivo del alumno que se manifiesta en una serie de estadios (J. Piaget: *La equilibración de las estructuras cognitivas*).

El aprendizaje según Piaget se va a realizar en estrecha conexión con el desarrollo psicológico del alumno, por tanto, es imprescindible que conozcamos cómo se produce éste, los distintos períodos de desarrollo y sus características, así como las implicaciones educativas que suponen.

Desarrollo psicológico

El aprendizaje se va a realizar, como hemos dicho anteriormente, en estrecha conexión con el desarrollo y depende de él de tal manera que no podemos prescindir de cómo se produce éste.

Así pues, toda teoría de la enseñanza tiene que partir hoy, aunque no se reduzca a ello, de los conocimientos sobre el desarrollo intelectual de que disponemos en la actualidad. En este terreno, la posición más completa y coherente que existe es la *Teoría del desarrollo* elaborada por el psicólogo suizo Jean Piaget (1896-1980). Esta teoría, construida a lo largo de sesenta años de investigaciones, constituye hoy el punto de partida de numerosos trabajos, y resulta completamente indispensable para entender al niño. La posición piagetiana ha cambiado mucho nuestra concepción del desarrollo infantil. Su papel en el aprendizaje es completamente activo.

El mecanismo del desarrollo, el principio mediante el cual se produce el progreso psicológico, es el mismo en todas las edades, pero el repertorio de esquemas va cambiando y va dando lugar a estructuras diferentes en las distintas edades. Por eso, para entender mejor el progreso de las conductas es conveniente distinguir estadios en el desarrollo.

DIVISIÓN DEL DESARROLLO EN EL SISTEMA DE PIAGET

• **Período sensoriomotor (hasta los 24 meses)**

En este período el niño se relaciona con el medio a través de sus sentidos (actividad sensorial y motora) y actuando sobre él. Hacia esa edad empieza a aparecer el lenguaje y la representación, es decir, la posibilidad de utilizar un significante en lugar de un significado. Comienza una nueva etapa.

• **Período de preparación y organización de las operaciones concretas (2-11/12 años)**

Subperíodo preoperatorio (2-7/8 años) o del pensamiento intuitivo.

El niño reconstruye por medio del lenguaje muchos de sus conocimientos anteriores.

Durante esta etapa el niño se ve muy influido por la apariencia y por los aspectos perceptivos de las situaciones y presta menos atención a las transformaciones que ligan una situación con otra.

Subperíodo de las operaciones concretas (7/8-11/12 años)

El niño organiza sus acciones en sistemas de conjunto y realiza grandes progresos en la aplicación de nociones lógicas, pero todavía sigue apegado a la situación concreta en la que se encuentra.

Se centra en las transformaciones lo que le permite entender el cambio de la realidad y organizar sus acciones en sistemas que conectan unas con otras.



• Período de las operaciones formales (11/12-15/16 años)

Comienza a razonar de forma hipotético-deductiva y a aplicar los conceptos básicos del pensamiento científico. Con esta etapa se termina el desarrollo intelectual.

Los diferentes estadios del desarrollo definen diferentes maneras de resolver los problemas que se plantean y, por tanto, el adaptarse a la realidad. El orden en que transcurren esos estadios parece ser invariable, pero las edades son más flexibles y dependen del medio en que se encuentre el sujeto. No podemos decir en que estadio se encuentra un sujeto sin examinar su conducta.

Pasamos a analizar detenidamente las características del pensamiento concreto, del egocentrismo y del pensamiento sincrético debido a su importancia en la etapa de Educación Primaria.

CARACTERÍSTICAS DEL PENSAMIENTO CONCRETO:

- * Asimilación de la realidad a través de la propia actividad.
- * Capta códigos convencionales y los usa.
- * Muestra curiosidad (búsqueda de nuevas informaciones).
- * Desarrolla la capacidad de análisis.
- * Construye abstracciones a partir de la propia experiencia.
- * Superación del egocentrismo, animismo, finalismo.

POR CICLOS:

1^{er} CICLO:

- Transición a la lógica concreta
- Pensamiento intuitivo y concreto
- Pensamiento sincrético y regular
- Semirreversibilidad operatoria
- Dificultad para analizar
- Permanencia de rasgos característicos del pensamiento mágico.

2º CICLO:

- Consolidación del pensamiento lógico-concreto
- Progresos en la capacidad de análisis-síntesis
- Interés por ampliar conocimientos. Aumento de la memoria
- Superación del animismo
- Superación de rasgos realistas y mágicos

3er CICLO:

- Mayor consolidación del pensamiento lógico-concreto.
- Sistematización de la lógica concreta y de sus rasgos: actuación mental más segura, rápida y eficaz.
- Evolución en la capacidad de análisis-síntesis.

CARACTERÍSTICAS DEL EGOCENTRISMO:

Según Piaget, el egocentrismo es la dificultad que el niño tiene para ponerse en el punto de vista de los otros. Y según este autor todo el desarrollo psicológico puede caracterizarse como el paso de un estado de egocentrismo a otro de descentración. En cada uno de los estadios del desarrollo hay una manifestación distinta del egocentrismo:

En la *etapa sensoriomotriz* tenemos el primer tipo donde el niño vive en un universo en el que sólo existe él mismo y su propia acción.

En la *etapa concreta* hay una nueva manifestación del egocentrismo caracterizado por la indiferenciación entre lo subjetivo y lo objetivo, entre los supuestos y los hechos, entre el punto de vista propio y el punto de vista de los demás.

En la *etapa formal* es sobre todo un egocentrismo de tipo social que se produce cuando el individuo, que comienza a insertarse dentro de la sociedad adulta, se siente como centro de ella.

El egocentrismo tiene tres consecuencias importantes que todo maestro ha podido observar muchas veces en clase:

1) El niño considera que los hechos que lo rodean son provocados tal como él mismo provoca sus propias acciones, es el **artificialismo infantil**. Considera los fenómenos que lo rodean como emanados de procesos idénticos, de causas “artificiales”, no “naturales”. En términos generales no capta la noción de causa natural.

Hasta los siete u ocho años, se trata de un *artificialismo mítico* (fuerzas misteriosas, monstruos extraordinarios, seres míticos, etc., son el origen de objetos y fenómenos)

Hacia lo ocho o nueve años, comienza el *artificialismo técnico*. Entiende la inexistencia de los seres míticos pero considera que todo ha sido hecho por el hombre. Aún no ha llegado a la objetividad a que aspiramos.

2) El niño considera que los fenómenos que lo rodean son provocados con un fin predeterminado, es el **finalismo infantil** (ejemplo: el arroyo hace fluir sus aguas para que podamos beber).

Tanto el finalismo como el artificialismo son lo contrario de una mentalidad científica en la medida en que son la negación de la causa natural de los fenómenos.

Respecto al finalismo, para nosotros se trata esencialmente de ayudar al niño a distinguir entre dos conceptos: el fin y la consecuencia. Para el niño cada una de sus acciones tiene un fin. Por tanto, todo fenómeno del mundo exterior se explicará por esa misma búsqueda de una meta, un fin.

3) El niño considera el mundo a su imagen y animado, esencialmente, como él mismo. Es lo que los psicólogos llaman el **animismo infantil**. La confusión en que el niño vive durante sus primeros años y que explica fundamentalmente su percepción del mundo tiene, en este caso, la consecuencia de impedirle distinguir con claridad lo vivo de lo inerte y la vida de la materia orgánica.

Estos tres fenómenos están ligados e impiden al niño hacer las siguientes distinciones:

- La causa natural de la causa “artificial”.

- Los hechos como fines y los hechos como consecuencias.
- Los seres vivos y los seres inanimados.

Esta imposibilidad determina a un tiempo los límites del niño en cuanto a la aprehensión científica del mundo y la orientación de la acción educativa, es decir, la eliminación del egocentrismo.

Nuestro papel de educadores consiste en ayudar a reducir esa mentalidad, a dejar atrás el egocentrismo con el fin de llegar a la objetividad.

CARACTERÍSTICAS DEL SINCRETISMO INFANTIL:

La confusión en la que se halla el niño no le permite distinguir-se a sí mismo del mundo circundante. Tampoco le permite distinguir, dentro de ese mundo, los elementos que lo componen. Nuestra tarea consiste en ayudar al niño a analizar los hechos que lo rodean, o sea, a distinguir sus elementos, los componentes; en una palabra, a elevarse sobre esa confusión inicial de toda percepción.

Una de las consecuencias del sincretismo es que el niño no distingue la apariencia de la realidad. (Estudiado por los psicólogos bajo el nombre de **realismo infantil**, ya que considera como real lo que sólo es apariencia).

Hay dos tipos: *realismo intelectual*, tendencia a representar el mundo según lo que se sabe de él y no lo que realmente se percibe, y *realismo perceptivo*, el niño confiere realidad sólo a la apariencia de las cosas.

El niño se muestra a menudo incapaz de distinguir muy claramente lo aparente de lo real, lo accidental de lo esencial, lo efímero de lo durable. Para él, sólo existen lo *aparente*, lo *efímero* y lo *accidental*.

Como podemos observar, el niño no posee ninguna de las cualidades exigidas en el área de lo que en el adulto será el espíritu científico. Por lo tanto, nos incumbe a nosotros, los educadores, ayudar a ese niño a evolucionar en el sentido de ese espíritu científico con el fin de llegar a dominar ese medio al cual no está adaptado inicialmente.

Es fundamental, por tanto, antes de hacer adquirir al niño una cultura científica eliminar en él todos estos hábitos que se oponen a esa adquisición. Esta tarea comienza en la etapa de infantil y debe continuar en primaria teniendo en cuenta la evolución del niño.

Es necesario no solamente proponerle actitudes nuevas, sino hacerle adquirir aptitudes para pensar correctamente. La trayectoria que se debe seguir, (según Hubert Hannoun en *El niño conquista el medio*), antes de proceder a cualquier adquisición de conocimientos, es la de formación de actitudes, aptitudes y conceptos:

- *Enseñarle a observar el mundo.* El egocentrismo y el sincretismo no le permiten observar el objeto con la máxima eficacia.
- *Reconocer el ser vivo.* El animismo lo hace difícil.
- *Reconocer la causa de los fenómenos.* Lo dificulta el artificialismo y el finalismo.

Estas tres aptitudes fundamentales constituyen la base de todo contacto fecundo con el mundo exterior. El niño debe lograr, ante todo, ese contacto. Éste es el primer objetivo de las actividades exploradoras o de toma de conciencia.

Las nociones fundamentales de objeto, vida y causa, los conceptos de tiempo y espacio, este enriquecimiento gradual del niño lo llevará a estructurar su pensamiento lógico.

Asimismo el curriculum nos orienta sobre las líneas de actuación prioritaria, para la intervención educativa, teniendo en cuenta los condicionantes de naturaleza psicológica:

Relativo a:

- La visión sincrética de la realidad.
- Las dificultades para analizar los elementos de un todo más allá de las percepciones globales.
- Los problemas para diferenciar lo esencial de lo accesorio (primer ciclo).

Es necesario que partan de realidades y objetos concretos simples y familiares e ir avanzando hacia situaciones y objetos más complejos y desconocidos. Hay que tenerlos en cuenta en las actividades de observación.

En el caso de:

- La capacidad limitada para categorizar.
- La capacidad limitada para elaborar conceptos abstractos.
- La capacidad limitada para operar con conceptos abstractos.

Es conveniente introducir siempre los nuevos contenidos de aprendizaje con la ayuda de un fuerte soporte empírico y manipulativo.

En el caso de:

- La persistencia del pensamiento egocéntrico.
- Explicaciones finalistas.
- Dificultad de plantear la noción de causalidad.

Para evolucionar en estos aspectos, es esencial hacer participar a los alumnos en actividades que les obliguen a adoptar perspectivas y puntos de vista complementarios sobre un mismo fenómeno, objeto o situación; o en actividades que posibiliten una confrontación del punto de vista propio con el de otros y la observación de fenómenos que ponga de manifiesto, de forma evidente e inmediata, las relaciones de causa efecto.

En definitiva, lo que se pretende alcanzar es un objetivo fundamental, proporcionar capacidades instrumentales para comprender y actuar en el medio y sobre él de modo consciente y creativo.

Por tanto, es fundamental el conocimiento de las regularidades del desarrollo evolutivo en las distintas edades, de las leyes que rigen el aprendizaje y los procesos cognitivos en los seres humanos ya que ofrecen un marco indispensable acerca de las oportunidades y modos de enseñanza, cuándo aprender, qué aprender y cómo aprender.

Trabajo en el aula

La escuela no debe servir para la producción de individuos sumisos, ni para la simple transmisión de conocimientos concretos, sino que su función ha de ser favorecer el desarrollo psicológico y social de los niños para contribuir a que lleguen a convertirse en adultos libres y autónomos dentro de la sociedad.

La Educación debe apoyarse sobre los *conocimientos psicológicos* de cómo se desarrollan los niños desde el punto de vista intelectual y social y cómo forman sus conocimientos, qué les interesa, qué es lo que no pueden aprender, etc. Pero el conocimiento psicológico no nos prescribe cómo debemos enseñar.

Kamii y DeVries (1978) señalan, en un ejemplo concreto, la contraposición entre dos tipos posibles de escuela. En una, basada en la enseñanza científica, existen una serie de nociones que se intenta transmitir al chico y que se quiere conseguir que adquiera tal y como el maestro las conoce y tal y como aparecen en los libros de texto. Se está intentando meter la ciencia adulta en la cabeza del niño. En la escuela para el desarrollo, el maestro guía al niño sobre todo en cómo realizar su trabajo más que en los contenidos que aprende o en lo que tiene que aprender. De este modo, hace que la actividad del niño sea una auténtica investigación que le va a llevar a conocimientos que no estaban previstos en todos sus aspectos (aunque el maestro tenía unas líneas generales que le guiaban), pero, también, al conocimiento de otras muchas cosas que han ido surgiendo en el camino.

Al mismo tiempo que se apoya en el desarrollo de los sujetos, el otro pilar en que debe basarse el trabajo en la escuela es *la ciencia*. La ciencia entendida en sentido amplio, es una forma avanzada de racionalidad y contribuye a hacer más libres y más críticos a los hombres.

Entre las tareas de la escuela tiene que estar enseñar a pensar al niño racionalmente. Una de las formas de racionalidad es el pensamiento científico, por tanto, es importante que ocupe un papel fundamental en el trabajo escolar.

Podríamos decir que lo que hay que aprender es a comprender la naturaleza de la actividad científica, que es sobre todo una forma de

tratar las cosas, de interrogar a la realidad, de dudar de las explicaciones generalmente admitidas y de examinar las consecuencias de nuestras conjeturas.

En la enseñanza de la ciencia hay que partir de problemas concretos y no de teorías científicas. Por esto tiene que aparecer desde muy temprano, desde los primeros niveles, pero no como tal ciencia, sino como preparación para los aprendizajes posteriores.

En el doble camino que lleva de lo subjetivo a lo objetivo y de lo global a lo analítico, se insinúa ya en esta área (según el currículo oficial de Conocimiento del Medio), un modo de exploración de la realidad que es, en rigor, el propio de la ciencia; se incluye así una introducción al conocimiento científico, como instrumento y método que permite, ya en esta edad, ampliar, profundizar, enriquecer y objetivar progresivamente la experiencia personal.

En estos años no se trata, desde luego, de un conocimiento científico entendido como saber disciplinado, elaborado y formalizado, sino, más bien como un conjunto de conceptos de procedimientos y de actitudes ante la realidad que contribuyen a explorar, a descubrir en ella elementos antes insospechados, y con eso, a comprenderlo mejor.

En consecuencia, una de las aportaciones, entre otras, que el área de Conocimiento del Medio hace al desarrollo de las capacidades del niño, es la capacidad de indagación, exploración y búsqueda de explicaciones y de soluciones a los problemas que plantea la propia experiencia cotidiana, capacidades que están en la base de un género de conocimiento, cuyo pleno desarrollo, aplicación y formalización constituye la ciencia.

En esta línea, se trata de proporcionar a los alumnos los rudimentos de la aproximación científica al análisis del medio: la adopción de una actitud indagadora, la tendencia a formular hipótesis y plantearse problemas, la elaboración de estrategias metodológicas para resolverlos, la búsqueda sistemática y confrontada de informaciones pertinentes, el intercambio de opiniones y puntos de vista, la búsqueda de pruebas para apoyar explicaciones, la flexibilidad para re-

nunciar a hipótesis y conceptos previos cuando los hechos los desmienten, el gusto por el rigor y la precisión.

En la enseñanza actual, los conocimientos se empiezan a transmitir tarde porque se dan como ya constituidos. Si tratamos de que el niño entienda una idea se le habla de problemas relacionados con ella y se le presenta como se haría a un adulto, pero de una forma más simplificada. Sin embargo, si desde infantil los niños están manipulando con esas ideas, componiendo, midiendo, cuando le hablemos explícitamente de ellas no le resultará problemático entenderlo y lo relacionará como una sistematización de algo que el sujeto ya conoce aunque no haya tomado conciencia de ello.

El aprendizaje de la ciencia no se inicia en un determinado momento sino que comienza desde el principio, con el nacimiento. El niño que está jugando con una bola en su cuna o que está agitando un sonajero, está iniciando el aprendizaje de la ciencia porque está descubriendo propiedades de los cuerpos. Desde que el niño de pocos meses, en su baño, trata de mantener un objeto que flota debajo del agua sin conseguirlo porque siempre vuelve a la superficie, hasta que a los trece o catorce años los chicos empiezan a explicar la flotación de los cuerpos en función de la relación entre su peso y su volumen, se ha recorrido un camino muy largo en el que el chico ha tenido que ir integrando experiencias múltiples día a día, con aparentes aceleraciones y retrasos, pero debajo de lo cual hay un proceso constante.

Cada uno de los distintos estadios por los que pasa el sujeto constituye entonces una manera de hacer ciencia. Durante el período sensorio-motor el niño conoce la naturaleza a través de su propia actividad motora. Por el contrario, en el período formal será capaz de construir y de entender explicaciones de tipo general que subsumen los problemas concretos.

OBJETIVOS

El primer elemento que es necesario fijar son los objetivos que se pretenden alcanzar. Hemos de recordar que en la Educación Primaria, el objetivo primordial es contribuir al desarrollo psíquico y social del sujeto y que los conocimientos concretos son secundarios. Esto

quiere decir que los conocimientos deben estar subordinados a la formación de estructuras y procedimientos para resolver problemas, característica del currículo, que se centra más en los procesos de enseñanza-aprendizaje que en los resultados.

Apoyándonos en lo que conocemos acerca del funcionamiento psíquico de los humanos podríamos distinguir entre la formación de **esquemas** o formas de tratamiento de situaciones transportables de unas a otras, y almacenamiento de **episodios** o de conocimientos concretos y anecdóticos. Pues bien, la educación debe atender sobre todo a la formación de esquemas que son los que permiten organizar los episodios. Por supuesto es necesario un conocimiento de datos, de hechos, pero ése sólo cobra sentido cuando pueden organizarse.

Lo que debe enseñarse a un sujeto, o más bien lo que éste aprende, está determinado por tres tipos de factores. Éstos están profundamente entrelazados, sólo conviene separarlos con el fin de clarificar las ideas en la exposición. Distinguiamos entre:

- a) *Lo que el niño le interesa aprender.* Surge del ambiente de forma espontánea y el niño los selecciona.
- b) *Lo que el niño puede aprender.* Su desarrollo psicológico lo determinará de acuerdo con su desarrollo anterior.
- c) *Lo que el niño debe aprender.* Conocimientos y esquemas imprescindibles que el niño debe tener para insertarse en la sociedad. Determinados por el nivel de desarrollo científico y demandas sociales.

Así pues, es preciso establecer una jerarquía de objetivos existiendo diferentes caminos posibles y habrá que elegir entre ellos en función de los intereses del niño, las demandas del medio, el ambiente concreto en que está situada la escuela (rural, urbano, etc.).

Lo esencial en una programación, si quiere que sea de utilidad y que no haya que dejarlo todo en manos de libros de texto, es que exista una relación clara entre los objetivos y las actividades que pueden permitir alcanzarlos.

CONTENIDOS

Los contenidos designan el conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación por los alumnos y alumnas se considera esencial para su desarrollo y socialización.

La enseñanza y el aprendizaje de contenidos específicos no es un fin en sí mismo, sino un medio imprescindible para el desarrollo de las capacidades de los alumnos.

El currículo presenta los contenidos desde una perspectiva pedagógica distinguiendo tres tipos que ponen de manifiesto sus diferentes aspectos:

- a) *Conceptos*: Dadas las dificultades que con frecuencia experimentan los alumnos de estas edades para desligarse de las experiencias concretas y que no siempre alcanzan un nivel de formalización y abstracción suficiente, se aconseja que algunos aprendizajes básicos sean objeto de una aproximación sistemática mediante la realización de experiencias y/o experimentos sencillos y la confrontación con las ideas y representaciones previas, que les ayuda a la reorganización constante de los esquemas de conocimiento y a progresar poco a poco en la elaboración y construcción de los conceptos objeto de aprendizaje.
- b) *Procedimientos*: En esta etapa tiene una relevancia especial la consolidación de los procedimientos, no sólo como contenido sino como medio.
- c) *Actitudes*: Estos contenidos además del valor que pueden tener en sí mismo, son necesarios para abordar las descripciones, las clasificaciones del paisaje o los estudios comparativos.

Las decisiones sobre la *secuencia de contenidos* deben ir precedidas de la reflexión sobre diferentes aspectos para establecer criterios:

- Los condicionantes de naturaleza psicoevolutiva: marcan líneas de acción prioritarias.

- Estructura interna de la materia: el desarrollo será cíclico.
- Qué contenidos adquieren más peso: adecuados para el momento de aprendizaje, básicos para organizar otros contenidos, y que sirvan como base del desarrollo de capacidades y estructuras mentales generales.

METODOLOGÍA

La motivación

Los bebés exploran continuamente el ambiente que tienen a su alrededor y si les incitamos a ello la exploración se hace más y más intensa. Pero también podemos dificultarles e impedirles que realicen esa tarea para que no nos molesten, o simplemente no prestamos ninguna atención ni demostramos ningún interés por las actividades exploratorias del niño cuando viene a buscar nuestra ayuda o aprobación psicológica. Todo esto va a tener consecuencias posteriores en la escuela.

El contacto con la realidad produce desequilibrios y conflictos que se tratan de compensar actuando nuevamente. Así, el sujeto resuelve un problema y crea nuevos esquemas que le van a permitir resolver nuevos problemas en un proceso indefinido. La motivación del sujeto para actuar, y por tanto para aprender es entonces intrínseca, está en él mismo, y en los resultados que con ella alcanza. Si el conocimiento le satisface y responde a las preguntas que se ha planteado seguirá buscando y seguirá aprendiendo; de lo contrario, se detendrá.

Ha dominado en la enseñanza durante mucho tiempo, la concepción de que al niño no le interesa aprender, y entonces hay que motivarle de una forma extrínseca. Uno de los problemas que más preocupa a los profesores es el de motivar a sus alumnos. La idea que subyace, detrás de esa idea de la motivación, es que el trabajo escolar tiene que resultar algo penoso, algo aburrido y que la motivación es la forma de hacerlo más atractivo, de interesar al alumno. Esto es así cuando se busca enseñarle cosas que no le interesan y de forma que no le interesa.

En todo caso la motivación fundamental para aprender tiene que ser una *motivación interna* al sujeto. Lo que hay que hacer es ser capaz de aprovecharla.

Partir de las ideas espontáneas

El sujeto forma sus ideas de acuerdo con sus instrumentos intelectuales a través de su actividad. Esto hace que las ideas de los niños frecuentemente no coincidan con las de los adultos y sean distintas de las establecidas en la ciencia. Sin embargo, esas ideas tienen una enorme importancia para el aprendizaje porque el sujeto se enfrenta con la realidad a partir de sus estructuras y conocimientos anteriores. Es decir, que si las ideas del niño sobre la flotación de los cuerpos son erróneas, todo aquello en lo que intervenga esta noción será visto desde la perspectiva de esas ideas y explicado erróneamente. Si no consideramos estas ideas, lo que puede suceder es que el sujeto adquiera los conocimientos escolares como un barniz superficial pero que cuando tenga que actuar o explicar algo en su vida recurra a esas ideas que son erróneas. Por tanto, una de las tareas que tiene la actividad escolar es partir de esas ideas y aplicándolas a la realidad, mostrar por qué son erróneas y cuáles son sus insuficiencias, poniendo de manifiesto los conflictos a que conducen cuando se trata de explicar con ellas determinados problemas.

Las contradicciones del sujeto sólo constituyen un motor de progreso cuando el sujeto es sensible a ellas, por esto hay que cerciorarse de que el chico es capaz de sentir la contradicción. Es en ese momento cuando éste se convierte en una fuente de progreso.

Partir de la actividad del sujeto

El punto de partida de todo aprendizaje es la propia actividad del sujeto, ésta es la que le permite la adaptación al medio y su progreso.

La enseñanza, por tanto, debe partir de los problemas del propio sujeto y de los temas de su medio y no tratar de enseñarle unos conocimientos que no le afectan. Más adelante cuando haya aprendido a conocer y a interpretar los fenómenos que le rodean, entonces, podremos pasar a hablarle de otros que están muy alejados y que en ese momento quizás les resulten más interesantes.

La importancia de utilizar adecuadamente el medio no puede exagerarse, y su efecto es multiplicativo. Un niño que aprende a apli-

car los conocimientos científicos a su medio comprende fácilmente el valor de la ciencia.

Métodos de trabajo

El aprendizaje por descubrimiento

No es más que la forma natural como los alumnos aprenden. Existen muy diferentes definiciones del aprendizaje por descubrimiento y, en realidad, hay muchas variedades de él según el grado de libertad que se deja al sujeto.

Todo aprendizaje tiene un aspecto muy importante de descubrimiento. Tenemos que organizar el trabajo en el aula de tal manera que el sujeto explore, que sea activo, para que de esa manera pueda formar sus propios conocimientos que son los únicos que le van a ser útiles.

Dentro del aprendizaje por descubrimiento destacamos:

- *El contacto polémico*

El niño se imagina, –conscientemente o no–, lo que quiere creer, lo que la realidad efectivamente no le ha dado. Entonces esa percepción real de las cosas chocará a menudo con un conjunto de ideas, a veces fantasmas, que inevitablemente despertarán en él, el asombro.

Una presentación clara, nítida y precisa de un objeto, un ser vivo o un fenómeno cualquiera, será “polémica”, y entrará inevitablemente en oposición con esos contenidos anteriores, provocando así el asombro del niño poco acostumbrado a tal aspecto de las cosas

En este sentido la “pedagogía del asombro” reviste, en cuanto a las actividades de toma de conciencia y exploradoras se refiere, una importancia muy particular. Es la oportunidad del educador de encontrarse en un ámbito que provoca el asombro y en la escuela no existe otra motivación auténtica que el choque, el impacto producido por el asombro del niño ante el mundo que le hacemos descubrir. Algo que

le sorprenderá ante todo es la verdad de las cosas, ya que todavía él no ha tenido el tiempo necesario para descubrirla. De modo que aquí la fecundidad pedagógica llega a ser la aliada del rigor científico. Seamos rigurosos con respecto a los contenidos de las informaciones que damos a los niños, y así los interesaremos.

- *El tanteo experimental*

La adaptación tanto a las cosas como a los hombres, en forma, esta última, de una comunicación cada vez más fácil con ellos, suele producirse con choques o dificultades para el niño. Antes de hallar la actitud más válida, o adaptada a la situación, efectuará un tanteo: buscará una solución adecuada, mediante el único método que está a su alcance y que consiste en probar varias reacciones para ver si la respuesta fue satisfactoria. Reconocemos en esto lo que se denomina “tanteo experimental” o método de ensayo y error.

Razones de las virtudes de una pedagogía basada en el tanteo experimental:

- El tanteo experimental es el único medio de que el niño dispone para llegar a descubrir, por sí solo, las soluciones de los problemas que se plantean.
- El tanteo experimental le permite permanecer en el único plano que, por el momento, le es accesible: el de la acción. Tantear es experimentar, confrontar, en el nivel del experimento, una opinión con la realidad de los hechos.
- Como vemos, desde este ángulo el tanteo experimental viene a ser una excelente preparación para lo que será, en su tiempo, un verdadero espíritu de investigación científica.
- El tanteo experimental posee el innegable mérito de permitir al niño progresar según su propio ritmo. Él hace la experiencia de sus ensayos y errores. Él mismo “se hace avanzar”. La importancia psicológica de ese respeto por el ritmo no escapa a ningún educador.

- El tanteo experimental supone movimiento. Éste, que motivará al niño incitándole a una nueva reflexión, será provocado por el fracaso mismo inherente al tanteo. Tantear significa equivocarse a menudo, y debido a ello se prosigue con las averiguaciones.
- Esa libertad necesaria que debe darse al niño para “tantear en forma experimental” puede encontrar, a veces, sus límites en el desgano y la falta de interés del niño por el objeto de investigación. Incumbe al maestro reconocer la inminencia de ese momento con el fin de evitarlo, de ayudar muy discretamente a su alumno mediante alguna indicación que oriente muy sutilmente sus investigaciones y le haga reanudarlas.

La ineludible inserción del niño en su medio exige de los educadores una actitud fundada en una pedagogía del asombro y del tanteo experimental. Tiene una finalidad importantísima esa creatividad experimental. Asombrarse, dudar, comprobar, tantear, experimentar, hallar y explorar el error, he aquí un concepto fundamental en la educación infantil y primaria.

- *La observación*

La observación efectiva del mundo real es el punto de partida, pedagógicamente insustituible, de la formación del niño. Tomamos de Legrand los argumentos que fundamentan este punto de vista. En su obra *Para una pedagogía del asombro* señala que esa necesidad de observación se funda en tres exigencias:

- El recurso de la observación permite evitar el *verbalismo*. En lugar de poner al niño en contacto con las palabras se enfrenta con las cosas.
- El recurso de la observación es de por sí *una forma de adquisición de un espíritu científico* y hasta del método que habrá de emplear el futuro hombre de ciencia.
- El recurso de la observación *permite conferir al niño el sentido de la relatividad de las cosas*, que pueden cambiar de

una observación a otra, y *la de las apreciaciones* que no siempre corresponden a las observaciones de los objetos a que se refieren.

En esta línea el currículo, dentro de las orientaciones generales, aborda el tema de la experimentación y observación en estos términos:

El contacto con la realidad debe hacerse a través de la actividad del niño: manipulativa, sensorial, motriz e intelectual, que utilice objetos y situaciones reales en vez de representaciones o imágenes.

- La actividad experimental debe ser parte central de la actividad del alumno, que ha de iniciarse en el método científico, entendido como instrumento para abordar los problemas procedentes del medio y guardando el equilibrio adecuado entre experimentación y reflexión.
- La orientación de la actividad experimental deber ser tal que facilite el aprendizaje significativo y no se convierta en una serie de hechos aislados carentes de sentido.
- La observación, como técnica general de recogida de información, está dirigida por el interés del niño y su capacidad de hacerse preguntas y de resolverlas, desarrollando la exploración a través de los sentidos. Es necesario proporcionar poco a poco pautas de observación que ayuden al alumno a organizar y sistematizar lo observado de forma objetiva y adecuada al conocimiento científico de la realidad.

Los juegos de simulación

Es otra técnica útil en el aula, pero que tiene un alcance más restringido que el aprendizaje por descubrimiento. Se trata de reproducir las condiciones en que tuvieron lugar ciertos hechos históricos, fenómenos sociales o cualquier otro fenómeno complejo para los niños.

El papel del profesor

Su papel de conductor es el que da sentido al aprendizaje realizado para ampliar las posibilidades de desarrollo del alumno y reforzar la construcción de nuevos esquemas de conocimiento con mayores cotas de organización y poder de explicación de la realidad. El profesor plantea retos y problemas, aportará información y sugerirá estrategias para resolverlos, formulará indicaciones para abordar nuevas tareas y propondrá actividades para contrastar ideas y puntos de vista.

Actividades

Las actividades son la vía de relación entre alumnos y alumno-profesor, y donde se aplican los principios y estrategias metodológicas, se tratan los contenidos y la consecución de los objetivos.

Junto a los objetivos, es preciso por tanto establecer una serie de actividades para alcanzarlos, seleccionando unas u otras en función de las posibilidades del medio concreto, para que el niño conozca el entorno en el que vive, y en función del tiempo de que se dispone en la escuela, que no es ilimitado.

En una escuela que contribuya al desarrollo de los individuos, la organización del aula debe ser muy flexible haciendo posible la realización de distintos tipos de actividades. Las mesas y sillas podrán agruparse de forma diversa según la actividad a realizar. Debe ser entre otras cosas, un laboratorio y un taller desde el que explorar el mundo.

Para organizar el trabajo en el aula, es esencial tener presente las características del desarrollo psicoevolutivo del niño en cada una de las etapas.

Durante el período sensorio-motor, los niños actúan sobre los objetos. Primero actúan sobre los objetos y registran cuáles son los resultados que produce y luego vuelven a actuar de la misma manera para volver a producirlos. Posteriormente los niños introducen nuevas formas de acción respecto a los objetos para ver cuál es el resultado, es decir, experimentan con ellos.

En la etapa preoperatoria, el niño continúa dominando las propiedades de los objetos y al mismo tiempo empieza a tomar conciencia de sus posibilidades de acción sobre ellos. Sin embargo, la capacidad de hacer cosas está mucho más desarrollada que la de explicar cómo se hace. Esto quiere decir que el niño aprende cómo tiene que hacer algo pero que probablemente lo explicará mal si le preguntamos cómo lo hace. La toma de conciencia va muy retrasada con respecto a las posibilidades de acción.

En la etapa concreta, el niño empieza a ser capaz de dar explicaciones de los fenómenos. Pero este progreso es muy lento y desde las primeras explicaciones (que aparecen en la etapa preoperatoria) hasta las más completas (que no se dan hasta el período de las operaciones formales) hay un largo camino.

La actividad, por tanto, ha de ser estructurada y adecuada al nivel del niño. Tiene que ser una actividad problemática *que exija un esfuerzo cognitivo.* No se trata entonces de cualquier actividad sino una adecuada a su nivel de desarrollo que le plantee problemas y que pueda ayudarle a avanzar.

Kamii y DeVries (1978) señalan que los niños actúan sobre los objetos de formas que pueden clasificarse en los cuatro grupos siguientes:

1. Actuar sobre los objetos y ver cómo reaccionan, es decir, explorar los objetos.
2. Actuar sobre los objetos para producir un efecto deseado, es decir, tratando de repetir algo que ya se conoce.
3. Tomar conciencia de cómo se produce el efecto deseado, lo cual supone dar una descripción adecuada de lo que sucede.
4. Explicar las causas, es decir, poder contestar a la pregunta sobre el porqué.

Estas actividades presentan diversos niveles de dificultad y van apareciendo en este orden a lo largo del desarrollo.

A partir de aquí se pueden establecer una serie de normas que guíen el desarrollo de la actividad en sus distintas fases. Éstas son:

a) Iniciar la actividad

Su primer principio es introducir la actividad de forma que haga máxima la iniciativa del niño. Y esto se puede conseguir según estas autoras de tres formas:

1. Proponiendo un material que les atraiga a hacer cosas de forma natural.
2. Presentar el material y decir “mirar todo lo que se os ocurra hacer con estas cosas”. Este procedimiento puede utilizarse sobre todo cuando el material es nuevo
3. Presentar el material y decir “¿puedes?” Este procedimiento se utiliza cuando los materiales ya son familiares.

b) Continuar la actividad

Primer principio: hay que imaginarse lo que el niño está pensando y responder en sus propios términos, pero sin intervenir demasiado. Para conseguir esto el maestro puede actuar de varias maneras:

1. Ayudar al niño con problemas prácticos para facilitarle la experimentación y la observación.
2. Ofrecerle materiales que faciliten las comparaciones.
3. Presentar nuevas posibilidades cuando la actividad se vuelve repetitiva y el interés del niño empieza a decaer.

El segundo principio: estimular a los niños para que interactúen con los otros niños. Esto puede hacerse de varias maneras:

1. Proponer predicciones sobre lo que va a suceder, preguntando a los niños qué ocurriría si hacemos determinada

cosa, dando lugar a diferentes respuestas por parte de los distintos niños, lo que facilitaría la interacción entre ellos al comparar y discutir la respuesta.

2. Producir un efecto deseado, pedir a un niño que produzca el efecto que están produciendo otros niños.
3. Hacerse consciente de cómo se puede producir un efecto deseado, es decir, plantearle al niño como ha hecho eso, lo cual le sirve a él para tomar conciencia y puede servir de ejemplo a otros niños para que aprendan a hacerlo a su vez.
4. Explicar las causas, por qué pasa eso.

El tercer principio: integrar todos los aspectos del desarrollo en las actividades de conocimiento físico:

Los objetivos afectivos y cognitivos tienen que estar estrechamente relacionados porque en el fondo son el mismo tipo de objetivo. Cuando el niño está interesado en algo aprende rápidamente y si no lo está no aprende.

La cooperación y el uso del lenguaje aparecen también y se desarrollan al tiempo que se aprende sobre las cosas ya que el niño construye sus conocimientos en un medio social, intelectual con los adultos y con otros niños. Por ejemplo los progresos de las operaciones concretas van parejos con los progresos en la cooperación con otros niños. El niño tiene que aprender a coordinar sus puntos de vista y sus acciones con las acciones de los otros. De esta manera puede superar el egocentrismo característico del pensamiento infantil. Por tanto, los chicos en el aula deben realizar un trabajo activo cooperando en grupos ya que resulta muy fecundo aprender unos de otros.

El juego

Es un método particularmente eficaz para que los niños aprendan. El juego es una de las principales actividades que los niños realizan y a través de ella adquieren una gran cantidad de conductas.

LA EVALUACIÓN

Es esencial que en la programación aparezcan también los métodos de evaluación. Evidentemente resulta mucho más fácil evaluar una programación que sólo contiene conocimientos u objetivos concretos puesto que éstos pueden evaluarse directamente. Sin embargo, cuando tenemos una programación estructurada con objetivos de distinto grado de generalidad, la evaluación se complica mucho más. En este caso, lo que tenemos que conseguir es evaluar las capacidades del alumno.

La evaluación se llevará a cabo a través de:

- *La observación sistemática*

Condiciones básicas:

- Delimitar los aspectos que van a ser observados.
- Debe realizarse a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las informaciones serán abundantes y se contrastarán en diferentes momentos.
- Deben materializarse en registros que permitan seguir la evolución del niño y que sea analizada.

La observación se puede realizar durante:

- *La asamblea y las puestas en común.* Son situaciones especialmente útiles para evaluar el punto de incorporación de las actitudes, valores y las normas.
- *Las salidas.* Constituyen una situación privilegiada para la evaluación de la funcionalidad de los aprendizajes, en la medida en que suponen afrontar situaciones desconocidas y en contacto con la realidad “no escolarizada”.
- *Las dramatizaciones y juegos de simulación.* Permite evaluar la interiorización que ha hecho el alumno de las actitu-

des, valores y normas que rigen el funcionamiento de los grupos sociales, así como la comprensión de algunos conceptos y procedimientos relacionados con sus funciones y organización.

- *La actividad experimental.* Permite evaluar, por una parte la capacidad del alumno para desarrollar autónomamente las distintas fases del proceso de elaboración y contraste de hipótesis. Por otra, puesto que las actividades de este tipo se hacen habitualmente en equipo, la capacidad de organizarse, distribuir funciones, intercambiar ideas y colaborar para llevar a cabo un proyecto común. También se evaluará el diseño de aparatos y la originalidad en el montaje de experiencias.

La observación es muy adecuada para la evaluación de las actitudes o capacidades cuyo desarrollo es lento.

El profesor puede servirse de distintos instrumentos de registro para sistematizar la información: pautas y guías de observación, hojas y fichas de registro, listas de control, etc.

Los datos pueden recogerse directamente durante la ejecución de la actividad, pudiéndose emplear grabaciones, en vídeo o magnetófono.

- *Entrevista personal.*
- *La revisión de trabajos.*
- *Pruebas específicas.*

RECURSOS Y MATERIALES

El conocimiento del medio no sólo constituye en eje temático y pedagógico sino que es, también, un recurso metodológico. En coherencia con esto, siempre que sea posible, el contacto con la realidad, la observación directa, la manipulación de objetos y materiales presentes en el medio ocuparán un lugar importante entre los recursos utilizados.

El proceso educativo siempre se ha llevado a cabo con ayuda de recursos y materiales didácticos. Éstos nos facilitan las experien-

cias de enseñanza-aprendizaje, desarrollando en el alumno la capacidad de interactuar, a través de ellos, con el entorno.

Su efectividad va a depender de su selección, que estará en función de los objetivos, contenidos y metodología que se van a desarrollar, y sobre todo de acuerdo al momento evolutivo de los alumnos. Podemos utilizar los siguientes tipos:

– *Materiales tradicionales:*

- libros de texto y de consulta
- globos terráqueos
- mapas, atlas, modelos anatómicos, láminas, etc.

El aula deberá incluir también materiales de distinto tipo que aporten información sobre la realidad y permitan la realización de experiencias variadas.

– *Material de laboratorio poco sofisticado* combinado con *materiales de uso cotidiano* e incluso, *de desecho* que permitan una manipulación más libre y aproximar la investigación sobre el medio social y natural a las situaciones de la vida cotidiana.

– *Materiales elaborados* por el profesor o los propios alumnos

– *Materiales audiovisuales*

– *Recursos tecnológicos*

Los libros de texto

El tipo de enseñanza que hemos defendido exige un libro de texto completamente distinto. Hemos estado defendiendo *una enseñanza activa en la que el papel fundamental lo realiza el alumno*. Éste entonces no puede obtener sus conocimientos a través del libro. Hemos señalado también que el niño está más desarrollado desde el punto de vista de su acción que de su comprensión verbal y que el lenguaje tiene un papel subordinado respecto al pensamiento hasta el período de las operaciones formales. Entonces el niño en el aula lo que tiene que realizar son actividades y los libros pueden ayudarle en ellas. Ade-

más es importante que se familiarice con el manejo de los libros y aprenda a servirse de ellos como instrumento de transmisión de la cultura, pues los libros son un instrumento esencial en nuestro mundo y por el momento no podrán ser sustituidos por otros medios audiovisuales que sólo pueden servir de complemento. Por tanto, hay que acostumbrarlos a manejar libros y a obtener información a través de ellos; pero los libros en el aula y para el trabajo escolar sólo son un material complementario en el que el niño puede encontrar datos, consejos o referencias que le guíen en su tarea.

Más que limitarse entonces a usar un libro de texto lo que es preciso desarrollar son las *bibliotecas de aula* (libros de texto de diferentes editoriales, libros y artículos de revistas) y de esta manera se puede conseguir que el niño tenga también un papel activo en el manejo de los libros. Aprender un libro de memoria, como se hace muchas veces, es realizar una tarea completamente inútil pues si los datos están en el libro no es preciso tenerlos en la cabeza, lo que hay que saber precisamente es dónde están y cómo se buscan y sobre todo para qué sirven.

Conclusiones

A lo largo de la exposición, hemos hecho referencia a las características del currículo, los principios metodológicos que propone para la etapa así como los condicionamientos psicoevolutivos de los alumnos a la hora del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. A través de todos ellos se propone una línea de actuación caracterizada principalmente por la participación activa del alumno en la construcción de sus aprendizajes y por un aprendizaje significativo que le ayudará a superar todos aquellos rasgos de carácter psicológico que le impiden relacionarse con el medio de la forma más eficaz posible.

Hemos hecho un análisis del período de las operaciones concretas por coincidir con la etapa de Educación Primaria. En este período es donde tenemos que ayudar al niño a superar el egocentrismo, animismo, finalismo y sincretismos para que pueda llegar a estructurar su pensamiento lógico.

Estas características del pensamiento infantil van a limitar al niño en cuanto a la aprehensión científica del mundo. Por tanto, antes

de hacerle adquirir una cultura científica es necesario eliminar los hábitos que se oponen a esa adquisición proponiéndole actitudes nuevas, aptitudes para pensar correctamente y adquisición de conceptos.

En la enseñanza de las ciencias hay que partir de problemas concretos y no de teorías científicas. Por eso tiene que aparecer desde temprano, en los primeros niveles, como preparación para los aprendizajes posteriores, partiendo siempre de los conocimientos previos y teniendo como base la actividad de los alumnos que será la que permita la adaptación al medio y su progreso.

El trabajo en el aula estará determinado por todo lo anteriormente expuesto. Tanto los objetivos fijados como los contenidos que se traten tienen que ser seleccionados de acuerdo con lo que el niño puede aprender, teniendo en cuenta: su momento de desarrollo, lo que al niño le interesa aprender y lo que el niño debe aprender para construir sus esquemas de conocimiento.

Los métodos de trabajo estarán basados principalmente en el aprendizaje por descubrimiento, sobre todo la observación y la experimentación, garantizando así la actividad constructiva del alumno, será el protagonista de su propio aprendizaje.

La ineludible inserción del niño en su medio exige de los educadores una actitud fundada en una pedagogía del asombro y del tanteo experimental. Esta creatividad experimental tiene una finalidad importantísima, asombrarse, dudar, comprobar, tantear, experimentar, hallar y explorar el error, este concepto es fundamental en la educación infantil y primaria.

En definitiva, podemos decir que tanto la observación como la experimentación adquieren gran importancia en esta etapa por ser formas básicas para introducir y desarrollar muchos contenidos de aprendizaje. La actividad experimental forma parte del proceso de construcción o reconstrucción personal de la teoría por parte del niño. Tanto la observación como la experimentación facilitan la superación por parte del niño del pensamiento egocéntrico y sincrético ya que parten de objetos, fenómenos y situaciones concretas, evolucionando hacia un pensamiento lógico.

BIBLIOGRAFÍA

- FLOR, José Ignacio. *Recursos para la investigación en el aula*. Diada. Sevilla, 1992.
- DEL CARMEN, L. M.^a. *Investigación del medio y aprendizaje*. Graó. 1992.
- HANNOUN, Hubert. *El niño conquista el medio*. Kapelusz. Buenos Aires, 1977.
- DELVAL, J. *Crecer y pensar*. Cuadernos de pedagogía. Laia. 1983.
- STEPHEN, Was. *Salidas escolares y trabajo de campo en la Educación Primaria*. Morata M.E.C.
- OLVERA LOPEZ, F. *La investigación del medio en la escuela*. Fundación Paco Natera. Córdoba, 1983. En 1987 se publicó en Penthalon.
- GIORDAN, A. *La enseñanza de las ciencias*. Siglo XXI. 1982. Primera edición en francés, 1978.
- OSBORNE y FREYBERG. *El aprendizaje de las ciencias. Influencia de las ideas previas de los alumnos*. Narcea. 1995. Primera edición, 1991.
- ARCA, GUIDONI y MAZZOLI. *Enseñar ciencia. Cómo empezar: Reflexiones para una educación científica de base*. Paidós (Colección Rosa Sensat). Barcelona, 1990.
- HARLEN, W. *La enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Morata M.E.C. 1989.
- BENLLOCH, M. *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*. Visor. Madrid, 1984.

EXPERIMENTAR PENSANDO, PENSAR PARA EXPERIMENTAR

Carmen del Hoyo García
Profesora Titular de Escuela Universitaria
de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad Autónoma de Madrid

Se considera que la experimentación es necesaria para que los niños construyan conocimiento, pero una experimentación en contexto, donde pensamiento y acción física, siempre que se requiera, vayan en armonía. De ahí el título.

Se trata de desarrollar la idea de que es indispensable proponer situaciones experimentales en la Escuela a fin de que los niños puedan construir conocimiento científico que les sea útil; dándoles tiempo y ocasión para ello. Pero que sea una experimentación apropiada, indisociable de la reflexión teórica por sencilla que sea, que sirva para solucionar algo que previamente se haya tratado de mostrar con interés y que no se reduzca a una mera observación en sentido empirista o en todo caso a una actividad de comprobación en el mismo sentido. Una experimentación en la que tengan cabida todo tipo de situaciones, incluidas modelizaciones, trabajo sobre modelos, simulaciones, juegos, visitas a museos, simulaciones por ordenador...

También se quiere apuntar que existe justificación teórica que avala esta visión en suma del proceso de enseñanza-aprendizaje y que es posible llevarla a cabo, aunque sin dejar de señalar algunas necesidades de tipo organizativo y de recursos. Pero, sobre todo, es necesaria la investigación educativa en la búsqueda de criterios para la selección y secuenciación de contenidos y en la elaboración de proyectos que respondan al nuevo paradigma en Educación.

Desarrollo

La experimentación en la vida diaria de los adultos y de los niños

Como adultos pensemos en nosotros mismos y si por experimentar se entiende algo que implica manipulación física, sin detenernos ahora en su significado más amplio, acudimos a ella en numerosas ocasiones; siempre que se quiera solucionar algo y que no nos sea fácil o posible encontrar la respuesta de inmediato; siempre que no contemos con conocimientos específicos o de estrategias o no los tengamos claros.

Por ejemplo: si alguien pregunta durante el paseo de una noche de verano por qué se ve siempre la misma cara de la luna, ¿modelizamos haciendo una representación de la tierra y la luna y sus movimientos entre dos amigos?, ¿modelizamos con ayuda de una naranja y una mandarina encima de la mesa?

En estos casos, se observa que estamos activos física y mentalmente, perseguimos un fin y, al manipular, incluso físicamente estamos particularizando para después generalizar y comprender mejor.

Pero, también, hay numerosas ocasiones en que no se necesita recurrir a experiencia alguna para encontrar respuesta o resolver situaciones, nos basta el razonamiento deductivo y hasta, muy frecuentemente, casi “sin pensar”, solucionamos. Contamos con conocimientos suficientes de modo que también podemos experimentar “mentalmente”, es decir, explicar con detalle hasta qué se tendría que hacer para demostrar lo acertado de la respuesta.

¿Y los niños? Continuamente están “explorando”; lo que para un adulto es mera rutina para un niño puede ser un verdadero problema (umbral de problematicidad), aunque, igual que los adultos, y en circunstancias por ellos conocidas, no necesitan de esa exploración casi permanente y son capaces de explicar lo que tendrían que hacer, aunque en un número mucho más reducido de casos. Con muchas diferencias que no viene al caso señalar, pero con una semejanza importante: siempre actúan en contexto y con una finalidad como se observa claramente en las situaciones de juego.

Pero ¿qué es experimentar? ¿Es igual lo que se entiende por experimentar en la vida cotidiana que experimentar en el mundo científico?

Lo que se suele responder es bastante semejante para ambas situaciones, salvo que, en el caso de las Ciencias, la experimentación se realiza en el laboratorio. Normalmente se contesta que consiste en observar hechos y, también, que el conocimiento al que se llega es más completo y verdadero cuanto mayor sea el número de hechos que se observen y mayor el número de circunstancias en que se realicen dichas observaciones. Y no es cierto que esto sea así en Ciencia.

Pero ¿qué es observar?, ¿cómo tiene que ser la observación para que sea válida?, ¿qué la guía? Poniendo como ejemplo un anuncio publicitario en prensa cuyo motivo es precisamente lo diferentes que pueden ser las observaciones según las distintas personas (ver imágenes 1 y 2 en las páginas 46 y 47), se constata que los hechos son observados en función de la teoría previa del observador, aparte de sus motivaciones o intereses. Incluso, puede ocurrir, si no se dan las dos premisas anteriores, que lo observable pase totalmente desapercibido para el observador.

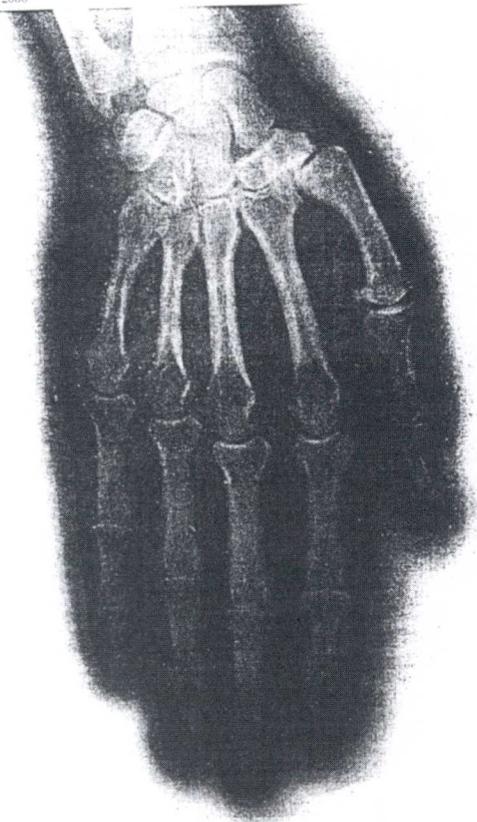
De igual modo, puede aludirse a otros muchos ejemplos: ¿y si un no experto abre por detrás un televisor?, ¿qué observa?...

Otro ejemplo, hacer el dibujo de una bicicleta (Piaget, 1927), sirve para cuestionar lo relativo al gran número de observaciones y al gran número de circunstancias en esta visión simplista de la experimentación. ¿Cómo es posible que se haga el dibujo tan mal? (sin contar los casos minoritarios o excepcionales en los que el dibujo responde a lo que en realidad es una bicicleta).

Si la experiencia se realiza en una clase o grupo de personas, aún es de mayor interés, pues los resultados son asombrosos (ver imágenes 3 y 4, en las páginas 48 y 49, con algunos dibujos realizados por alumnos de Universidad). En este caso, se les pide que contesten en el dorso de la hoja a las siguientes preguntas: ¿cuántas veces has visto bicicletas?, ¿cuántas veces has utilizado una bicicleta?, ¿cuántas la has arreglado?, ¿en qué han consistido los arreglos?, ¿qué pensabas al hacer el dibujo?, ¿estabas pensando que la bicicleta es una máquina que tiene que funcionar?

IMAGEN 1

EL PAÍS, martes 15 de febrero de 2000



/ para muchos / una radiografía.

*/ para unos pocos / una artritis reumatoide
con osteoporosis epifisaria y tumefacción
de tejidos blandos.*

Analizando los resultados, se observa que sólo mejora el dibujo (el modelo es aceptable en cuanto a su estructura y función), cuando la persona que lo ha hecho “ha arreglado bastantes veces y cosas de una bicicleta”, que curiosamente coincide con que al hacerlo manifiesta estar pensando que era una máquina que tenía que funcionar. (Pensar, solucionar un problema, objetivo no tan pragmático o funcional...)

IMAGEN 2



/ para todos los que ven / una artritis reumatoide con osteoporosis epifisaria y tumefacción de tejidos blandos ha sido creada la única plataforma de internet para profesionales: www.recol.es.

Una plataforma separada en comunidades especializadas donde podrá encontrar los contenidos que le interesan para su desarrollo profesional. Una plataforma diseñada para ofrecerle todo tipo de servicios, desde comentar problemas profesionales con sus colegas o acceder a cursos concretos de formación online, hasta buscar un nuevo puesto de trabajo o consultar la biblioteca virtual.

Anímese a participar desde el principio en una empresa cuyo valor crece día a día, en un gran proyecto para su futuro profesional. Infórmese en el teléfono 902 455 466 o consulte con su colegio si dispone de nuestro servicio, porque este es el mejor momento para entrar en Recol.

IMAGEN 3

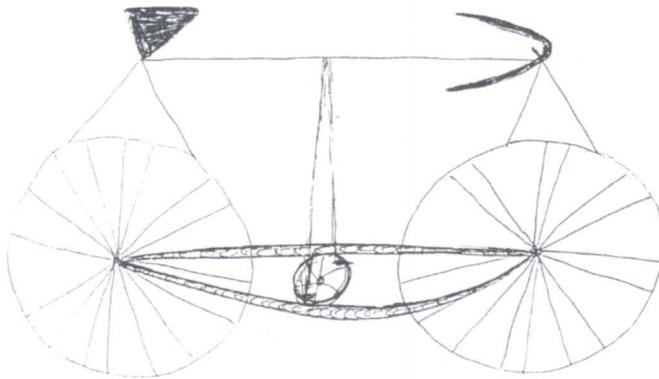
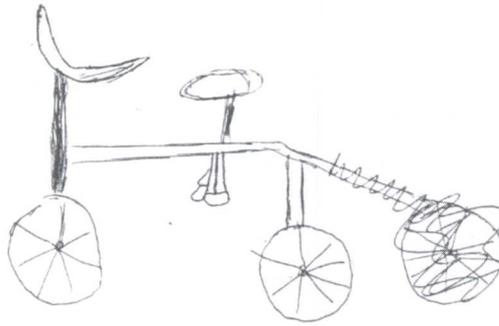
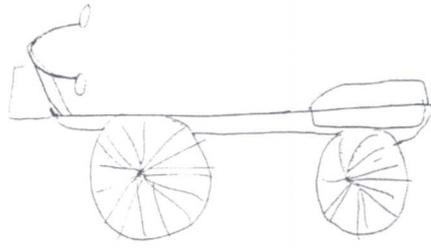
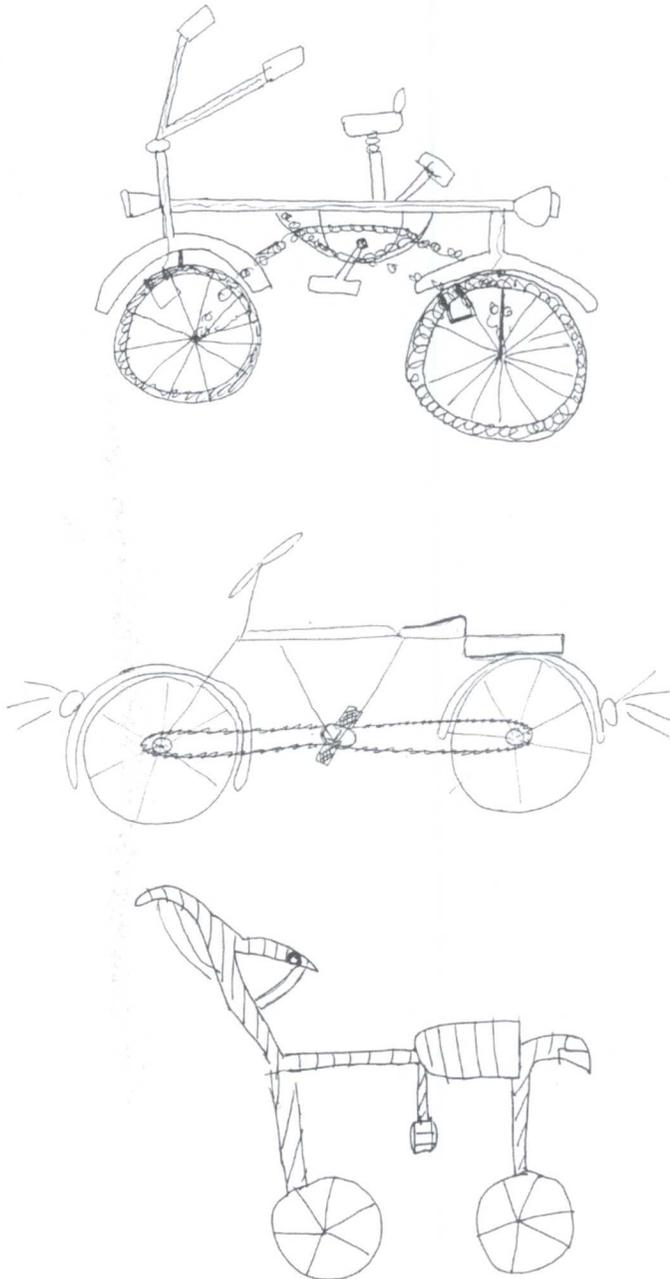
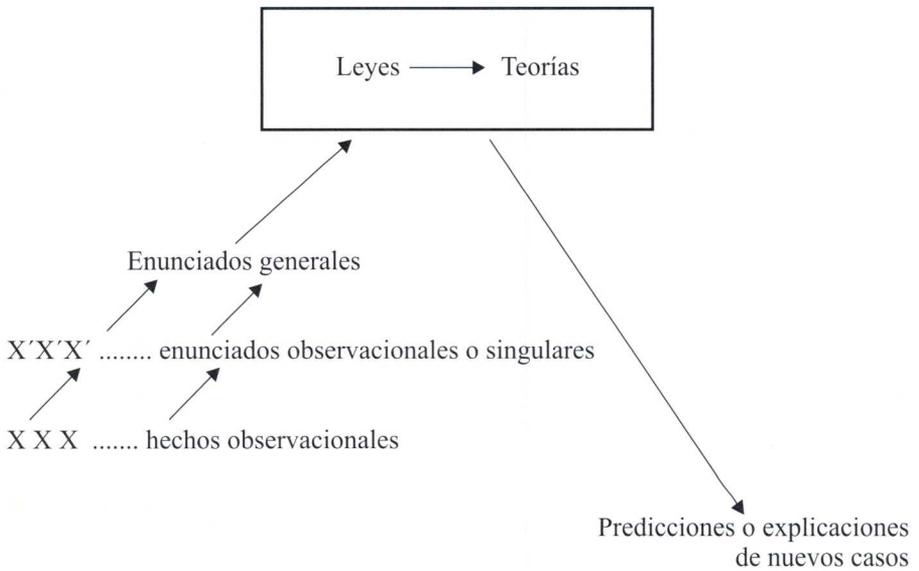


IMAGEN 4



¿Qué modelo teórico explica mejor el carácter de la Ciencia y la construcción del conocimiento científico?

Si esta pregunta se hace sin haber trabajado los ejemplos anteriores, lo que suele responder el alumno de cierta edad (con cierta capacidad para responder, no el niño pequeño), incluso alumnos universitarios y adultos en general, se parece, a grosso modo, al siguiente modelo que se expone debajo, **modelo empirista sobre Ciencia y trabajo científico**.



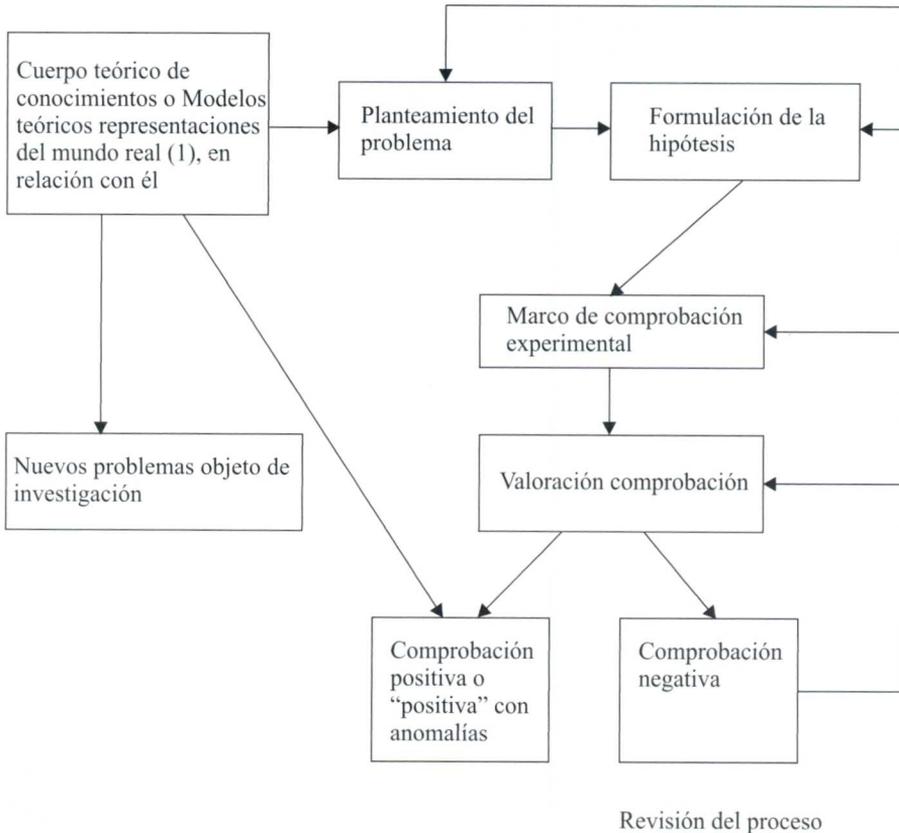
Siendo los requisitos para considerar el conocimiento así formado los siguientes: que se observe un gran número de hechos, cuanto más mejor; que esta operación se efectúe en la mayor cantidad posible de circunstancias y que ningún hecho entre en contradicción con la teoría resultante.

Este modo de proceder se puede analizar y criticar en sus principales aspectos, siguiendo la línea de argumentación anterior (Chalmers, 1994).

Evidentemente, la explicación sobre Ciencia y trabajo científico no puede ser tan sencilla como el modelo empirista, propone, sino mucho más complejo, incluso más de lo que se ha podido expresar en el modelo que figura a continuación, como no podría ser de otro modo

si se tiene en cuenta, además, que “la hacen” personas en equipos de trabajo relacionados, con sus intereses y motivaciones personales e inmersos en un contexto social e histórico (Khun, 1986).

En último extremo reformulación del problema.



(1) Se incorporan al “cuerpo teórico” siempre con reestructuración de éste y en ocasiones excepcionales con reestructuración profunda cuando se produce un cambio de paradigma o teoría científica.

Haciendo una aproximación sencilla al análisis de este modelo se comprende: que el proceso de producción científica es interactivo entre el mundo de los hechos y las teorías científicas que se formulan para explicarlos, que de esa interacción surgen los problemas de investigación y que el conocimiento teórico está presente en todas las fases de la resolución de los mismos.

Puede entenderse con mayor facilidad en qué consiste el proceso de construcción del conocimiento científico por analogía con el

proceso que sigue y que pueden seguir diferentes personas al construir una historia a partir de una hoja de un libro de cómic con los diálogos borrados (Fourez, 1994).

¿A qué se llama entonces experimentar en Ciencia?

Experimentar no sólo es comprobar a nivel de laboratorio y, por supuesto, no sólo es realizar múltiples observaciones, como se ha venido comentando y como puede deducirse del modelo sobre construcción del conocimiento científico aceptado en la actualidad, “Las Teorías como estructuras”.

En ocasiones, se experimenta también durante el estudio de la génesis del problema, en la fase de reformulación del problema, cuando sea necesario, durante la elaboración de la hipótesis y, por supuesto, en la comprobación de la misma. Y siempre implica actividad mental, manipulación mental de la información.

Además, la experimentación puede adoptar muchas formas en función del tipo de problema a investigar. Por ejemplo, cuando un equipo de físicos o matemáticos está haciendo simulación por ordenador para explicar el cambio climático, también está experimentando. Y tantos otros.

La experimentación en la Escuela como conclusión de las anteriores reflexiones

Todo apunta a la necesidad de proponer situaciones experimentales en la escuela, tanto si se tiene en cuenta que el niño manifiesta esa necesidad en la vida diaria, como si se piensa que en el medio escolar tiene que construir conceptos científicos y que dichos conceptos científicos se han elaborado a base de pensamiento y experimentación relacionados y complejos. Tanto si se tiene en cuenta las más importantes aportaciones teóricas sobre desarrollo y aprendizaje de los alumnos procedentes de la Psicología Cognitiva, como si se reflexiona un poco sobre génesis del conocimiento científico desde el ámbito de la Filosofía e Historia de la Ciencia.

Sobre cómo hacer experiencias en el aula existe un acuerdo aceptable acerca de las características principales que debe reunir la experimentación para que esté también en consonancia con los conocimientos teóricos actuales en Educación en general y en Didáctica de las Ciencias Experimentales. No obstante, no hay que olvidar que se está asistiendo a un cambio de paradigma científico, del Conductismo al Cognitivismo y la situación es difícil y, a veces, confusa.

Parece acertado decir que las experiencias siempre deben realizarse en un contexto, sin desligar actividad física y reflexión teórica, en el curso de la resolución de un problema y que deben de ser variadas. Además, el nivel de exigencia de pensamiento abstracto gradual a lo largo de la Educación Primaria debe ser gradual y tienen también que ser experiencias significativas para el niño, a fin de evitar el denominado “cacharreo”.

Además, el planteamiento de dichas experiencias variará en recursos, tiempo de realización, explicaciones del profesor, etc., en función de si en el tema a tratar se detectan ideas espontáneas o no. En caso afirmativo, se obtienen mejores resultados en el aprendizaje de los alumnos si se sitúan en el contexto del llamado “cambio conceptual y metodológico”, que sucintamente consiste en, que los alumnos hagan explícitas sus ideas y prueben su validez, que el profesor proponga situaciones de contradicción, que el profesor explique la idea científica correcta y que le dé al alumno nuevas oportunidades para que verifique que el nuevo planteamiento es mejor que el suyo anterior (Driver, 1989, 1999; Gil Pérez, 1993; Osborne y Freeman, 1996; Osborne y Freyberg, 1991...).

Finalmente, decir que una posible forma de hacer que la experimentación, el proceso de enseñanza-aprendizaje en suma, reúna las connotaciones o características señaladas, es plantear a los alumnos los temas de trabajo en forma de problemas abiertos cualitativos. Por ejemplo, en vez de proponer aisladamente y a veces hasta en cursos distintos la luz, los sentidos,... proponer ¿por qué vemos las cosas? dándole la oportunidad al niño de que exprese sus ideas sobre el fenómeno de la visión, que las contraste con las nuevas y que las pueda reestructurar (Driver, 1989; Osborne y Freeman, 1996...); particularizando el estudio para cada uno de los factores que intervienen y des-

pués retomar la gran pregunta. Es posible que, de este modo, los alumnos, y los alumnos adultos con mayor motivo, dejen de creer que se ven las cosas porque de los ojos salen unos rayos... (idea aristotélica) o de olvidar que es necesaria la reflexión de la luz sobre los objetos, etc.

Lo anteriormente expuesto implica una serie de necesidades. Por una parte, sería preciso modificar los módulos horarios en la Escuela para el Área de Conocimiento del Medio a fin de disponer de más tiempo continuado; por otra, el profesor o equipo de profesores deberían disponer de un presupuesto para la compra de materiales de uso en el aula; y por último, lo más importante: es preciso fomentar la investigación didáctica para solucionar el problema de la selección y secuenciación de los contenidos científicos escolares (gran disparidad de criterios y currículum excesivamente en espiral), y para elaborar Proyectos Educativos que de verdad respondan al nuevo paradigma educativo.

BIBLIOGRAFÍA

- CHALMERS, A. F. *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?* Siglo XXI. 1994.
- DRIVER, R. y col. *Ideas científicas en la infancia y adolescencia*. Morata M.E.C. 1989.
- DRIVER, R. y col. *Dando sentido a la Ciencia en secundaria: investigaciones sobre las ciencias de los alumnos*. Visor. 1999.
- DUSCHL, R. A. *Renovar la enseñanza de las Ciencias*. Narcea. 1997.
- FOUREZ, G. *La construcción del conocimiento científico: filosofía y ética de la Ciencia*. Narcea. 1994.
- GIL PÉREZ, D. y GUZMÁN, M. de. *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. Ed. Popular. 1993.
- PIAGET, J. *La causalité physique chez l'enfant*. Librairie Félix Alcan. París, 1926.
- OSBORNE, R. y FREEMAN, J. *Enseñando Física: una guía para el no especialista*. Akal. 1996.
- OSBORNE, R. y FREYBERG, P. *El aprendizaje de las Ciencias: implicaciones de la ciencia de los alumnos*. 1991.

APROXIMACIÓN A LA REALIDAD A TRAVÉS DE ANALOGÍAS Y MODELOS

Carmen García Gómez

Catedrática de Escuela Universitaria
de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad Autónoma de Madrid

Introducción

La incorporación de los elementos básicos de la cultura científica actual es uno de los principales y prioritarios objetivos educativos ya que el niño se desenvuelve en una Sociedad cada vez más tecnificada; es necesario, por tanto, que el niño construya sus primeros esquemas cognitivos sobre el medio socio-natural en que se desarrolla y que, así, adquiera un conocimiento sobre la realidad que posteriormente se refleje en una actuación responsable sobre el Medio.

En los niveles de Primaria y Secundaria es donde deben cuidarse de manera especial los elementos científicos a introducir, es decir, hay que realizar una buena selección de contenidos, considerando el orden y la lógica de las correspondientes disciplinas de origen y, al mismo tiempo, hay que tener en cuenta el nivel de desarrollo alcanzado por el niño para preparar la mejor secuenciación posible de los mismos y cómo se han de plasmar y presentar esos conceptos. Pero es en la etapa de la Educación Primaria donde la aproximación a la realidad, a un mundo cada vez más científico y tecnificado, debe realizarse con más tiento y mimo para no crear rechazo ni actitudes negativas hacia la Ciencia y todo lo que ello implica, pero tampoco podemos permanecer inactivos mucho tiempo de forma que puedan osificar falsas creencias, que con respecto a cuestiones científicas están presentes en muchos estratos de nuestra Sociedad.

Como bien sabemos, siempre que se atisbe o intuye la existencia de un problema, en nuestro caso qué y cómo enseñar los conceptos científicos en la etapa que corresponda, es necesario para poder resolverlo informarse y formarse sobre la cuestión y, por tanto, hay que consultar las fuentes de que se disponga y estudiar los conocimientos existentes para clarificar ideas.

Si se realiza un breve y rápido repaso a la bibliografía reciente sobre el interés que los estudiantes manifiestan para entender y aprender cuestiones científicas, es decir, sobre la Ciencia y su enseñanza en el momento actual, se detecta una enorme y profunda brecha entre las expectativas que inicialmente depositan los niños en los temas con ella relacionados y lo que realmente se enseña, brecha que, lejos de comenzar a cicatrizar, continúa dilatándose y ahondándose cada vez más; la cuestión ha llegado hasta tal punto que Claxton (1994) ya nos alerta y nos dice que los alumnos son capaces de distinguir entre: “*Ciencia innata*” utilizada por ellos para estimar si es factible o no realizar algo; “*Ciencia profana*” desprendida de lo referido en los medios de comunicación, revistas de divulgación, tebeos, cómics, tertulias...; y la “*Ciencia de la Escuela*”. Dicho autor arguye que los alumnos parecen ser capaces de funcionar con estos tres conceptos diferentes y moverse entre ellos sin percibir conflicto alguno. Esto no hace más fácil la vida al profesor.

Ha llegado, pues, el momento de reflexionar para encarar el problema de forma pertinente y es precisamente la Didáctica de las Ciencias Experimentales quien debe y, necesariamente, tiene que encontrar fórmulas adecuadas para coordinar las enseñanzas en este ámbito y la forma de llevarlas a cabo, así como aproximar posiciones entre los implicados, abriendo para ello, nuevas vías que faciliten el aprendizaje significativo, generando nuevas estrategias y recursos, así como nuevas formas de experimentar y de investigar en el aula. Vamos a centrarnos en algunas de estas estrategias y formas de experimentar.

Las descripciones y las imágenes

Es éste el momento oportuno para plantearnos algunas preguntas que nos puedan ayudar a centrar el problema y encontrar soluciones adecuadas. Nosotros, como docentes, cuando queremos explicar/enseñar un concepto nuevo a nuestros alumnos ¿qué hacemos? Desde luego nosotros no partimos de cero, tenemos fuentes de información, revistas, libros de texto, enciclopedias, CD-ROM, etc... donde acudir para estudiar el tema y desde luego nos lo preparamos bien y una de las cosas que podemos hacer por ejemplo, es buscar la que a nuestro juicio sería la mejor definición del concepto.

Esto es harto frecuente y lo podemos ver reflejado en el cómic de la Figura 1 (página 60), en que aparece un perro denominado Copito al que un niño le hace una definición minuciosa, detallada y completa de un término desconocido para quien escucha, pero según podemos ver... el resultado obtenido no es demasiado bueno. Y después de esto nos podíamos preguntar ¿es que no debemos definir conceptos?, la respuesta es directamente **sí**, y así uno de los grandes pensadores como es Kant afirma que la realidad de nuestros conceptos no se hace nunca directamente sino mediante dos tipos de recursos intuitivos, los ejemplos cuando los conceptos son empíricos, y los esquemas si son puros. Y para incorporar un concepto nuevo hay que recurrir a una cierta forma de evidencia que puede lograrse, entre otras formas, mediante la descripción (o definición) cuando se puede expresar por medio de otros conocidos; en otras ocasiones para ilustrar un concepto puro es necesario acudir a imágenes, metáforas, analogías o modelos que ayuden a la comprensión buscada.

Los ejemplos son ampliamente utilizados en nuestro ámbito educativo y sobre todo en las etapas de la Educación Primaria y Secundaria, pero también solemos buscar imágenes que ilustren los conceptos a enseñar siguiendo la máxima ampliamente difundida de que una imagen vale por mil palabras, pero a veces tampoco logramos los efectos deseados y cada uno de nosotros podría poner un ejemplo de ello.

Percibir una imagen no es percibir la realidad, sino que a través de ella hay que reconstruirla, hay que decodificar la imagen y toda

FIGURA 1



Aproximación a la realidad a través de analogías y modelos

una amplia gama tanto de condiciones didácticas como cognitivas aparecen como indispensables para transformar dicha imagen en conocimiento. Diremos junto con Bachelard y Piaget, *el conocimiento no es hijo de la percepción*, sin duda la imagen puede ayudar por su capacidad de movilizar ideas pero ella en sí misma no es fuente del aprendizaje.

Hay que realizar, pues, actividades que preparen para una mejor comprensión de los conceptos a través de las imágenes y pueden tener dos vertientes. En un caso, será para ayudar a decodificarla y así entenderla y en otro, para saber utilizar dicha imagen para la construcción de la idea. Esto llevará tiempo, pero es un trabajo esencial para el posterior progreso del alumno, ya que no tiene sentido que nuestro proceso de enseñanza se parezca a un apresurado viaje turístico de diez días por toda Europa, viendo todo o casi todo de lo que se considera más importante desde el punto de vista arquitectónico (lo externo) pero sin poder percibir las distintas formas de ser, de vivir y de manifestarse y sin experimentar vivencia alguna.

En la búsqueda de nuevas vías y nuevas estrategias que permitan mejorar el acercamiento y comprensión de conceptos científicos, podemos volver los ojos hacia dos lados. Uno de ellos es detectar lo que solemos hacer con frecuencia en la vida diaria para explicar o aclarar alguna cuestión y el otro será explicitar lo que hacen los científicos tanto para crear como para divulgar la Ciencia, ya que seguramente podremos sacar alguna conclusión o inspirarnos en ello para nuestra actuación como docentes.

Comenzaremos por lo que podríamos escuchar en cualquier conversación y que son frases que cualquiera podría hacer suyas:

- ... tengo una angustia, es como si tuviera una losa encima...
- ... la noticia corrió como un reguero de pólvora...
- ... se puso lívida, blanca como la pared...
- ... es terco como una mula...
- ... parece que te ha hecho la boca un fraile...
- ... tiene una memoria de elefante...

... como un elefante en una cacharrería...

... se puso como una fiera...

O también podríamos recordar refranes como: ... *cuando el río suena, agua lleva*.

O bien las adivinanzas que tanto gustan a los niños.

O si estamos escuchando la radio, en alguna canción nos podemos encontrar con:

... verde como el trigo verde, verde como la albahaca...

... ojos negros como el azabache...

Todas estas frases tienen en común que establecen, directa o indirectamente, una comparación o un símil para facilitar la comprensión, y seguro que podríamos recordar muchas más, cosa que sería deseable para comenzar a familiarizarse con las comparaciones.

A veces, no sólo son dichos sino que se realizan determinadas acciones como, por ejemplo, es frecuente “hacer la ola” para demostrar alegría en las grandes concentraciones y el movimiento de la gente “simula” el movimiento del agua en la ola del mar y, recientemente, hemos tenido la ocasión de ver que los fuegos artificiales de Bilbao, conmemorando el setecientos aniversario de su fundación, imitaban a una ola desplazándose a lo largo de la ría.

Vemos, pues, que establecer relaciones a través de comparaciones es una práctica frecuente en la vida diaria y estamos tan acostumbrados a utilizarlas que no somos del todo conscientes.

Podemos irnos ahora al mundo de las imágenes y de la publicidad, sin alejarnos por supuesto de la vida diaria y poner algún ejemplo. El primero de ellos (Figura 2, en la página 63), trata de poner en relación los espaguetis y un alambre de espino. ¿Qué es lo que nos causa? En primer lugar, sorpresa y, en principio, no hay nada semejante entre esas dos cosas, tan sólo, y de forma muy general, es que ambos son largos y estrechos, pero nada más. Por ello al ver esa imagen tratamos de buscar y establecer las conexiones que nos permitan entender y dar respuesta a lo que nos demandan; lo que sí es seguro es que cuando lo consigamos no se nos olvidará fácilmente.

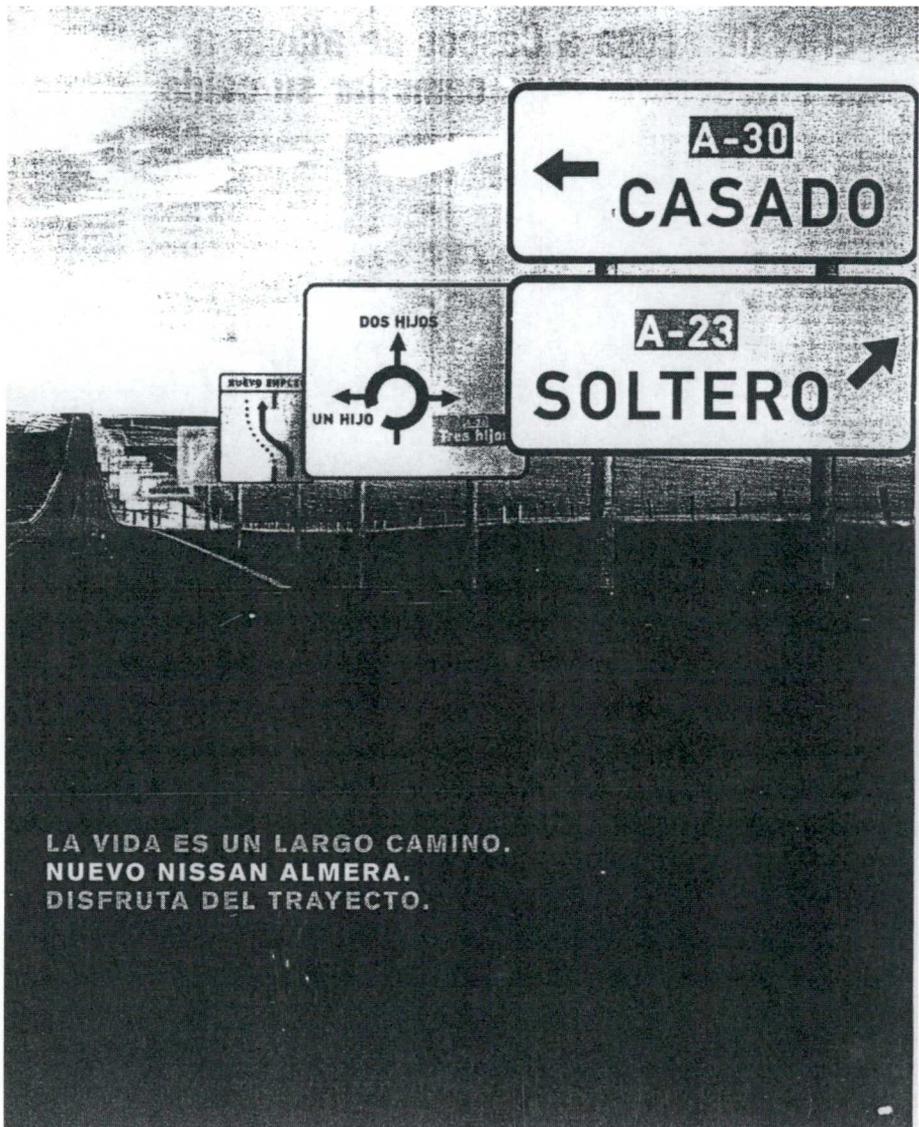
FIGURA 2



El segundo (Figura 3, en la página 64) también nos causa sorpresa, pero en este caso la razón es que las comparaciones son en sentido inverso a lo que es frecuente. Siempre solemos decir que la vida es un camino a recorrer y en el que se presentan encrucijadas; hay que tomar decisiones sobre qué camino elegir y así se va forjando nuestra vida. Aquí nos presentan la carretera y las señales de tráfico están representando las distintas elecciones que se han hecho en la vida.

A través de estos “trucos” los publicistas llaman nuestra atención y nos aproximan a sus productos, nos incitan a la curiosidad y nos inducen a adquirirlos o al menos a acercarnos a ellos.

FIGURA 3



Bien, pues de una forma suave y aunque no lo parezca hemos estado hablando de imagen, símil, analogía, metáfora y simulación como formas de aproximar la realidad al individuo.

Vamos a detenernos en este punto y a considerar los aspectos que tiene en común estos términos y la utilidad que pueden tener en nuestro trabajo como docentes y por tanto en los aprendizajes que realizan nuestros alumnos.

El valor de analogías y metáforas

Tanto las analogías como los símiles y las metáforas, a pesar de las disquisiciones filosóficas –y nunca mejor dicho– que sobre este último término se traen los filósofos y lingüistas, expresan comparaciones, subrayan semejanzas entre dos campos pero de diferentes formas.

El símil es una comparación tan sólo de un aspecto semejante, es decir, se relaciona un único elemento del concepto objetivo con el análogo, lo que significa que suele ser relativamente sencillo establecer los nexos de unión.

La analogía compara explícitamente la estructura de dos campos indicando y expresándose la identidad en aquellas partes en que existe, mientras que la metáfora compara implícitamente. La verdadera esencia de la metáfora parece ser que queden ocultos los fundamentos de la comparación, es decir, las relaciones ha de establecerlas el destinatario, además tomadas en sentido literal son falsas. La metáfora, en el fondo, señala disparidades para incitar a la mente a buscar semejanzas, como en el caso del ejemplo de los espaguetis y el alambre de espino, en que realmente, nos causa sorpresa la comparación, es falsa en sentido literal y al verlo nuestra mente comenzó a buscar las posibles relaciones. Podríamos pues concluir que el símil sería como una parte de la analogía y que ésta y la metáfora, en principio, parecen conceptos contrapuestos, pero pueden convertirse una en otra sin más que explicitar las semejanzas en un caso y omitirlas en el otro.

La metáfora ha sido ampliamente avalada por los grandes pensadores como por ejemplo Kant y Ortega y Gasset como requisito indispensable para la formación de conceptos complejos de forma que Kant nos dice: *“para incorporar un concepto nuevo hay que recurrir a cierta forma de evidencia... la metáfora cuando para ilustrar un concepto puro es necesario acudir a imágenes, comparaciones intuitivas o analogías que permitan promover la comprensión buscada...”* y Ortega y Gasset afirma: *“... la metáfora es un procedimiento intelectual por cuyo medio conseguimos aprehender lo que se halla más lejos de nuestra potencia intelectual, con lo más próximo y lo que mejor dominamos podemos alcanzar contacto mental con lo más remoto; es*

la metáfora como un suplemento a nuestro brazo intelectual y representa en lógica la caña de pescar o el fusil...”.

Las analogías y las metáforas han sido ampliamente utilizadas por los investigadores a lo largo de toda la historia de la Ciencia, no sólo para explicar sus logros y descubrimientos al resto de la comunidad de científicos, y también para divulgar y explicar sus teorías a los estudiosos de esos temas y en general al resto de los mortales interesados en los avances y conquistas de la ciencia y que ha permitido el desarrollo tecnológico tan espectacular acaecido en el siglo XX, sino que, asimismo, han sido muy utilizadas para engendrar y generar nuevas ideas científicas.

Vamos a poner algún pequeño ejemplo que nos ponga de manifiesto, más claramente, lo que acabamos de señalar. El término circulación era utilizado en el ámbito de la ingeniería para describir los movimientos de fluidos en los procesos de bombeo; posteriormente, Harvey, médico inglés, lo adoptó para explicar el movimiento de la sangre en el ser vivo como “circulación sanguínea” y posteriormente Hobbes, en su obra *El Leviatán*, lo aplica a las monedas para definir el flujo de dinero (aún hoy en día hablamos de liquidez para aludir a los flujos financieros), y por último, hablamos de la circulación de vehículos y de su fluidez.

Un segundo ejemplo que podemos citar aquí sería la analogía introducida por Vant’Hoff entre el comportamiento de los gases y el comportamiento de las disoluciones para explicar así la ósmosis, en la cual se dice que las moléculas de soluto dispersas en el disolvente son semejantes a las moléculas gaseosas dispersas en el espacio vacío y el disolvente es análogo al espacio vacío entre las moléculas gaseosas, llegando a formular la ecuación para el cálculo de la presión osmótica $\pi = cRT$ de igual modo que la ecuación del gas ideal $P = n/V RT$.

Un último ejemplo que vamos a presentar es el relativo a la evolución seguida para describir la situación de los electrones y su comportamiento en la constitución del átomo; inicialmente se les comparó con unas ciruelas pasas de un plum-cake, distribuidos un poco al azar en la masa, después fue con los planetas de nuestro sistema solar y se fueron modificando las órbitas, etc., y posteriormente se les atri-

buyen tanto propiedades mecánicas de las partículas y ondulatorias de la luz que parecen compartir en amor y compañía, o al menos es la mejor forma que tenemos en estos momentos de poder explicar y entender el problema planteado.

Hemos constatado que las analogías y metáforas son herramientas utilizadas con cierta asiduidad en el proceso de construcción del conocimiento científico a lo largo de la historia de la Ciencia, y podríamos preguntarnos si podrían utilizarse con un beneficio claro en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir si puede ser válida su utilización en el aula de Primaria, nivel para el que estamos hablando. La respuesta es, llana y simplemente, *sí*. Veamos las razones en que nos basamos para realizar tan rotundamente dicha afirmación.

Las analogías en la enseñanza de las Ciencias

Podemos decir que dentro del cognitivismo y más concretamente dentro del constructivismo, paradigma hoy en día en boga y citado en repetidas ocasiones por las autoridades académicas en el Currículum Base (C.B) de Primaria, hay dos ideas básicas pero de capital importancia con respecto a los aprendizajes y son:

- Que el aprendizaje es un *proceso* activo de construcción por parte de la persona que aprende, y
- Que el aprendizaje sólo es posible sobre la base del conocimiento adquirido previamente, únicamente será significativo dicho aprendizaje si el estudiante genera relaciones entre las experiencias, esquemas y principios que posee y las nuevas situaciones que se le presentan.

Según este enfoque, el aprendizaje no es como la toma de una píldora (conocimiento elaborado), sino un proceso en que se emplea activamente lo que ya es familiar para comprender lo que no lo es, estableciendo similitudes entre lo nuevo y lo conocido. Es precisamente este aspecto lo que resalta la significación de las analogías.

El punto de vista constructivista es compartido por diversas tendencias y teorías entre las que mencionaremos sólo a los generati-

vistas, el procesamiento de la información y la teoría de cambio conceptual y todas ellas coinciden en la importancia de la analogía para el aprendizaje. Veamos lo que dicen respectivamente:

- Los nuevos esquemas se generan por analogía, por transferencia de estructuras desde los campos originarios a los objetivos. Los alumnos necesitan el apoyo de analogías y la introducción de otros conceptos que les ayuden a sacar sentido de la evidencia, dice Osborne, ya que pueden hacer la información nueva más concreta y más fácil de imaginar.
- Según Belth, una estrategia muy útil para relacionar información reciente (no organizada) con los conocimientos existentes (información organizada) es el uso adecuado de analogías, metáforas y modelos, que permiten trasladar la información nueva a un contexto familiar favoreciendo así el procesamiento de la información y su consiguiente incorporación de forma organizada, no memorística al esquema conceptual del alumno.
- Para facilitar el cambio conceptual, según Posner, es necesario: a) detectar la existencia de ideas intuitivas; b) proporcionar un número suficiente de anomalías; c) utilizar analogías y modelos junto con diversos modos de representación, verbal, matemático, gráfico, etc., familiarizando al alumno con el uso indistinto de éstos para facilitar la comprensión de nuevas ideas; d) desarrollar técnicas de evaluación que permitan seguir el proceso de cambio.

Como se puede ver, todos ellos coinciden en el valor de las analogías para el aprendizaje, ya que el razonamiento por analogía intenta que el proceso de adquisición de nuevos conocimientos se vaya desarrollando sobre la base de lo que ya se ha aprendido fomentando la búsqueda y el descubrimiento de nuevas relaciones, es decir, que el razonamiento analógico se concibe como la transferencia de una parte del conocimiento de un dominio ya conocido (fuente) a una nueva situación meta u objetivo). Ello implica realizar dos procesos diferenciados: a) recuperar el análogo, conocimiento que ya se encuentra almacenado como información relevante y, b) establecer las correspon-

dencias entre ambos que se denomina extrapolación. Por ejemplo cuando decimos que una batería eléctrica es *como* un embalse, los sujetos tienen que utilizar su conocimiento sobre los embalses, almacenamiento de agua equivalente a un almacenamiento de energía potencial y que puede poner en funcionamiento a otros sistemas, para interpretar lo que significa una batería.

Las analogías se consideran útiles para las siguientes cuestiones:

- Facilitar el acceso y recuperación de información previamente instalada en la memoria o en la estructura cognitiva.
- Posibilitar la codificación y organización de los nuevos conocimientos a aprender.
- Generar y/o explicitar las anomalías cognitivas, paso necesario para permitir la superación de concepciones erróneas o no adecuadas.
- Ayudar a modificar y en su caso crear nuevos esquemas representacionales.

Las analogías, como podemos deducir de todo lo que llevamos dicho hasta ahora, pueden y deben ser utilizadas en cualquier nivel educativo desde Primaria hasta el universitario. Ahora bien, un uso adecuado implica cumplir con ciertos requisitos, ya que podríamos decir que la analogía es un arma de doble filo, y sus amplios beneficios pueden degenerar en graves perjuicios para el aprendiz si no son utilizadas bajo ciertas condiciones que podríamos resumir así:

- Los alumnos deben saber el propósito de la analogía y las relaciones que se pretenden establecer. Se han realizado estudios sobre este aspecto cuya conclusión podría ser que los sujetos que aprendieron por analogía sin conocer su objetivo generaron más inferencias incorrectas sobre la base de relaciones irrelevantes y rasgos superficiales que aquellos que eran conscientes del objetivo de la misma.
- Los estudiantes deben ser conscientes de que su conocimiento es al menos incompleto y que en muchas ocasiones

entra en conflicto con otras ideas nuevas que se le presentan a través de una analogía.

- Hay que dejar claramente expresado en qué aspectos los nuevos conceptos presentados son semejantes a los del campo originario y cuáles son los caminos que permiten llegar a establecer esas similitudes.
- Se debe poner de manifiesto dónde acaba la analogía y dónde comienzan las diferencias en el nuevo concepto, de forma que no se hagan inferencias incorrectas y dejar tiempo suficiente para reestructurar las nuevas ideas a la luz de lo presentado.

A veces han fracasado los intentos de utilizar analogías porque los alumnos no eran capaces de “ver” la analogía, es decir, no tiene lugar la transferencia o razonamiento analógico y varias son las causas apuntadas:

- 1.º Los alumnos tienen que estar muy familiarizados con el análogo y no puede darse por supuesto que un concepto ya enseñado puede usarse como análogo, porque en muchas ocasiones tiene aspectos fundamentales equivocados y los hace incapaces de comprender la analogía planteada.

Ilustran este aspecto estudios realizados sobre las ideas de los alumnos entre el modelo hidráulico y el circuito eléctrico, que aquellas ideas que tiene equivocadas las transfieren; luego el razonamiento analógico en este caso no podrá remediar las ideas erróneas sino que las reforzará.

- 2.º Aunque el uso espontáneo de analogías es muy corriente en la vida diaria y aunque exista un gran conocimiento del análogo no es suficiente para asegurar el descubrimiento de la analogía potencialmente útil, es necesario guiar al alumno para establecer las conexiones y las semejanzas entre los dos campos.
- 3.º Las analogías más sencillas están basadas en semejanzas superficiales y éstas son adecuadas para aspectos fáciles y concretos, mientras que los conceptos más difíciles y abs-

tractos requieren analogías funcionales basadas en semejanzas profundas y por tanto menos accesibles.

Por todo lo que hemos dicho hasta ahora y en función de los estudios realizados a algunos de los trabajos de investigación realizados sobre el tema en cuestión, podemos esquematizar la forma de utilizar las analogías explicativas de un concepto científico en un aula de Primaria en los siguientes puntos:

- a) Primero hay que introducir el nuevo concepto, denominado “concepto objetivo”.
- b) Se recuerda el concepto análogo en toda su amplitud, el llamado “concepto fuente”.
- c) Se identifican los rasgos semejantes entre ambos conceptos y se ponen de manifiesto aquellos otros en que se diferencian.
- d) Se establecen las relaciones pertinentes entre los aspectos similares.
- e) Se extraen las conclusiones sobre los conceptos objetivo y fuente.
- f) Se señalan los fallos de la analogía o bien hasta donde llega ésta, indicando claramente las diferencias existentes entre ambos campos.

Hasta ahora hemos visto el especial cuidado que los maestros deben poner para la utilización de analogías en el aula, pero ¿nos sirve cualquier analogía para nuestro proceso de enseñanza? Pues no, hay una serie de condiciones que deben exigirse a estos recursos para ser utilizados con una cierta garantía de éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero evidentemente no coinciden plenamente todos los autores por lo que señalaremos sólo algunos de ellos.

Hierrezuelo y Montero (1989) nos dicen que los requisitos indispensables son:

- Que existan semejanzas claras entre el dominio fuente y el dominio objetivo.
- Que el dominio fuente sea más familiar, más fácilmente manejable y se domine más que el campo objetivo.

- Que los rasgos semejantes sean claramente accesibles.
- Que sea simple el proceso de transferencia de un campo a otro.

Otros autores como Glynn, Britton... analizaron las analogías que se presentaban en los libros de texto de Ciencias, estudio escasamente realizado en nuestro país al menos en el ámbito de la Primaria y que, por tanto, abre una vía de investigación, ya que los conceptos a aprender en Ciencias suelen ser complejos y además se definen de modo diferente a cómo se utilizan en la vida ordinaria. Estos autores proponen tres criterios para juzgar la conveniencia o la “bondad” de las analogías explicativas que son:

- El número de rasgos comparados y su significatividad.
- La semejanza entre los aspectos comparados, y el grado de afinidad entre ellos.
- La relevancia de los rasgos que permitan la transferencia adecuada para la formación del concepto objetivo.

El poder explicativo de la analogía se incrementa generalmente con el número de rasgos significativos similares compartidos por los dos conceptos en juego, es decir, fuente y objetivo; ahora bien, también es posible obtener una buena analogía sobre la base de pocos rasgos comunes o incluso con uno sólo, siempre que éstos sean muy relevantes para el objetivo específico que se quiera conseguir. Por el contrario, una analogía se puede considerar “mala” cuando es difícil identificar y extrapolar los rasgos fundamentales compartidos por el análogo y el objetivo. A veces, y teniendo en cuenta las personas a quienes va dirigida la analogía es preferible perder en cantidad de rasgos precisos, válidos y significativos lo que implicaría un razonamiento complejo y abstracto, pero a cambio sería necesario la utilización de las denominadas analogías múltiples, es decir que se presenten para un mismo concepto objetivo más de uno fuente, de forma que permitan establecer más conexiones aunque de forma más sencilla. En el ámbito de la enseñanza Primaria son, quizás, las usadas con mayor frecuencia.

Una analogía múltiple en el aula de Primaria

Proponemos aquí un ejemplo de analogía su análisis y la forma de uso en un aula de Primaria. En primer lugar escogemos unos conceptos que se estudian en Primaria como *calor y temperatura*, que como sabemos están íntimamente ligados a la energía, y son de gran complejidad como puede deducirse de la propia historia de la Ciencia en donde la idea de calórico ha permanecido incólume hasta finales del siglo XIX. Pues bien, la educación científica debe intentar proporcionar a los estudiantes un conocimiento adecuado de estos conceptos que son fundamentales en nuestra sociedad.

Las dificultades iniciales para encarar este tema son muy variadas y de distinta naturaleza, por lo que es necesario realizar una relación de ellas:

- Los chicos llegan a la clase con un significado de esas palabras generado por sus experiencias en la vida cotidiana “tengo calor”, “hace frío”... que no concuerdan con el punto de vista científico en el momento actual, aunque sí recuerdan estas frases a la ya citada teoría del calórico que daba existencia como sustancia (calórico) al calor.
- La interpretación del término calor aún no esta unificada y podemos ver hoy en día trabajos de investigación en que se suscitan discusiones sobre el tema, otros en que se utilizan con distinto sentido e, incluso, físicos y químicos le confieren en sus procesos distinto signo.
- Las preconcepciones de los alumnos (y a veces de los profesores), en ocasiones animistas, “lo dan los animales y las personas”, “el sol lo tiene”, “el humo se lo lleva”, otras veces les parece igual hablar de calor que de temperatura, etc.
- Los libros de texto, al menos del nivel de Primaria, siguen presentando graves errores como “para muestra basta un botón” vamos a transcribir un determinado texto de Primaria cuyos autores y editorial no hacen al caso:

El calor

- Para empezar...
1. ¿tiene calor el aire que hay en el interior de tu frigorífico?
 2. Si alguien te dijera que en los polos hay mucho calor ¿estarías de acuerdo?
 3. ¿Pueden moverse los átomos de hierro?

La idea de calor Todos tenemos una idea de lo que es el calor. Nuestro cuerpo posee células que determinan la temperatura. Además sabes que:

- Que muchas máquinas funcionan por medio de calor, o lo producen.
- Que en las centrales térmicas se produce corriente eléctrica.
- Que en muchos objetos que utilizamos se han fabricado mediante procesos en los que interviene el calor (fundiciones o moldeados).

El calor y Las moléculas En el tema anterior hemos estudiado que los sólidos, los líquidos y los gases están formados por partículas que están en continuo movimiento. Incluso en los sólidos, cuyas partículas ocupan posiciones fijas, estas partículas vibran con una determinada energía. El Calor contenido en un cuerpo es la suma de todas las energías con que se mueven las moléculas que contiene.

La temperatura En ocasiones habrás utilizado un termómetro. Es un aparato que permite medir la temperatura de los cuerpos. ¿Que ocurre si metemos un termómetro en un congelador? Marcará una temperatura muy baja, de varios grados bajo cero. ¿Quiere esto decir que en refrigerador no hay nada de calor? No. Las moléculas de los cuerpos siguen moviéndose aunque, naturalmente, menos que a la temperatura exterior.

Aunque parezca mentira, esto está publicado, y lo que es peor, es un libro de texto de muchos niños, y se puede decir que en él vienen reflejados casi todos los errores posibles respecto a este concepto.

Para aclarar confusiones, lo mejor que podemos hacer es definir breve y concisamente estos dos conceptos:

Temperatura es una magnitud intensiva que define el estado de un sistema.

Calor es el proceso por el cual se transfiere energía en virtud de una diferencia de temperatura, desde el cuerpo de mayor temperatura hasta el que la tiene menor hasta que se alcanza el equilibrio térmico.

Para introducir estos conceptos podemos ayudarnos de algunas analogías muy sencillas en las que se ponen de relieve tan sólo características estructurales como: Calor-Lluvia (Hierrezuelo).

La lluvia no es sólo agua, porque a cualquier tipo de agua no podemos denominarle lluvia, lluvia es *agua que cae*, el agua en la nube no es lluvia, ni tampoco es lluvia el agua del charco. Lluvia es el agua en tránsito, mientras cae desde las nubes a la Tierra, sólo es lluvia en el momento de caer.

El calor es la transferencia, es el proceso por el que se transfiere energía; cuando se detecta en un cuerpo es energía interna.

Expresaremos de forma más gráfica los elementos comunes semejantes en la siguiente tabla:

Calor-Lluvia	
Concepto objetivo	Análogo
Calor (transferencia) Energía Temperatura	Lluvia (cayendo) Agua Humedad

Las principales diferencias entre los dos campos propuestos o, dicho de otro modo, las limitaciones en cuanto a la analogía podríamos expresarlas en los siguientes términos: la materialidad de la lluvia, que entraría en sintonía con el calórico, y las condiciones para que se origine la lluvia, que sería más que la única esbozada de aquí de la cantidad de humedad. La frase de relación que representaría mejor a esta analogía es: la lluvia y el calor son procesos por los que se transfiere bien agua o bien energía.

Iniciado el camino de las analogías múltiples, proponemos en este momento otra forma de abordar semejanzas entre el calor y otros fenómenos corrientes de la vida diaria como es el viento. En este caso, se deduce la existencia de similitudes estructurales y superficiales.

El viento se produce cuando existen diferencias de temperatura entre dos masas de aire relativamente próximas. Los elementos similares de ambos fenómenos son:

Concepto objetivo	Concepto análogo
Calor Energía Temperatura	Viento Aire Temperatura

Las dificultades que presenta esta analogía, es de nuevo la materialidad ya que son masas de aire, pero realmente los alumnos tienden a pensar que el aire no pesa, etc., lo que podría ser de utilidad en este caso, aunque quizás reforzase la idea previa errónea, pero también hay que considerar que el campo análogo es tanto o más desconocido.

Existe aún una tercera posibilidad de establecer semejanzas, al menos parcialmente, con otros campos que pueden parecer sorprendentes. Pasamos directamente a explicitar las relaciones que podemos establecer entre la energía y el dinero:

Concepto objetivo	Concepto análogo
Calor Energía Temperatura	Transferencia Dinero

Quizás lo más positivo de esta analogía sea la no materialidad de una transferencia, que es lo que comparamos con el término calor, pero la dificultad añadida es que los alumnos de Primaria no dominan esas cuestiones como los adultos, por tanto el campo análogo en cuanto al hecho de la transferencia no tiene demasiada utilidad en este nivel educativo, pero puede servirnos como complemento.

Por último, tenemos la posibilidad de establecer una analogía hidráulica o de los vasos comunicantes:

Concepto objetivo	Concepto análogo
Calor-Sistema Hidráulico	
Calor Energía Conservación energía Sentido del proceso de mayor a menor T Temperatura	Corriente de agua Agua Conservación agua Sentido del trasvase de mayor a menor nivel Diferencia de nivel

La frase que nos permite establecer las conexiones entre los dos campos comparados podría expresarse como: la energía se transfiere en virtud de una diferencia de temperaturas como el agua se transvasa según una diferencia en la altura o nivel.

Los elementos distintos que podemos encontrar son entre otros de nuevo que el agua es algo material mientras que la energía, como bien sabemos y hemos reiterado tantas veces, no lo es y que se puede identificar siempre a la energía con un fluido.

Hay que constatar que esta analogía de los vasos comunicantes ha sido muy utilizada en los libros de texto de hace unos cuantos años pero llevaba incorporados los errores propios de la época; ahora, en esta nueva presentación, han sido subsanados al menos en parte.

Ya para terminar, es necesario alertar a los maestros sobre algunos aspectos de crucial importancia en relación con este tema de las analogías. Es necesario el uso de analogías pero:

- *Nunca* tenemos una analogía perfecta ni completa ya que como hemos podido comprobar existen puntos débiles en todas ellas;
- *Siempre* hemos de comprobar si está ocurriendo la transferencia analógica entre los dos campos, es decir, si el alumno está realizando el razonamiento analógico. Si no ocurriese el proceso conviene analizar las causas existiendo un gran número de posibilidades, algunas de las cuales ya hemos citado y otras podrían ser que el salto entre los dos campos es demasiado grande por lo que habría que proponer anclas o puentes que permitan realizar la transposición de conceptos semejantes.

- En este momento en que se propugna el aprendizaje significativo en base a lo que el alumno conoce o sabe es cuando los libros de texto nos presentan menor número de analogías y organizadores previos, sólo basta comparar los actuales con los libros de texto de la acabada E.G.B.
- Es necesario analizar y valorar las analogías que se vayan a presentar, así como la forma de introducirlas.

Los símiles, las analogías, las metáforas y los modelos forman parte de la Ciencia y de nuestra labor como docentes, son recursos que nos pueden ayudar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero también pueden ser no lo olvidemos armas de doble filo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAGÓN, M.^a del Mar y otros. *Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias*. Alambique n.º 22. Págs., 109-115. 1999.
- CLAXTON GUY. *Educación mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Aprendizaje Visor. Madrid, 1994.
- DE VECCHI, G. y GIORDAN, A. *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Díada. Sevilla, 1988.
- DOUWE DRAAISMA. *Las metáforas de la memoria. Una historia de la mente*. Alianza editorial. Madrid, 1995.
- DRIVER, R., y otros. *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Morata. MEC. Madrid, 1989.
- GARCÍA GÓMEZ, M.^a Carmen. *Simulación: Modelos y juegos. Aplicaciones a la enseñanza de la Química*. Aula Nueva 3. Publicaciones U.A.M. 1993.
- GONZÁLEZ LABRA, M.^a José. *Aprendizaje por analogía. Análisis del proceso de inferencia analógica para la adquisición de nuevos conocimientos*. Trotta, Serie cognitiva. 1997.
- HIERREZUELO MORENO, J. y MONTERO MORENO, A. *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la Didáctica de la Física y Química*. Laia. MEC. 1989.
- MOTTET, G. *Images et activités scientifiques. Reintégrer l'image*. Aster n.º 22. Págs., 4-13. 1996.
- OSBORNE, J. y FREEMANN, J. *Enseñando física. Una guía para el no especialista*. Akal. Madrid, 1996.
- SPENCER JHONSON. *¿Quién se ha llevado mi queso? Cómo adaptarnos a un mundo en constante cambio*. Ediciones Urano. Barcelona, 1999.

LOS PLÁSTICOS EN NUESTRA SOCIEDAD Y EN EL MEDIO AMBIENTE

Carmen García Gómez
Catedrática de Escuela Universitaria de Didáctica
de las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Madrid

Carmen del Hoyo García
Profesora Titular de Escuela Universitaria de Didáctica
de las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Madrid

Se propone alcanzar un doble objetivo. Por una parte posibilitar un mayor conocimiento sobre los materiales plásticos y los problemas que generan sus residuos y por otra plantear distintas sugerencias relacionadas con la Educación en los niveles obligatorios de la enseñanza, de modo que después se adapten, amplíen, reduzcan o modifiquen en función de las necesidades de los alumnos.

A fin de agilizar la presentación de este tema, que es un mundo, se propone la información en forma de preguntas con sus respuestas lo más simplificado posible, desde a qué llamamos plásticos, qué son, etc., hasta qué se hace con sus residuos plásticos y cuál debe ser nuestra actitud como ciudadanos; además algunos recursos útiles para el aula, de la vida diaria o escolar.

Las actividades a realizar por grupos son: una relacionada con la observación-estudio de “características”, comportamientos para la identificación de plásticos y otra relativa a la obtención de dos polímeros, el polímero sintético Slime y otro polímero de origen natural a partir de la caseína de la leche, con el fin de evitar algunas ideas erróneas al respecto.

Finalmente una actividad relacionada con la manipulación y estudio de los plásticos utilizados en envases, los termoplásticos, totalmente en relación con la vida cotidiana y que son los que más se reci-

clan. Relacionados con Educación al Consumidor y con Educación Ambiental. Sugerencias y nuevas preguntas.

Objetivos

En la introducción se ha expuesto el doble objetivo que se persigue: El acercamiento al mundo de los materiales popularmente denominados “plásticos” del profesorado asistente y de modo que a su vez vean la necesidad de tratar este tema con sus alumnos, algunas formas de hacerlo y con qué recursos.

Al preparar el taller se persigue tanto la información-formación de las personas a las que va dirigido como ciudadanos adultos, como su consideración de profesores y la posible proyección al propio alumnado.

Contenidos

Se organizan los contenidos tal como se indica en el esquema siguiente, para dar una visión general sobre el “gran mundo de los plásticos” sus enormes posibilidades y la problemática que generan como residuos. Se presta especial atención al concepto de polímero, relación entre estructura química, características y comportamientos, para dirigir finalmente la atención hacia los termoplásticos, a cuyo reciclaje puede contribuir el ciudadano colaborando con la recogida selectiva. La forma de presentar la información en el aula es mediante preguntas y sus respuestas básicas en grandes póster o carteles (Anexo. Página 89 y siguientes).

- I Importancia de los plásticos en la sociedad actual.
Historia de estos materiales
- II Concepto de polímero. Tipos de polímeros según su origen.
Materias primas y métodos de obtención.

Estructura química de los polímeros. Clasificación según su comportamiento frente al calor.

Concepto de “plástico” como “polímero más aditivos”.
Tipos de aditivos.
- III Procesamiento industrial. Diferentes procedimientos en función del tipo de polímero y de la finalidad o uso del producto.

- IV Los residuos plásticos. Problema medioambiental.
Tipos de tratamiento de los residuos y valoración de los mismos.
El reciclado de los residuos plásticos de tipo termoplástico.
- Comportamiento ciudadano para minimizar el problema.
Educación ambiental y para el consumo responsable.

Organización del aula

Se dispone el aula para favorecer la movilidad de los asistentes y la realización de algunas actividades prácticas por grupos.

Como se trata de proponer a los profesores un abanico de posibilidades, se disponen en las paredes grandes carteles ordenados con las preguntas principales acerca del tema y las respuestas /explicaciones correspondientes. Debajo de los carteles se colocan diversos recursos didácticos previamente preparados para ahorrar tiempo.

En el centro del aula se sitúan tres mesas para la realización de las actividades con información básica impresa como guía y sus correspondientes objetos productos y materiales.

Procedimiento de trabajo y actividades

En el inicio de la sesión, se propone el tema y se sugieren diversas preguntas a fin de movilizar conocimientos previos, determinar qué se sabe y qué interesaría saber, y favorecer que los asistentes formulen también preguntas.

En la primera parte, se les invita a observar y pensar acerca de los distintos carteles y los recursos didácticos expuestos; dialogar entre sí y con las dos profesoras del taller, bien sobre conceptos científicos, bien sobre los recursos preparados.

- Recorrido ordenado.

- Observación individual y libre de los aspectos de su mayor interés, preguntas, manipulación de los recursos y cuestiones sobre su preparación, adquisición o su utilización en el aula con los alumnos.

En la segunda parte, distribuidos en grupos y rotando, realizan las actividades con ayuda y explicaciones de las profesoras (páginas finales del Anexo, indicaciones básicas de las mismas) y relativas a:

- Obtención de polímeros, uno de origen natural a partir de la caseína de la leche y otro sintético, el denominado slime.
- Observación y determinación de características físicas y químicas de los polímeros de tipo termoplástico usados para envasado y empaquetado.
- Identificación de los diferentes termoplásticos en envases (número, sigla, características, comportamientos; símbolo de reciclable, de reciclado, punto verde,...), con vistas a favorecer la colaboración ciudadana en la recogida selectiva.

Recursos

Son variados: objetos de la vida diaria utilizados como recurso o como material de laboratorio, algunos materiales de desecho en plan reutilización, juguetes, productos de consumo habitual y algún producto propio de laboratorio. Libros de ampliación, ..., actividades para los niños, y material didáctico y audiovisual editados.

Las razones por las que se quieren presentar variedad de recursos es triple:

- 1.^a Porque se quiere ofrecer posibilidades al profesor para que seleccione y adapte en función de sus alumnos, como se dijo en los objetivos.
- 2.^a Porque tan interesante puede ser un material didáctico comprado como un recurso que prepara el profesor con sus alumnos, incluso con materiales de desecho.

- 3.^a Porque se valora la modelización, el uso de modelos y el aprendizaje por analogía como medios para favorecer un aprendizaje significativo.

Como recursos se utilizan:

- Numerosos objetos de uso cotidiano hechos de plástico, desde el asa de una olla, una bola de billar... un envase de leche, la armadura dorada de un guerrero de juguete, un chubasquero..., para ver la enorme importancia de los materiales plásticos y su historia.
- Determinados utensilios de cocina para sustituir sencillos materiales de laboratorio.
- Ciertos materiales de desecho como cuentas de collar, abalorios, botones, cuentas de cortina de exterior, trozos de lanas de colores... para modelizar sobre polímeros.
- Juguetes, desde los relativos al juego de las cocinitas (una manga de pastelero de juguete puede servir para simular un tipo de procesado industrial de polímeros)... hasta los ya típicos juguetes para trabajar la plastilina o la arcilla, excelentes medios como modelos para que se imaginen distintos procedimientos en el trabajo industrial.
- Juguetes, incluso alguno de los ya utilizados antes, que, con los añadidos correspondientes, pueden servir para simular el proceso de reciclado mecánico de un tipo de termoplástico, etc.

Conclusiones y valoración final

Como apreciación, se puede decir que el taller resultó positivo tanto para los profesores asistentes como para las profesoras que lo impartieron, alcanzándose bastante satisfactoriamente los objetivos propuestos.

Pusieron de manifiesto gran interés, curiosidad, actitud positiva, etc. Tanto es así que se sobrepasó el tiempo establecido por su pro-

pia iniciativa pues hubo momentos en la sesión en los que demandaron información sobre algunas de las cuestiones planteadas, sobretodo de carácter didáctico. Hubo que hacer explicaciones y comentarios más amplios respecto a:

- Los modelos propuestos para el concepto de polímero y para los diferentes tipos de polímeros según su estructura (hechos con trozos de lana, cuentas de collar, etc.).
- El empleo de juguetes para explicar y entender los procedimientos de prensado, extrusión, inyección e inyección–soplado en el procesamiento industrial de diversos polímeros.
- La obtención del polímero sintético “slime”, dada la gran rapidez del proceso de obtención y las peculiaridades del producto (aspecto de “blandiblu”, rebota, sonido metálico al caer, etc.).
- La problemática medioambiental de los residuos plásticos, los posibles tratamientos, el reciclado, etc., demostrando cierto asombro ante el hecho de que sólo se recicle una parte muy pequeña de los residuos plásticos y también al ver lo fácil del proceso de reciclado cuando se trata de un solo tipo de termoplástico.

De menor interés les resultó la observación sistemática de las características físicas y químicas de los termoplásticos, como se presumía de antemano, pues la mayor parte del profesorado era de Educación Primaria, el número de personas era elevado y el tiempo de realización escaso. No obstante, sí les pareció más atractiva la información, manipulación, etc., sobre envases y cómo identificarlos por su número o por sus siglas.

En general, pusieron de manifiesto una gran inquietud de tipo medioambiental y para el consumo responsable y la necesidad de tener información en este campo.

BIBLIOGRAFÍA

- AVENDAÑO, L. *Iniciación a los plásticos*. Centro español de plásticos. 1992.
- BRAUN, D. *Métodos sencillos de identificación de plásticos*. Hanser-Pulsar, S.A. 1990.
- EMSLEY, J. *Moléculas en una exposición. Retrato de materiales interesantes de la vida cotidiana*. Península. 1999.
- EVANS, D., WILLIAMS, C. *Vamos a construir*. Colección Exploremos la ciencia. Edic. B. 1994.
- HANN, J. *Ciencia en tus manos*. Plaza-Janés. 1991.
- JAUNA, J. *50 cosas que los niños pueden hacer para reciclar*. Emecé. 1994.
- MASSAMÉS, R. y MIRALLES, J. *Ecología de cada día*. Blume. 1995.
- Proyecto APQUA. *Los plásticos en nuestra sociedad*. Reverté. 1995.
- DEL VAL, A. *El libro del reciclaje*. Integral. 1991.

Vídeos

- Macromoléculas creadas por el hombre*. The Open University. Áncora.
- La fibra óptica. Plásticos*. Enciclopedia Británica. Áncora.
- Reciclar es dar una nueva vida a los plásticos*. Proyecto APQUA. Univ. Rovira i Virgili y Fundación Española para los plásticos.

LOS PLÁSTICOS EN NUESTRA SOCIEDAD Y EN EL MEDIO AMBIENTE

¿Son importantes? ¿Por qué?

¿Cuándo se empezaron a utilizar estos materiales?

¿Qué son los polímeros?

¿Cuál es la materia prima y cómo se obtienen?

¿Cómo son? ¿Cómo es su estructura?

¿A qué llaman plástico?

¿Cómo se procesan, moldean?

¿Son un problema los residuos plásticos?

¿Qué se puede hacer con los residuos?

¿Se reciclan? ¿Qué plásticos se reciclan en la actualidad?

¿Qué podemos hacer como ciudadanos?

¿SON IMPORTANTES LOS PLÁSTICOS?

El término “plásticos” se suele utilizar para denominar una gran variedad de materiales que tienen una base común, aunque también grandes diferencias. Normalmente, se asocia con la presentación industrial que llega a las manos del consumidor.

No es exagerado hablar del “mundo de los plásticos”, como se comprueba al observar su presencia casi constante en los objetos, utensilios, fibras y tejidos, pinturas, pegamentos, automóviles, etc. que utilizamos en la vida diaria. En casa, en el trabajo, en la ciudad... En las tiendas, desde las de electrodomésticos, zapaterías, jugueterías... hasta en las ferreterías. Desde el objeto más simple y anodino hasta materiales para alta tecnología y técnica aeroespacial.

Son muy importantes porque han reducido los costes de producción de numerosísimos artículos, de modo que sin estos materiales, no sería posible la Sociedad de Consumo tal como la conocemos hoy.

Tienen gran versatilidad y permiten gran variedad de presentaciones. La materia prima es barata y es predecible su constante desarrollo.

A su vez, son importantes también desde el punto de vista medioambiental por el problema que generan los residuos plásticos. Un problema para el cual, todavía, no existen soluciones demasiado aceptables.

LA HISTORIA DE LOS PLÁSTICOS ¿CUÁNDO EMPEZÓ?

Hace miles de años que el hombre utiliza polímeros naturales como la seda, algodón, lino, madera, cuero, lana... Pero la revolución que ha supuesto estos nuevos materiales se remonta tan sólo a 150 años y a 100 años en lo que polímeros sintéticos se refiere.

Los comienzos:

- **1839** Goodyear, *caucho vulcanizado* a partir del caucho natural.
- **1860** Parkes, utilizando como materia prima la celulosa, obtuvo el primer polímero natural modificado, el *algodón pólvora*, inflamable y explosivo.
- **1869** Hyatt, a partir de la celulosa e intentando obtener un material para sustituir al marfil para las bolas de billar consiguió el *celuloide*.
- **1884-1905** Continuando con la celulosa y persiguiendo encontrar una fibra que sustituyera a la seda, se obtuvo el *rayón*, conocido también por acetato, viscosa o seda artificial.
- **1907** Baeckeland fue el primero en conseguir un polímero sintético, la *bakelita*, todavía utilizado hoy como aislante eléctrico y térmico.

Las fechas clave:

- **1920** Standinger investigó acerca de la estructura y síntesis de los polímeros por lo que recibió el premio Nobel de Química.
- **1914-1945** La búsqueda de materiales durante la primera Guerra Mundial, pero sobre todo durante la segunda, originó descubrimientos muy importantes favorecidos por el gran desarrollo de la industria del petróleo (descubierto en 1859 en EE.UU.), la materia prima fundamental para la fabricación de muchos plásticos.
- **Hasta la fecha** se han obtenido numerosísimos nuevos plásticos: PS, polimetacrilato de metilo, poliamida, PVC, PELD, poliuretanos, siliconas, resinas epoxi, PEHD, policarbonato, PP, PET, kevlar... Y el crecimiento es exponencial.

¿QUÉ SON LOS POLÍMEROS?

Son sustancias químicas cuyas moléculas son muy grandes, las cuales están formadas por unidades estructurales más pequeñas que se repiten en gran número. Las moléculas de los polímeros se llaman macromoléculas y las unidades que se repiten, monómeros.

Estas macromoléculas están en forma de largas cadenas que en los polímeros más usuales, pueden tener entre 1.000 y 10.000 monómeros unidos.

Los polímeros pueden ser naturales, naturales modificados y sintéticos. A estos últimos fue a los que inicialmente se les denominó plásticos.

Están formados, básicamente, por átomos de carbono e hidrógeno y otros pocos elementos como nitrógeno, oxígeno, etc., a pesar de la gran diversidad de este tipo de compuestos químicos.

¿CUÁL ES LA MATERIA PRIMA Y CÓMO SE OBTIENEN?

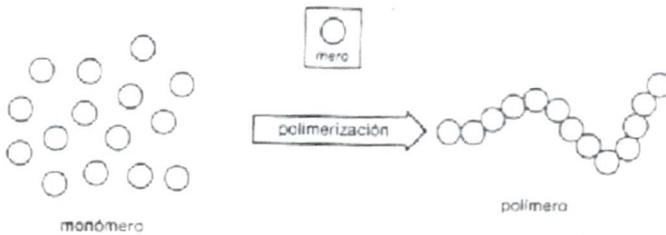
La materia prima de la que se parte para obtener la mayoría de los polímeros sintéticos es el petróleo y en menor medida, el gas natural y el carbón, todos ellos no renovables.

Como resultado del refinado del petróleo, se obtiene un 70% de combustibles, fuel-oil, gasolinas... El 10% son moléculas sencillas que utiliza la industria química, del cual y en España, el 4% se destina a la industria química del plástico.

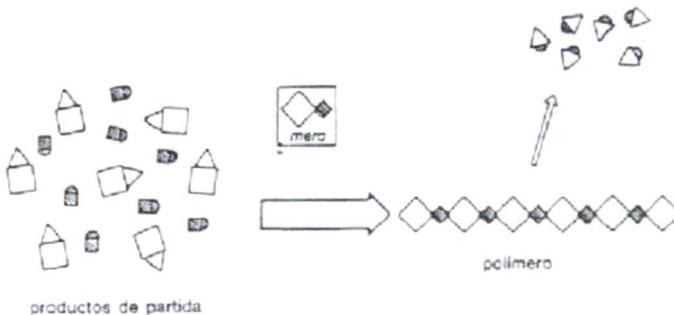
Obtención

La reacción química se llama polimerización, que puede ser de dos tipos: poliadición y policondensación.

Poliadición



Policondensación



Se puede llegar al mismo polímero por caminos distintos y obtener polímeros con propiedades diferentes dependiendo de las condiciones bajo las cuales se ha llevado a cabo la reacción.

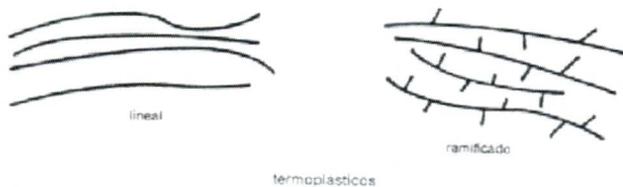
¿CÓMO SON ESTOS POLÍMEROS?

Sobre todo es importante saber cómo es su estructura, es decir, cómo son las cadenas poliméricas que los forman y como se encuentran distribuidas.

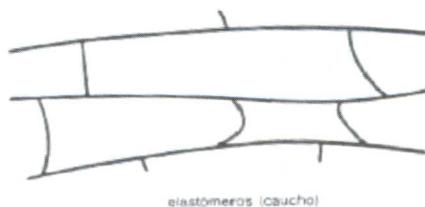
Existe una estrecha relación entre la estructura de los plásticos y sus características, propiedades y comportamientos.

Las largas cadenas pueden ser de varios tipos:

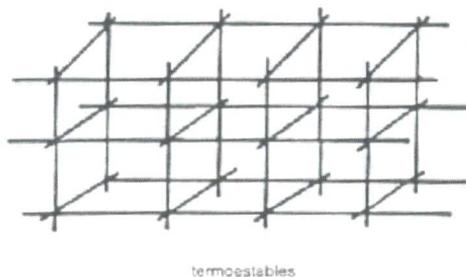
Lineales y lineales ramificadas



Lineales enlazadas



Lineales entrecruzadas, es decir reticuladas



Además hay que señalar que estas cadenas están distribuidas al azar, enmarañadas, como si se tratara de un plato de espaguetis (si es amorfo).

¿CARACTERÍSTICAS? ¿COMPORTAMIENTO?

Dado el gran número de polímeros, tan variados y con tantas posibilidades, no es fácil hablar de características comunes para todos ellos, pero sí lo es hacerlo de su **comportamiento frente al calor**.

La estructura es lo que nos da mayor información respecto a estas cuestiones.

En aquellos polímeros en que las cadenas que los constituyen sean lineales, ramificadas o no, pueden deslizarse unas sobre otras lo que se refleja en que funden con facilidad y tienen un período “bastante largo” de tipo “plasma”, en el cual se realiza con facilidad el procesado y el moldeo. Son los llamados **TERMOPLÁSTICOS**. Se comportan como cuando se hace chocolate para obtener un bombón; si no gusta el diseño se puede fundir y dar una nueva forma enfriando tantas veces como se quiera.

Los polímeros con cadenas unidas entre sí formando una red bidimensional o tridimensional no funden con facilidad, como los anteriores, sino que se queman antes de fundir. Son los denominados **elastómeros o gomas y termoestables**, respectivamente. Estos polímeros, en general, reciben el nombre de **TERMOENDURECIBLES**. Su comportamiento es análogo al que se observa al cocer un huevo, una vez endurecido no puede volverse hacia atrás calentando y enfriando.

¿A QUÉ SE LLAMA PLÁSTICO?: POLÍMERO MÁS ADITIVOS

El producto resultante de la polimerización como tal, no suele ser en la mayoría de los casos muy útil, bien porque se descomponga al calentar, o bien porque su comportamiento en fusión sea problemático, o tenga unas propiedades no deseadas o una vez procesado no resulte atractivo al consumidor. De ahí que se le agreguen otras sustancias químicas como aditivos.

Aditivos:

- Estabilizadores
- Absorbentes UV
- Plastificantes
- Lubricantes
- Cargas
- Desmoldeadores
- Colorantes y pigmentos

Por eso es más correcto (Avendaño, 1992) hablar de polímeros y dejar el nombre de plásticos cuando se obtenga el polímero más los aditivos oportunos.

Con la aditivación aumenta el número de plásticos diferentes posibles. Y siguen creciendo las posibilidades de obtener nuevas variedades; con la mezcla de polímeros tenemos “copolímeros” y “blends” y mezclando polímeros con otros materiales no plásticos, como por ejemplo fibra de vidrio, los “composites”.

¿CÓMO SE PROCESAN? PROCEDIMIENTOS DE MOLDEO

Los procedimientos son muy diversos y siguen desarrollándose. Utilizar uno u otro dependerá del tipo de polímero y de la finalidad o uso del producto acabado.

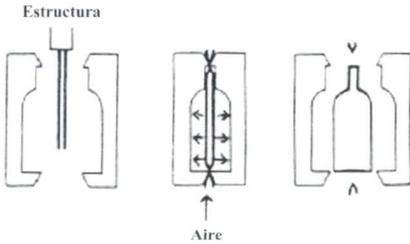
Prensado



Extrusión



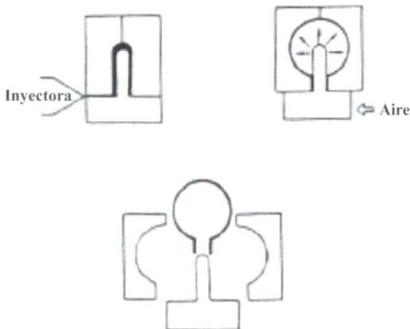
Extrusión-Soplado



Inyección a husillo



Inyección-Soplado



Calandrado



PERO... ¿Y EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS?

Hasta ahora se han dejado vislumbrar las inmensas posibilidades de los materiales plásticos, pero es necesario reflexionar sobre qué ocurre con ellos una vez que se han utilizado.

La gran producción y consumo de estos materiales, que sigue creciendo, está originando un gran problema de tipo medioambiental debido a:

Volumen de residuos: En España, según datos de 1996 de la Fundación Española Plásticos y Medio Ambiente: de un consumo de 1 kg./hab./año en 1960, se pasó a 74 kg./hab./año. El 70% se convierte en residuos después de utilizarlos una sola vez y el 50% acaba en el vertedero.

Carácter contaminante de algunos residuos: En ocasiones, la contaminación es debida al tipo de polímero y en otras, a algunos de los aditivos empleados en ellos.

¿QUÉ SE PUEDE HACER?

– *Acumular en vertederos:*

La mayoría de los plásticos no son biodegradables como el resto de las sustancias presentes en la Naturaleza, pudiendo permanecer como residuos hasta 500 años. En los vertederos, por un lado dificultan la degradación de otros materiales y por otro, al quemarse en los incendios espontáneos pueden producirse gases tóxicos (dioxinas, furanos, etc.).

– *Incinerar:*

Pero debe tenerse el máximo control porque se producen entre otros gases, dioxinas y furanos. Además toda incineración produce dióxido de carbono, que contribuye al efecto invernadero.

– *Valorización, es decir, incineración con aprovechamiento de energía*

Los plásticos tienen gran poder energético como combustibles. Por ejemplo el polietileno, el polipropileno y el poliestireno son equivalentes al fuel-oil o al gas natural.

Igualmente, es necesario que se tenga el máximo control.

– *Pirólisis*

Tratamiento químico por el cual se obtienen las moléculas sencillas de partida.

– *Reutilización*

Pero es muy escasa o, prácticamente, nula

– *Reciclado*

Se reciclan determinados tipos de plásticos. Dentro de los termoplásticos sólo los correspondientes a envases y en una proporción no muy elevada.

Habría que favorecer el reciclaje.

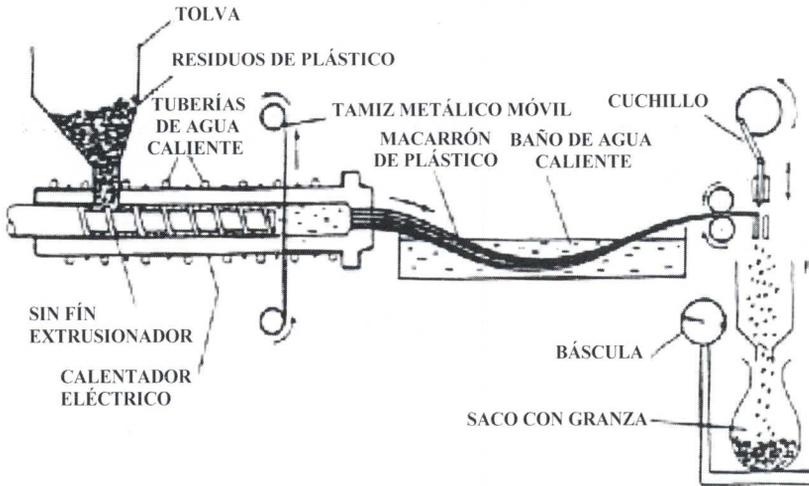
¿SE RECICLAN LOS RESIDUOS PLÁSTICOS?

Hay que tener presente que una cosa es que un material sea reciclable y otra que se recicle. En ocasiones por dificultades técnicas y casi siempre por cuestiones de rentabilidad económica.

En el caso de los **termoplásticos sí** hay reciclaje, aunque todavía **insuficiente**; es muy fácil y rentable económicamente, por lo que es de esperar que aumentará. En cambio para el resto de los plásticos el porcentaje que se recicla actualmente es prácticamente nulo.

La condición para que el reciclado de termoplásticos sea rentable es que haya primero una recogida selectiva de los R.S.U. y después, en una planta de tratamiento y separación, se individualice cada tipo de termoplástico. Hay que tener en cuenta que el número de veces que se puede reciclar un polímero es limitado, pues llega un momento en que se “estropea”.

Reciclado mecánico de un tipo de termoplástico. Esquema de extrusionado y granulado



Fuente: J. Vogler

¿QUÉ PODEMOS HACER COMO CIUDADANOS?

Informarnos, **informar; concienciarnos.**

Vigilar el consumo. No comprar productos sobreenvasados o sobreembalados, si es posible.

Atender **al elegir un material o producto a su constitución o a su envase.**

Favorecer el consumo de artículos presentados por industrias que demuestren más cuidado con el medio ambiente, sin dejarse llevar por la publicidad engañosa.

Atender a las propuestas de la Administración y de momento favorecer la recogida selectiva actual.

Exigir, en la medida de nuestras posibilidades, soluciones al problema. A todos los niveles.

Fomentar la toma de decisiones apelando a la responsabilidad individual y colectiva.

MANIPULACIÓN-IDENTIFICACIÓN DE PLÁSTICOS DE TIPO TERMOPLÁSTICO EN ENVASES Y EMBALAJES

Sobre numerosos envases de cada uno de los seis tipos de termoplásticos, polietileno tereftalato, polietileno de baja y alta densidad, polivinil cloruro, polipropileno y poliestireno y también sobre algún ejemplo de mezcla de los anteriores, así como sobre algunos embalajes, se comenta acerca de la información al consumidor que en ellos figura (siglas, número, símbolos de reciclable, de reciclado, punto verde, etc.), y se aplican algunos de los conocimientos adquiridos en la experiencia anterior relativa a “características”.

Finalmente, se relaciona con el reciclaje y con la necesidad de un consumo responsable y para la defensa del medio ambiente; con la colaboración ciudadana en la separación y recogida selectiva de los R.S.U., para que se lleve a cabo con eficacia.

Los plásticos y sus características							
SIGLAS		P.E.T.	P.E.H.D.	P.V.C.	P.E.L.D.	P.P.	P.S.
Símbolo							
Nombre							
Monómero							
Sonido al caer							
Flexibilidad							
Elasticidad							
Dureza (rayado)							
Fragilidad							
Densidad (g./cc.)	Cargado	1,5	< 0,96 (CL)		Como 2	1,3	
	No cargado	1,3	< 0,92	1,39 (55% Cl)	Como 2	0,90	1,05

Los plásticos y sus características (continuación)

SIGLAS		P.E.T.	P.E.H.D.	P.V.C.	P.E.L.D.	P.P.	P.S.
Solubilidad en frío	AGUA						
	ACETONA						
Punto Fusión °C		225	105-120	Según Cl		165-170	
Elementos característicos							
FLOTABILIDAD	AGUA						
	AGUA+ ALCOHOL (d= 0,9 g./cc.)						
	AGUA+SAL (d = 1.128 g./cc.)						
IGNICIÓN	¿LLAMA? Color, continúa ardiendo, al retirar la llama funde,...						
	OLOR Parafina, gas ciudad, picante, ácido, irritante, rancio,...						
	OTROS Chisporroteos, chasquidos, humos, gotea, pavesas...						

LAS SALIDAS AL CAMPO COMO ESCENARIO DEL CONOCIMIENTO

Manuel Antonio Miranda Álvarez
Profesor del Colegio Internacional Meres
Meres (Siero)
Principado de Asturias

El peligro de las salidas promocionadas

Las programaciones suelen incluir numerosas propuestas de actividades para desarrollar fuera del aula, y muchas de éstas incluyen salidas del colegio. Unas son promovidas por las administraciones públicas (Ayuntamientos, Diputaciones, Gobiernos Autonómicos, etc.), otras por museos, cajas de ahorro, medios de comunicación, y otras por entidades o instituciones. La oferta es rica y variada.

Las actividades académicas desarrolladas fuera del aula obedecen, muchas veces, a la presión de los padres, de la sociedad o porque están subvencionadas por promotores que, gustosos, muestran algunos de sus últimos logros.

Con esta gestación no suelen darse buenos frutos sino que, no pocas veces, se vician los buenos que se podrían obtener. En toda acción se debe tener presente que si no se alcanza el objetivo propuesto, en el mejor de los casos, se pierde el tiempo, en peores se impiden o frenan otros avances: es mejor ignorar que *malaprender*.

Los escolares son recibidos en el lugar prefijado y allí les explican las singularidades del paraje y la magnífica protección de la que disfruta y de la que se beneficia la sociedad, la meritoria labor que realiza la empresa, la objetividad de los medios de comunicación y en la labor que despliegan, etc. Después, una comidilla, un obsequio para que sirva de recuerdo, y de vuelta al *cole*.

Las visitas son guiadas, lo que dificulta y hasta imposibilita, aun en el nuevo escenario, las observaciones libres y espontáneas de los visitantes o las intervenciones que éstos pudieran llevar preparadas del colegio.

Naturalmente, quien financia o subvenciona la salida busca presentar su mejor cara ante la sociedad. Sabe que, si consigue *caer bien* a los escolares, se granjea sus simpatías y su fidelidad; también entiende el patrocinador que el éxito está asegurado si logra vincular las novedades del día a experiencias gratas que los visitantes atribuyan al patrocinador.

La planificación de una salida similar a la que anteriormente se describe obvia, sortea y casi elimina, a los auténticos, únicos y verdaderos protagonistas: los objetivos que se propusieron alcanzar, de mutuo acuerdo, el equipo de alumnos y profesores.

Aunque parezca una exageración presentar de esta manera ciertas salidas, no es tal. Son mucho más frecuentes de lo que parecen y hasta, en muchos casos, las únicas que realizan algunos centros.

Pero con todo, de uno u otro tipo, con más o menos medios y mayor o menor originalidad, las salidas al campo están ahí y forman parte de cualquier *curriculum*.

¿Qué papel cubre la salida como estrategia didáctica?

Para los enseñantes, se piensa en la salida como soporte metodológico puesto que el fin primero que aparece es el aprendizaje de tales o cuales contenidos que figuran en los textos. Se puede plantear esta necesidad de salir del colegio cuando los objetivos conceptuales, procedimentales o actitudinales no se pueden alcanzar en el aula, vídeo, laboratorio, o no se pueden lograr plenamente.

Ante un cambio de escenario, un trabajo de campo, p.e., los alumnos recabarán información de lo que se ha determinado en el colegio. Además de desarrollar la investigación propuesta, el discurrir del día propiciará ricas, abundantes y espontáneas observaciones —de

gran valor— por parte de los niños. A lo largo del proceso, la atención del alumno puede, y debe, ser llamada por otros muchos agentes.

Para conseguir resultados satisfactorios, es necesario que el observador disponga de:

- abundante información previa de lo que se va a encontrar, proporcionada por el colegio
- información que ha de enriquecer individualmente
- información que ha de contrastar con otras fuentes o miembros del equipo
- información que ha de estar disponible previamente y a lo largo del día
- información que ha de decantar para manejar únicamente la que, en principio, supone necesaria.

Esto que se dice es demasiado conocido pero, aun así, casi nunca se pone en práctica con una metodología meditada. El rígido seguimiento de las programaciones, quizá los escasos medios y recursos materiales y humanos, las prisas por salir, y un sinnúmero de circunstancias pueden condicionar desde el primer momento, la actividad hasta casi anular el potencial éxito.

Preparación

Lugar: es necesario determinar qué se pretende. La salida no tiene, ni, quizás, debe de estar necesariamente vinculada a tal o cual tema del texto. Se puede conocer el entorno (rural o urbano), una explotación de carbón a cielo abierto, un embalse, un área recreativa, un río, una playa, un aeropuerto, un observatorio meteorológico, y un sinnúmero de puntos de especial interés y a los que, ordinariamente, no acuden los alumnos ni por *motu proprio* ni llevados por sus padres.

Planificación: botiquín, horario, comida, ropa adecuada, lupa, tijeras, papel de periódico para herbarios, cajitas para setas, bolsas de

plástico, prismáticos, cámara fotográfica, útiles de escritura, etc. Todo esto se debe llevar según la finalidad prevista, y, aunque parezcan nimiedades, seremos meticulosos para que todos los excursionistas lleven completo su equipo. Muchas veces, el fracaso es provocado por los profesores al trivializar estos y otros detalles.

Espacio donde se actuará: decidido por proporcionar el escenario adecuado para alcanzar los objetivos previstos.

La seguridad será uno de los requisitos esenciales que ha de reunir el espacio sobre el que se va a trabajar. En este sentido, se han de prevenir los peligros que encierran los lugares en los que pueda haber culebras o víboras, colmenas, perros, zonas de baño peligroso, etc. Si los niños tienen tiempo libre o realizan actividades individualmente o en grupo, se les alertará sobre los riesgos de hurgar en los huecos de troncos viejos o bajo las piedras. Así, se evitarán mordedura de reptiles o picaduras de insectos.

El dominio de un manual de primeros auxilios por parte de alguno de los profesores debe darse por hecho en cualquier salida, porque la seguridad debe estar garantizada.

Cartografía: tanto la de gran escala para carretera como la de muy pequeña para el desplazamiento por la zona elegida, deben ser conocidas y manejadas por los alumnos.

Resulta típico el juego de determinar el Norte con una brújula, mover al niño en diagonal y comprobar que “*su N*” ya se ha desviado 30° ó 40°.

Clima: estudiar el clima forma parte del conocimiento de la zona. Cualquier enciclopedia de las muchas que se editan en todas las comunidades autónomas aporta suficiente información. Es importante asegurar buenas condiciones meteorológicas para el día de la excursión.

Algunos trucos para reconocer un inminente cambio de las condiciones meteorológicas también ayudarán a la seguridad y al divertimento posterior. Disfrutarán los niños aplicando estos conocimientos mientras causan sorpresa a sus oyentes.

Son mensajes de mal tiempo:

- El halo en la Luna.
- La presencia de nubes a distintos niveles y en rápido movimiento. Aunque parezca una observación imposible, cuando este fenómeno se observa una sola vez nunca se olvida.
- El rastro de los reactores, cuando se torna grueso, tarda en deshacerse y se parece a un intestino grueso.
- El canto del gallo a deshora. Los gallos cantan principalmente en las horas crepusculares, cuando éste se da de manera insistente en las horas centrales del día, el empeoramiento es inminente.

El buen tiempo se anuncia por los signos contrarios a los citados:

- La ausencia de estela en el vuelo de los reactores, etc.
- Se puede añadir que, cuando las arañas tienden su tela, también la meteorología será grata, el buen tiempo está asegurado.

Los signos del comportamiento de los animales que permiten hacer estas predicciones se basan, sencillamente, en que éstos disponen de sensores para captar las variaciones de humedad, temperatura y presión extremadamente agudos. Para su supervivencia es necesario anticiparse a los cambios meteorológicos con muchas horas de antelación.

Relieve: observar si las rocas asoman y *crestean*, es decir, si afloran y siguen la línea de cumbres, si hay suelo suficiente y la vegetación que lo cubre, si son picachos agudos o redondeados, cotas altas o bajas... Las altitudes se encuentran en la cartografía, pero cuando éstas no son coincidentes, la comprobación entre los datos representados y los que arroja un altímetro puede dar lugar a sabrosísimas explicaciones. Un altímetro no es más que un barómetro, y como tal, se comprobará que la altitud que señala varía según lo haga la presión. Puede parecer que esta explicación es inasequible para un niño de Primaria, pero no lo es. Lo será en cuanto empecemos a hablarles de mm. de altura del mercurio, de bares, milibares,

etc. Ceñidos a la idea de que al ascender por la ladera, la masa de aire que tenemos sobre nosotros es menor y, por lo tanto, pesa menos, lo comprenderán perfectamente. En realidad, vivimos en el fondo de un océano gaseoso.

Geología: distinguir la caliza del resto del roquedo no requiere más que unas gotas de CIH. Quizá, con un poco de suerte, veamos que los robles y castaños son propios de rocas más o menos ácidas y las encinas (en el Norte), se dan en la caliza porque esta roca no acumula excesiva cantidad de agua.

Acción antrópica: este punto es de capital importancia porque el impacto de la acción del hombre sobre el paisaje es demoledor: carreteras y autopistas, vías férreas, embalses, antenas, tendidos eléctricos, parques eólicos, etc.

Salidas de formato clásico

Se piensa que salida al campo significa autobús. No siempre, y, además, hay que contar con las particularidades de cada ciclo y nivel.

Para los alumnos de Infantil es una verdadera exploración conocer el colegio y sus dependencias (servicios varios, espacios de mayores, campos de deportes, alrededores), descubrir en un montón de caracoles, los conceptos: dentro, afuera, encima, debajo, cerca, lejos, etc., los musgos de una pared o las diferentes especies de aves que se ven desde el patio, constituyen un avance enorme en la esfera de su conocimiento.

En Primaria, se puede hablar de ecosistema, paisaje, vertebrado, invertebrado, vegetal, animal, mineral, etc.

Los ecosistemas ocupan extensiones muy variables y son más o menos llamativos, pero no hay que pensar siempre en un gran río o en la sabana africana. Si se sabe mirar, en cualquier rincón se encuentra uno en cambio permanente y observable (una charca, una zona ajardinada de la ciudad, un macetero, los campos de diente y corta, los de cultivo, los setos, etc.).

La acción del hombre y su reflejo en el paisaje es una realidad fácilmente apreciable.

La visión cotidiana de un paisaje, si no se detalla en planos de realidades distintas, puede encerrar cambios de gran trascendencia que quizá pasen desapercibidos:

- Campos
- Bosques
- Ríos
- Lagos
- Construcciones para viviendas o edificios públicos
- Carreteras
- Ferrocarriles
- Etcétera.

Además, suponen un desconocimiento del propio hábitat y de los importantes cambios que en él se producen sin ser, siquiera, percibidos por sus moradores, si nos referimos a las personas. Todos los demás se enteran y, con frecuencia, dolorosamente.

En Secundaria aparecen las asignaturas diferenciadas.

Los alumnos toman contacto con clasificaciones de artrópodos, moluscos, y con otros términos y realidades que ya implican una importante complejidad en los niveles de conocimiento con la aparición de fenómenos físicos y químicos, Biología, Fisiología, etc.

La realidad cotidiana

La necesidad de ampliar y profundizar en el conocimiento del mundo es tanta que supera con mucho cualquier programación, y esta misma riqueza hace de la necesidad virtud:

EL OBJETIVO QUE SE PERSIGUE CON LA SALIDA DEL AULA SE HA DE VER CLARO Y DISTINTO, DEFINIDO Y SEPARADO DE OTROS, POR MUY SUGESTIVOS QUE ÉSTOS SE ANTOJEN.

El campo de actuación irá aumentando en extensión y calado según las necesidades de cada momento y con las correspondientes adaptaciones a cada lugar; pero se ha de ser ambicioso. Los niños son capaces de alcanzar aprendizajes de mucha más altura de lo que se les presenta en los textos.

Llevar adelante una programación que profundice en el conocimiento del medio en el que está inmerso el niño, es mucho más importante y amplio que seguir lo que es una simple programación de lo que ofrece un texto.

Enriquecer y adecuar esta programación supone dificultades materiales y humanas, motivación, horario, responsabilidad, compañeros, financiación, etc.

Algunos se quejarán de agravio comparativo por la diferencia de dinero que va a parar a una u otra materia.

Otros, de que pierden tiempo de su asignatura y temen no poder llegar a cubrir sus previsiones.

A todo lo anterior, se puede añadir la circunstancia de que no haya compañeros dispuestos a salir con los chicos.

Y no digamos nada cuando se trata de incorporar nuevos contenidos –del tipo que éstos sean– mientras muchos dirán que es una pérdida de tiempo, que lo primero será saber la Ley de la Palanca, los efectos de la actuación de las fuerzas sobre los cuerpos, la clasificación de los invertebrados, etc. Con alguna frecuencia aparecen fricciones entre compañeros que tienen difícil explicación, porque lo único que representan son diferentes puntos de vista a la hora de enfocar algunas actuaciones profesionales, y, estas diferencias, no pueden llegar a personalizarse y hasta somatizarse.

Para dinamizar estas novedades, es necesaria una implicación del profesor en el proyecto. Éste ha de volcarse en materializar el nuevo estilo por encima de lo que supone el fiel cumplimiento del horario, ha de asumir un papel de *original* que incluso se le podrá aplicar en sentido peyorativo, y “sufrir” otras muchas incomprensiones y desacuerdos. Se ha de tener la convicción de que el nuevo camino no ex-

cluye, DE NINGUNA MANERA, el trabajo del aula, pero lo complementa y amplía en campos y experiencias que en el aula no son VITALES, no se dirigen a la VIDA, son, POR TANTO, inexistentes en el escenario convencional de las aulas.



La determinación del objetivo

Se trata, en realidad, de desarrollar las cualidades de un buen observador.

Ejemplo: se sientan los niños en un campo de tal manera que cada uno de ellos elija el lugar que quiere ocupar.

Se les ordena que miren y anoten lo que tiene a su alrededor.

Encontraremos que alguno no verá cosa alguna que llame su atención; otros verán hierbas, o hierbas y tierra; también habrá quien se percate de que las hierbas son diferentes, puede haber flores y/o frutos, nidos de avispa, excrementos de lombriz, agujeros de grillos, etc. Y es tan valiosa la observación de su presencia como de su ausencia.

Las observaciones que apuntábamos antes en torno a las predicciones meteorológicas no tienen otro significado que *leer* en la Naturaleza. Para conseguir observaciones de interés, no es necesario un entorno exótico, lejano, extraordinario, y muy delicado o frágil como la selva de Australia o su barrera coralina, el bosque de Muniellos, Monfragüe, Doñana, Ordesa, etc. Elegir modelos *lejanos o inaccesibles*, plantea la posibilidad de observación sólo en tales lugares y descarta la mirada sistemática del entorno vital en el que estamos inmersos. Dar como válida la utopía supone minimizar y despreciar nuestro mundo cercano, el real, el doméstico en el que nos vivimos; es más, éste es el verdadero mundo importante porque es el nuestro y al que pertenecemos.

En cierta ocasión encontraron los niños, una seta de extraña apariencia en la masilla de una cristalera de la piscina a la que acudían a practicar la natación.

Su primera intención e interés fue identificar la seta en cuestión, para lo que recabaron la ayuda del profesor. Resultó ser una *Peziza domestica*. Este hecho demuestra que siempre se pueden realizar anotaciones de las proximidades en las que nos movemos. Ver la seta ya prueba que estos niños sabían mirar sin esfuerzo, pero la verdadera investigación vino después. Siendo la seta el fruto de un hongo, éste ha de vivir, necesariamente, en la masilla, pero... ¿de qué? Hubieron de estudiar los componentes de la masilla hasta dar con el aceite de linaza como uno de ellos y colegir que era el componente orgánico fuente de alimentación de la misteriosa seta.

Se dio en este caso, una verdadera investigación.

La observación tiene un enorme poder de transferencia para aplicarla en todos los casos, así, se alcanza rigor. Leer bien los mensajes de la naturaleza es tan importante como los enunciados en los exámenes. Saber ceñirse a la instrucción no es corriente y supone un verdadero esfuerzo para los niños.

Define, explica, dibuja, representa gráficamente, mide, demuestra, relaciona, son algunas de las instrucciones que figuran corrientemente en nuestros exámenes. Raro es el alumno que sigue fielmente el imperativo, la mayoría ven una suma o resumen de todas ellas y así, ante la instrucción “DEFINE”, el desorientado muchacho explica, dibuja o elabora la respuesta con una mezcla con todo ello.

Y este aspecto, tan ortodoxamente académico, también se educa en las salidas al campo.

Muy importante será verse inmerso en este mundo y descubrir que la Naturaleza no entiende de separaciones entre Biología, Física, Química, Geología, Botánica, etc. Son divisiones artificiales del Saber que, en ciertos momentos, facilitan mucho algunas cosas, pero en estos trabajos, todos los saberes interrelacionan: las lluvias conectan con las cosechas y la lluvia ácida, y con las setas y la nutrición heterótrofa, y las consecuencias en las vías de comunicación y la reserva hidrológica y los kw., y las grandes selvas del planeta y la circulación general de la atmósfera, y... Se consiguen muy variados aprendizajes de múltiples maneras que no entran en las asignaturas regladas (¡ojo!, sin perder un ápice de rigor).

TODA OBSERVACIÓN ES CIENTÍFICA O NO ES TAL OBSERVACIÓN.

No se podrá anotar todo lo que se ve, pero se ha de ver todo lo que se anota; no lo que se quiere ver, sino lo que hay.

El niño necesitará algunas ayudas y las intervenciones del profesor serán siempre rigurosas. Cuando se escucha una palabra por vez primera y hay que retenerla, da lo mismo que se llame seta que *Peziza*, le cuesta el mismo esfuerzo retener el nombre científico que el vulgar. En el campo se impide la “resistencia” que presentan los alumnos a los tecnicismos; es una relación más cómoda y desenfadada. No aparece la distancia que impone la jerarquía profesor-alumno. En algunas ocasiones, en el aula, parece que desconfían de los profesores a juzgar por la perseverancia que ponen en no seguir sus consejos. Por ejemplo, cuando se insiste y subraya lo más importante de un tema y se anuncia que es probable que “caiga” en el examen.

Las salidas al campo no se evalúan mediante exámenes, el aprendizaje no tiene más sanción que la satisfacción, o insatisfacción, personal. Se puede asegurar que la mente es agradecida y disfruta aprendiendo. Hay en Asturias una expresión coloquial que resulta definitiva por su claridad:

me “aprendió” y me enseñó. Enseñar, en su versión más pobre y limitada, no es más que mostrar. Si el chico dice *me aprendió*, manifiesta que incorporó un nuevo aprendizaje que ya tiene consolidado e integrado.

Se trata de crear mapas conceptuales a partir de referentes experienciales. Frecuentemente, los conocimientos no están vinculados ni entre sí ni con el sujeto. Son realidades ajenas y no tienen más vida que la que dura su presencia ante nosotros, como si de alguna partícula subatómica se tratara.

Cuando vemos en una revista fotografías del Coliseum, apreciamos la perfección técnica con la que ha sido tomada la imagen o el estado de conservación del precioso monumento. Si estas fotografías nos son mostradas por algún amigo, nos fijamos algo más y sufrimos pacientemente sus explicaciones. Si la fotografía la tomamos nosotros, no se nos ha escapado detalle: el color del cielo, el tráfico,

las dificultades que hubimos de superar para encontrar una buena posición, la buena o mala conservación del monumento, su función en el mundo romano, el poder de los emperadores, el mundo clásico. No digamos nada en el caso de una montaña con las muchas dificultades que entrañó su ascensión, la rica y variada fauna y flora de sus laderas, más los riesgos que afrontamos con serenidad y valentía hasta coronarla.

Llevado esto a las salidas o excursiones que se hacen con los niños, cada una de ellas se convierte en una aventura que, con seguridad, nunca olvidarán.

Todos hemos sido sujetos pacientes en miles de horas de clases recibidas de las que, por lo general, carecemos de recuerdos. De los profesores sólo recordamos aquellos que tenían algún rasgo original o las anécdotas que entonces pudieron darse. Pero, LAS SALIDAS Y EXCURSIONES QUE REALIZAMOS LAS RECORDAMOS TODAS.

Una tarde lluviosa y calurosa de la pasada primavera, observamos el vapor de agua que se desprendía del campo de fútbol, y llegó a ser verdaderamente llamativo, porque parecía alguno de los efectos especiales de ciertas películas. Unos niños se acercaron a preguntar por el origen y la naturaleza del fenómeno. Aclaradas las dudas, uno de ellos vuelve con otra pregunta:

– *“Las burbujas que se ven en el fondo de algunas charcas, ¿qué son?”*

El agudo observador era un muchacho que practicaba el senderismo con sus padres y observaba la presencia de estas burbujas en algunas charcas y turberas.

– *“Las burbujas que ves son, casi siempre, de un gas llamado metano. Aparece en la materia orgánica en descomposición, como en el estiércol o las ventosidades”* (codazos y mal disimuladas carcajadas).

Para los profesores allí presentes, su mente se volvió transparente y casi llegamos a ver cómo generalizaba el fenómeno y construía un auténtico mapa conceptual. Acababa de conseguir relacionar un

gran número de observaciones: los combustibles fósiles gaseosos, la formación de estos gases (aunque a escala de micromundo) en las turberas, la energía no renovable,...

Los contenidos experienciales actúan como soporte de los contenidos teóricos. Pese a que hay una oferta verdaderamente generosa en vídeos, enciclopedias, documentales en televisión, etc., esta cantidad de imágenes confunde la Naturaleza real con una impersonal y de “plástico”, creando insensibilidad. Es positiva e integradora la propia experiencia. Las imágenes del mundo se presentan como virtuales, lejanas, exóticas. Menudean los documentales sobre las ranas venenosas de tal o cual selva, los escarabajos peloteros, minúsculos pajaritos que liban el néctar de flores que están en peligro de extinción. Todo esto crea distancia entre el niño y la realidad, distancia que muchas veces no es capaz de proporcionar y confunde la realidad con la ficción.

En la guerra que mantuvo EE.UU. contra Iraq, quizá algún lector lo recuerde, el piloto que primero arrojó sus bombas sobre la ciudad fue interrogado por los periodistas, y entre otras cosas, se interesaron por lo que sintió al arrojar las bombas. La respuesta fue verdaderamente escalofriante:

– *“Me recordó la Navidad por los colores de los incendios”*.

Verdadera frase lapidaria, pues recuerda las lápidas de los cementerios.

Las salidas al campo deberán crear actitudes. Podemos aceptar como actitud el tinte afectivo, positivo o negativo, que impregna toda acción desde el mismo nacimiento de la idea.

La convivencia, la tolerancia, la xenofobia y cualquier tipo de discriminación por sexo, edad, religión, etc., encuentran un escenario ideal para ser tratadas en estas situaciones cuando la tolerancia es el valor que hace posible las sociedades. En esta misma línea pueden inscribirse las relaciones entre los propios alumnos. Algunos, más o menos marginados, consiguen su integración a base de destacar en alguna de estas actividades fuera del aula. No parece necesario relatar los numerosos casos que todos conocemos, pero sí resaltar la enorme eficiencia de estas relaciones fuera del aula.

No se puede teorizar en el aula con la compostura en los viajes. A viajar sólo se aprende viajando. Es inexplicable el griterío que organizan los niños al subir a un autobús para ir de excursión cuando en ese mismo autobús viajan diariamente con toda normalidad. Es un ejemplo de los comportamientos que no se pueden desarrollar en el aula. También se consiguen mejores frutos en el desarrollo del campo de lo social: dar respuestas proporcionadas (si te pisan, no puedes responder con un puñetazo en la nariz), pedir perdón, aprender a “desenfadarse”, a compartir objetos y también protagonismo, a escuchar, y a limitar el uso del pronombre YO, que pasa a NOSOTROS y se amplía a ELLOS.

Podemos asistir a un fenómeno de enriquecimiento mutuo: que se despierten algunas vacaciones en el grupo de niños, y/o, en sentido inverso, que algunos niños impliquen tanto a los profesores en sus intereses como para crearles una auténtica y duradera afición¹. Muchas de estas acciones tendrán una vida corta en algunos niños, pero otras se integrarán en su desarrollo y formarán parte de su personalidad; y, no pocas, despertarán vocaciones profesionales, lo que acontece con el paso de los años al sucederse el desfile de profesores.

Una de las enormes dificultades que tiene la acción educativa radica en que nuestras ideas deberían tener validez dentro de 20 años, cuando estos niños empiecen a ser gestores y usuarios de los recursos naturales. Así vistas las cosas, parece que el camino bueno será innovar.

Muchas veces las salidas están viciadas desde el primer momento; parecen excursiones para pasar el día fuera. Sólo se trata de marchar con ropa de campo, disfrutar disciplina más relajada y, acaso, iniciar una colección que no dura más de una semana.

Es frecuente que en las visitas a los yacimientos de fósiles, los escolares se carguen los bolsillos con ejemplares, y lo mismo cuando se trata de flores, frutos, hojas, etc. El objetivo es conocer en origen el medio en el que estamos inmersos y no llevar a casa o al colegio parte de él. Fotografiar, dibujar, tomar apuntes y confeccionar un cuaderno

¹ Me inicié en el mundo de la Micología de la mano de un niño de seis años. Hoy somos amigos y, dada su condición de médico, me trata como paciente. Su padre, D. Manuel Sánchez-Ocaña fue de los primeros micólogos del país y el pequeño estaba habituado a salir al campo en busca de setas.

de campo, es de máxima utilidad. Sacar de su sitio cualquier elemento no es más que un expolio. Para conocer los ejemplares más conspicuos de cualquier *pieza*, hay numerosos museos repartidos por todo el país, libros con magníficos dibujos, colecciones de láminas, vídeos, televisión, CD, Internet, etc.

Con la Naturaleza no se puede ser neutral. Es imprescindible prestar excepcional importancia a la ecología, a la pureza y necesidad de conservación por propia necesidad y lejos de todo romanticismo. Es una apremiante necesidad.

Las salidas no pueden ser de *Ciencias ni de Letras*. En Educación Primaria es muy adecuado el título de la asignatura “Conocimiento del Medio”.

Tenemos que elegir una zona concordante con nuestros intereses (que no tienen que ser, necesariamente, ni del texto, ni de la programación). Es importante tener en cuenta: la época de año, meteorología reciente, seguridad y lugares de ocio y esparcimiento en la comida, etc.

¿Cuáles serán los objetivos? principalmente serán de carácter procedimental, de tal manera que una salida desarrollada con los puntos prefijados desarrolla un elevadísimo número de procedimientos, que serán útiles para todas las demás asignaturas.

Respecto a la cartografía podemos contar con: mapa topográfico 1:50.000, 1:25.000, geológico, de cultivos, militar, foto aérea. Son relativamente fáciles de encontrar en las librerías o en los diversos organismos de la Administración Pública, y en Internet, como es el caso.

La climatología se encuentra en cualquier texto, lo que no sucede tan frecuentemente con la flora y fauna.

La información referida a la fauna siempre está amputada y frecuentemente sesgada, porque parece que sólo los animales que pueden tener interés “turístico” merecen ser mencionados, respetados y protegidos. Craso error. Todos, sin excepción, forman parte de nuestro mundo. Ver hormigas, caracoles, escarabajos, mariposas, ranas, tritones, etc., es mucho más fácil que ver otros animales y son mucho más espectaculares nuestros descubrimientos sobre ellos (sociedades de in-

sectos). Podemos “descubrir” las huellas de los vertebrados: pisadas, egagrópilas, excrementos, pelos, troncos de árboles gastados por el roce (señales de territorialidad).

Topografía: natural o humanizada (desmontes, obras públicas, construcciones, rellenos de valles, etc.).

Vegetación espontánea: arbórea, arbustiva, herbácea, muscinal.

Cultivos: labradío (tubérculos, forrajes, legumbres, remolacha, cereales, lino, girasol, arroz, etc.), pasto (pradera de diente, de diente y corta, de corta), silvicultura, monocultivos de especies de rápido crecimiento (pinos, eucaliptos, abetos, alerces, etc.).

Arbolado: autóctono de caducifolios o perennifolios.

Acción antrópica: comunicaciones, núcleos habitados, arquitectura (industrial, militar, religiosa, civil –rural, viviendas de 2ª residencia–, artística, histórica, etc.), actividades turísticas, agricultura, cabaña ganadera, instalaciones de las viviendas adecuadas a las necesidades, etc.

Ejemplos detallados de algunas actuaciones

Estudio de un río:

Cuenca hidrográfica (km²).

Régimen pluvial.

Laderas de roquedo más o menos deleznable o soluble, que dan muy variadas formas de relieve según sea su naturaleza: desfiladeros, *lomos de ballena*, *sillas de montar*.

Factores que lo condicionan: clima.

Inundaciones: laderas con o sin vegetación.

Erosión, transporte y sedimentación.

Aguas subterráneas.

Monte bajo o maderable.

Prados: cerrados o abiertos.

Tipos de propiedad: comunal o particular.

Musgos y líquenes: buscar en troncos, taludes, laderas umbrías.

Fauna: podemos obtener los mayores éxitos en plumas, invertebrados y huellas.

Contaminación: la estudiamos en ese punto concreto, en la desembocadura en el mar, las depuradoras que se encuentran en su curso. Nos fijamos atentamente en la publicidad que se hace en televisión sobre productos de limpieza y cosmética e insistimos en que todos estos productos van al río primero y al mar después.

Embalses: aquí se hace presente la necesidad y dificultad para armonizar los intereses puramente ecológicos con las necesidades de nuestra sociedad de bienestar. Molinos: atendemos a los regímenes de usos del agua: molienda y regadío.

Es irrenunciable la toma de contacto con los lugareños. Gracias a ellos podemos conocer su forma de vida, costumbres y tradiciones, cultivos, industrias, etc. de primera mano.

Estudio de la meteorología dominante en un lugar:

Meteorología y Climatología son ciencias distintas aunque con muchos puntos de contacto.

En cualquier centro, por muy escasos que sean sus medios, se puede instalar una estación meteorológica. El Ministerio de Fomento cede el material necesario para los registros de precipitaciones, temperaturas máxima y mínima, y la ficha modelo que se ha de cumplimentar. Se trata, en realidad, de una colaboración con el citado ministerio.

Aspectos que vamos a observar:

- La dirección del viento se determina con una veleta (puede ser de construcción propia combinada con el correcto uso de la brújula) y su intensidad con el anemómetro.
- Rocío y escarcha.

- Precipitaciones sólidas o líquidas medidas en l/m².
- Temperatura mínima y máxima.
- La humedad relativa.
- La presión atmosférica.

¿Quién mira al cielo? Quizá a los más pequeños se les pueda preguntar sólo si llueve o luce el Sol, pero en los últimos cursos de Educación Primaria se pueden seguir los aciertos y errores de los pronósticos de televisión o los de la prensa diaria.

Algunos elementos determinantes en el desarrollo de las setas:

La Micología es ciencia de relativa novedad para los naturalistas españoles. La Sociedad Británica de Micología celebró su primer centenario sobre 1997, y llama la atención que, siendo los ingleses poco dados a la ingestión de setas, hayan fundado una sociedad de este perfil y la hayan mantenido más de un siglo. La explicación está en su exquisita educación naturalista.

El desarrollo de los hongos depende de varios factores que los aficionados a la Micología deben conocer para optimizar sus salidas al campo: suelo, hábitat, clima y meteorología, época del año y situación geográfica.

El Suelo: es el marco natural en el que se desarrollan la mayoría de las setas y está determinado, fundamentalmente, por la naturaleza del sustrato geológico.

Hábitat: se entiende aquí la cubierta vegetal de un lugar determinado. Este rasgo es de los más importantes porque algunas especies sólo crecen asociadas a vegetales específicos. Los hábitats que se citan a continuación son los más atractivos para la recogida de setas:

- En suelos muy nitrogenados crece copiosamente *Coprinus comatus*.
- En los excrementos del ganado prosperan *Panaeolus*, *Stropharia* y *Psilocybe*, entre otros.

- En los prados de diente y corta se encuentran *Lepiota*, *Clitocybe geotropa*, *Marasmius oreades*, *Calocybe gambosa*, *Melanoleuca*, *Lycoperdon*, *Hygrocybe*, *Agaricus*, entre otras. Entre la hierba asoman los carpóforos y se localizan las setas con relativa facilidad. En los herbazales muchas especies crecen formando círculos, arcos o líneas debido al desarrollo centrífugo de su micelio, éste establece una relación con los vegetales, que crecen llamativamente más fuertes y verdes, lo que marca en el campo un círculo que destaca claramente sobre el prado, es la *corra* (así se conoce en Asturias, término que en otras tierras no se emplea en este sentido).
- En los bosques de castaño y roble crecen *Boletus*, *Cantharellus*, *Hydnum*, *Lactarius*, *Tricholoma*, *Russula*, *Amanita*, *Craterellus* y un sinfín de géneros.

Antes de agacharse para cortar el ejemplar avistado, se debe remover la hierba u hojarasca con el bastón para ahuyentar cualquier animalito no deseado que puede dar un susto y hasta amargar el día. Y siempre se debe prestar gran atención al pisar porque es corriente aplastar inadvertidamente los ejemplares más jóvenes. Téngase en cuenta que este listado de géneros y especies es muy somero y muchas se desarrollan en varios hábitats.

Para el no iniciado, ver las setas supone un esfuerzo considerable, pero las hay en casi todos los sitios. Alcanzan, por razones desconocidas de momento, un mimetismo pasmoso, incluso los colores más vivos y contrastados pueden pasar desapercibidos a un buen ojeador.

TODAS ESTAS CREENCIAS POPULARES SON FALSAS:

Si se cuece con objeto de plata y éste se pone negro, el hongo es venenoso; y comestible si no sucede.

En un mismo lugar de nacimiento sólo sale una especie de setas.

Las setas comidas por animales son comestibles.

Excursión micológica

Objetivos:

Se trata de elaborar el inventario de la riqueza micológica, posterior conservación como archivo fotográfico, y descripción de las especies consideradas más interesantes o novedosas.

Metodología y desarrollo:

Para la realización del trabajo de campo, se eligen los puntos que prometían ser más interesantes de acuerdo con el hábitat, la meteorología reciente, altitud, orientación y época del año. Se tendrán en cuenta las acciones antrópicas: zonas quemadas, actividades extractivas, bosques talados, terrenos roturados, abonados y estercolados, introducción de especies foráneas, y la alteración que han sufrido las riberas por la acción de embalsar y desembalsar (si se da el caso), etc.

El estudio debe ser sobre ejemplares completos que conserven todos los rasgos morfológicos macroscópicos y estén en fases distintas de su ciclo vital.

En las fotografías se introducirá, si es posible, algún elemento que permita identificar el hábitat en el que crece.

Primeros pasos para identificar setas:

No ocurre nada por oler o masticar y escupir un trocito de seta aun siendo venenosa, aunque, en los casos de los hongos realmente peligrosos no hace falta llegar a este extremo para su correcta identificación; sus caracteres son tan claros que se determina la especie con cierta facilidad.

En algunos casos, la carne al ser cortada varía de color por oxidación, puede exudar líquidos, picar, tener olores particulares,...

Si el aficionado quiere profundizar en sus conocimientos, no tiene más remedio que recurrir a la bibliografía especializada, ahí encontrará la forma más eficaz para clasificar una seta correctamente: el

uso de las claves de identificación. Muchas de estas claves se suelen basar en el color de las esporas que separan Familias micológicas con rasgos morfológicos comunes.

Aunque las esporas son microscópicas, es tal la cantidad que produce un espécimen que la mancha coloreada que forman es observable a simple vista.

Para su obtención, sólo es necesario colocar el sombrero de una seta con el himenio hacia abajo sobre una cartulina blanca y dejarlo secar unas doce horas en un ambiente húmedo, introduciendo la base del pie en el agua.

Conocer todos los signos, detalles, características, etc., exige tiempo y estudio, pero es la única forma de RECONOCER una seta cuando la recolectamos o nos la presenten para su determinación.

No hay otra manera de saber si una especie es comestible o no más que conocer la seta que tenemos delante, ya que no existe, por lo general, ninguna regla fácil que nos aclare este punto.

En todas las comunidades autónomas existen numerosísimas asociaciones micológicas que dedican algún día a la semana (generalmente los lunes), a identificar, los ejemplares que les lleve cualquier aficionado.

Estudio de un árbol

Elección del ejemplar/es para el estudio.

Determinación de Familia, Género, Especie.

Lugar de procedencia, p.e.: Sudeste asiático, Australia, Nueva Zelanda, Mediterráneo, Balcanes, etc.

Plantación de monocultivo, bosque, elemento decorativo, etc.

Aplicaciones: ornamental, construcción, embalajes, juguetes, palos de críquet, mobiliario, mástiles, frutales, industriales, medicinales, etc.

Describir sus características al principio de la actividad:

- Corteza.
- Copa.
- Hojas.
- Floración.
- Frutos.
- Edad.
- Altura.

Observar las variaciones estacionales que experimenta a lo largo del año.

Observar los organismos (vertebrados e invertebrados) que viven en la corteza, en la copa, en vuelo.

Establecer posibles relaciones entre los organismos y el árbol: aves que nidifican, se alimentan de sus frutos o se protegen, etc.

Dibujo o fotografía del porte del árbol.

Dibujo o fotografía de flores, frutos, hojas. Mejor dibujos.

Observar agrupamientos e individualidades.

Determinación de la altura.

Reproducción, mediante calco, de las estrías y relieve de la corteza.

Medida del contorno del tronco a una altura aproximada de 1,5 m.

Fecha de aparición y desaparición de hojas, flores y frutos.

Estudio de la hojarasca (putrefacción, animalitos, hongos, etc.).

Observar las diferencias que se presentan entre las caras N y S del árbol: color, líquenes, musgos, animalitos, etc.

Localización en un mapa.

Control de los recursos renovables y no renovables que se consumen en el colegio

Es una actividad de aparente sencillez, pero sólo aparente, porque se desarrolla a lo largo de todo el curso. A los alumnos les puede resultar monótona o aburrida y esta apreciación haría fracasar el intento.

Si empezamos con el papel, la lista es mucho mayor de lo que puede parecer:

- Folios.
- Cuadernos.
- Cartón y cartulina.
- Servilletas.
- Papel higiénico.
- Papeles del área de Plástica (pinocho, vegetal, estraza, celofán, seda, charol, etc.) y también las pinturas (acuarela, cera, pastel, óleo, etc.).
- Libros.
- De impresora.
- Envases varios.
- Cartas.
- Tarjetas.
- Cromos.
- Prensa.

MUCHOS DE ESTOS
PAPELES SOPORTAN
TINTAS DE MAYOR O
MENOR TOXICIDAD.

Otros materiales tóxicos o peligrosos son las pilas, material de laboratorio, bolígrafos, plásticos, vidrio, luminarias, cartuchos de impresora, *toner*, etc.

Se puede registrar el consumo de agua y su posterior evacuación, el eléctrico y el de combustibles fósiles.

Identificación de las especies vegetales de los alrededores del colegio

Este proyecto, como algunos otros, se concibe para ser desarrollado a lo largo del curso.

Lo importante no es determinar si la planta en cuestión es *Linum* o *Centaurea*. Lo que se perseguirá es que la percepción de la variedad botánica (sin olvidar helechos, musgos, líquenes, hepáticas y hongos), tengan o no tengan flores. Esta manera de actuar no puede ser temeraria: aquellos ejemplares que se pueden identificar sin lugar a duda se identificarán; ante otros casos, la taxonomía debe detenerse en el punto en el que se acabe la certeza.

Todas ellas presentan distintos aspectos a lo largo del año y ya bien entrado el otoño, cuando parece que el campo está dormido, se encuentran sus numerosos frutos. Aunque estos frutos nos pasen frecuentemente desapercibidos, constituyen el alimento de gran número de especies (especialmente de las aves).

Son particularmente atractivos los estudios de narcisos y prímulas en los meses de enero y febrero. En estas plantas se aprecian muy claramente tanto los órganos protectores como los reproductores.

Delimitar un cuadrado y cuantificar los grupos de plantas que hay en él y, si es posible, el género y la especie, es siempre tarea grata.

Observar el nacimiento y desarrollo de las plantas próximas, aquellas que casi siempre pasan desapercibidas, cambia la óptica de la percepción de la Naturaleza y lleva al descubrimiento de que, la Naturaleza no se encuentra únicamente en las grandes reservas, sino que vivimos en ella.

Planificación de una excursión

Para llevar a cabo una excursión, resulta procedente indagar sobre los intereses de los alumnos y “encajarlos” con los del profesor.

Se proponen los siguientes pasos:

- a) Identificar el objeto de la salida: geológica, fotográfica, musgos, líquenes, flores, frutos y micología (ideales para el otoño ya avanzado), etc.
- b) Delimitar el área que se va estudiar.
- c) Definir el grado de detalle o resolución con el fin de obviar aquello que pueda desviar la atención y alejarnos de los objetivos deseados.
- d) Elaborar un documento con la información inicial a partir de los datos disponibles.
- e) Localizar las fuentes cartográficas.
- f) Recopilación de la bibliografía disponible.
- g) Preparación de fichas para la recogida de la información.
- h) Expresar gráfica y cartográficamente los resultados.
- i) Presentación de una memoria o informe final que recoja el trabajo del grupo y sirva de apoyo bibliográfico para ulteriores salidas.
- j) Valoración de los recursos documentales, económicos, humanos, etc., de los que se dispuso.
- k) Evaluación del éxito.

Incluyo algunas orientaciones en torno a la cartografía y bibliografía que pueden ayudar a “triunfar” en los numerosos escenarios en los que realizamos nuestras funciones:

Mapa geológico de España. 1:50.000.

Cartografía temática ambiental.

Ortofotomapa. (1:25.000).

Mapas. 1:50.000 y 1:25.000. Instituto Geográfico y Catastral.

Mapa Topográfico Nacional de España. 1:25.000. Instituto Geográfico y Catastral.

Árboles y arbustos de Europa. POLUNIN, Oleg. Ediciones Omega, S.A. BARCELONA, 1976

Manual de sencillo manejo. Muy útil para identificar la mayoría de las especies arbóreas del territorio español. Ilustrado con muy buenos dibujos.

Puede ser manejado por los niños si cuentan con orientación. Se debe evitar la identificación de las especies únicamente a través de dibujos o fotografías; ambos podrán confirmar o descartar la determinación.

Ciencia y Política de los montes españoles. GÓMEZ MENDOZA, Josefina. Edita: ICONA. Colección Clásicos. MADRID, 1992.

Obra fundamental para conocer la historia de la ciencia forestal española desde mediados del siglo XIX hasta la guerra civil de 1936-39. Las distintas concepciones que se han tenido de los bosques estuvieron muy influidas por las circunstancias socioeconómicas de cada momento, lo que determinó el uso y gestión de los mismos.

Obviamente, los montes que tenemos son consecuencia de todas las actuaciones anteriores.

Los niños pueden estudiar las noticias que aparecen en los medios de comunicación sobre plantaciones, repoblaciones, incendios, etc.

La magia de los árboles. ABELLA, Ignacio. Edita: Integral. Barcelona, 1997.

Bellísimo. Riguroso y asequible. Botánica, plantación, planificación del paisaje, utilidades, ritos y costumbres, todo tratado amablemente en este libro. Ideal para ser leído y comentado en la clase.

Se trata de un verdadero *filtro de amor* para caer rendido en sus ramas.

La vegetación de España. Varios autores. Edita: Universidad de Alcalá de Henares. 1987.

Síntesis fitosociológica sobre la vegetación en España. Libro que combina el rango universitario con la divulgación.

Se dirige a personas con conocimientos de Fitosociología.

Es de gran interés explicar a los niños las asociaciones que se dan en los vegetales para ayudarse y protegerse.

Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e Islas Baleares. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. MADRID, 1987.

Dirigido a los administradores de nuestra riqueza natural. Aparentemente es de poca utilidad para niños y profesores, demasiado “elevado”; pero la clasificación del grado de amenaza al que está sometida cada especie según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), los factores de riesgo, y las fichas de las especies contienen información de sumo interés.

Lista Roja de los vertebrados de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. MADRID. 1986.

Similar al anterior. Quizá sea más manejable para los niños porque conocen más animales que vegetales. Lamentable situación que conviene igualar.

Aquí, los niños se quedan muy sorprendidos al saber que algunas mariposas, serpientes, ranas, y otros muchos animales que consideran insignificantes o “humildes”, atraviesan difícilísimos momentos

en orden a su supervivencia; y es tan emocionante contribuir a salvar su vida como la de un tigre de Bengala.

Los árboles en España. Manual de identificación. LÓPEZ LILLO, A., SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, J.M. Mundi-Prensa Libros, S.A. MADRID, 1998.

Completísimo volumen el que se encuentran casi todas las especies arbóreas de España. Además de los autóctonos, incluye los de decoración y jardín, plantaciones y repoblaciones, etc. Verdaderamente imprescindible para responder a las preguntas que nos hacen los niños y les contestamos:

– “Ya lo hablaremos en el colegio”.

Los bosques ibéricos. Editorial Planeta. BARCELONA, 1996.

Libro de que trata la geobotánica de los bosques de la Península Ibérica con gran claridad. Los factores que determinan el paisaje en la actualidad, la biogeografía, la historia y evolución de los bosques, y las características de cada uno de ellos, convierten este manual en imprescindible siempre que se explique un hayedo, un abedular o los pinares mediterráneos.

Los montes de España en la Historia. BAUER MANDERSCHIED, Erich. Fundación “Conde del Valle de Salazar”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. MADRID, 1991.

La primera impresión puede ser de sorpresa: un alemán escribiendo sobre la historia de los montes de España. Pues bien, superada ésta, se disfruta de una mirada a la historia de España desde los implacables y continuados ataques a los bosques. El Poder se preocupaba, y ocupaba, del estudio de árboles y bosques para que no faltara materia prima para la construcción naval ni combustible para las fundiciones metalúrgicas.

Las editoriales Omega e Incafo, entre otras, tienen numerosas publicaciones de guías de campo de setas, aves, flores, etc., válidas para todo el país. Se pueden encontrar desde las que son adecuadas para principiantes hasta las propias de niveles más avanzados. Contienen información sobre:

Nombres científicos y vulgares en las diversas lenguas del país y en Francés, Inglés y Alemán, y también:

- Descripción
- Hábitat
- Floración
- Usos: cosméticos, combustibles, curtientes, etc.,
- Significado a través de la Historia.

Para setas, además de los que se encuentran en las citadas editoriales, son muy útiles los tres tomos de D. Ramón Mendaza y Rincón de Acuña, editados por IBERDROLA.

NOTA: Todas las anécdotas relatadas fueron vividas por el autor.

EL PARQUE DE LA NATURALEZA DE CABÁRCENO: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Santiago Borragán Santos

Coordinador de los Servicios Veterinarios
del Parque de la Naturaleza de Cabárceno
Santander.

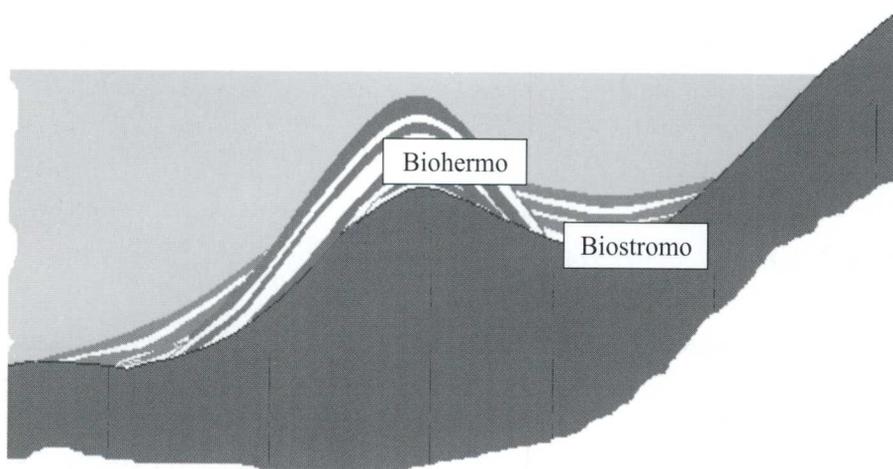
PASADO

El Parque de la Naturaleza de Cabárceno se encuentra situado a unos 17 Km de Santander, al sur de su bahía y en las faldas de la sierra de Cabarga. Ocupa una superficie de unas 700 Ha. y en él está situado, en cuanto al manejo de los animales salvajes se refiere, el parque zoológico más innovador que hay hoy día en Europa. Sin embargo, en él encontraremos algo más que un “arca de Noé” más o menos bonito; está construido en un paraje declarado “Punto de interés Geológico-Minero” y se ha convertido en sus 10 escasos años de existencia en uno de los lugares de visita obligatoria para todo aquel que viaje a Cantabria. Es un lugar con una amplia historia y cualquier comentario que realizásemos sobre él, quedaría incompleto si no hablásemos de su génesis, de los complejos fenómenos geológicos que le hicieron ser como es y que hacen al visitante que lo recorre el sentirse inmerso en la NATURALEZA con mayúsculas.

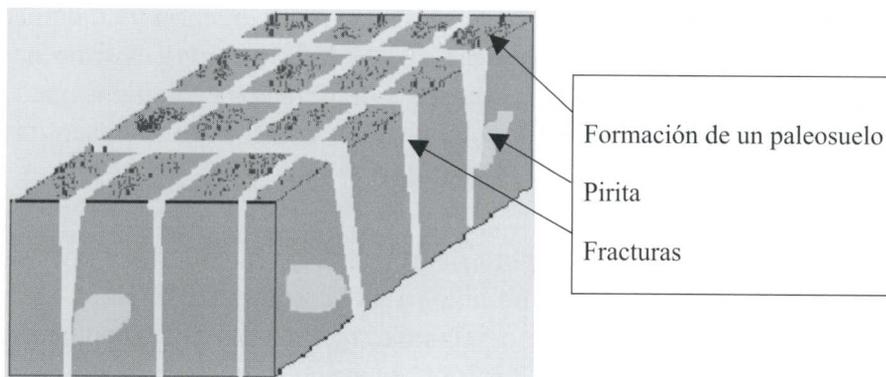
El paisaje del que ahora disfrutamos no ha sido siempre así, sino que es el resultado de un amplio proceso evolutivo. Hace unos 160 millones de años en la era Secundaria (Jurásico Medio) comenzó a separarse lo que es hoy la Cornisa Cantábrica de la Bretaña francesa, dando origen a lo que actualmente es el golfo de Vizcaya. Fue un proceso largo que comenzó a ralentizarse en el Cretácico inferior (110 millones de años); el clima del planeta era muy cálido y no había hielo ni en lo alto de las montañas ni en los casquetes polares, lo cual hizo que el nivel del mar se elevase considerablemente.

En aquel tiempo lo que hoy es el P.N. de Cabárceno era fondo marino, una plataforma continental de 35 a 50 m de profundidad; el lugar ideal dado el clima tropical que reinaba para que comenzase a formarse un gran arrecife de coral.

FORMACIÓN DEL ARRECIFE CORALINO



ARRECIFE EMERGIDO Al final del Cretácico Inferior, desde los 98 a los 94 millones de años

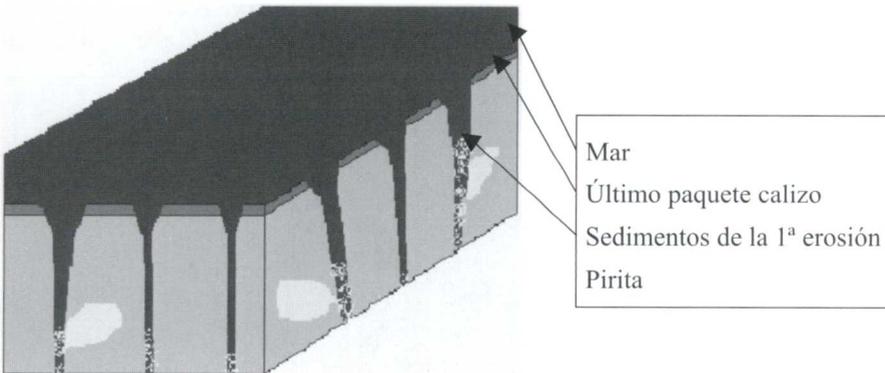


Como es sabido, los arrecifes están formados, principalmente, por pólipos coralinos y algas calcáreas que crecen en altura recibiendo el nombre de “biohermo”. Este tipo de arrecife facilitó la formación de

una plataforma de aguas tranquilas donde se depositaban barros” (biostromo), compuestos por esqueletos calcáreos de organismos no constructores, como fueron los rudistas, las ostras, almejas, mejillones, caracoles, etc., que unidos a trozos de pólipos que el oleaje arrancaba del arrecife constituyeron depósitos que formaron capas estratificadas de calizas biostromales; de esta manera es como se formó la actual Sierra de Cabarga, que cuenta con una extensión de 2.588 Ha y un espesor de 650 m. Al final del Cretácico inferior (98 millones de años), la actividad tectónica que se había iniciado en el Jurásico se ralentiza mucho, al mismo tiempo que un descenso en el nivel de las aguas del mar, provoca que salga a la superficie el arrecife de coral, produciéndose sobre él una primera e incipiente erosión (Karstificación) que duró unos 4 millones de años y que dio origen a la formación de las primeras grietas y simas en la caliza. Posteriormente, el mar volvió a cubrir el arrecife rellenando con diferentes sedimentos las grietas conformadas.

ARRECIFE SUMERGIDO

Al final del Cretácico inferior de 94 a 90 millones de años



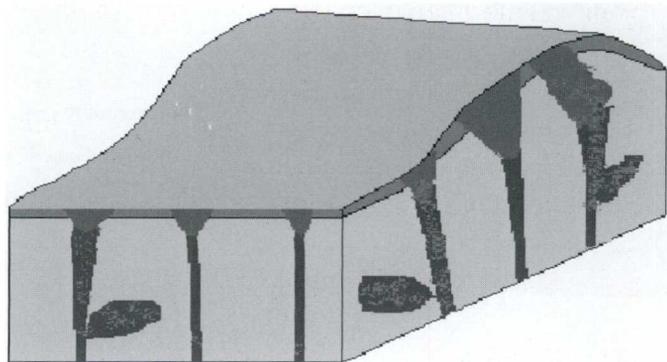
En el Cretácico Superior, las aguas se fueron retirando poco a poco dando origen a la formación de una zona pantanosa. Estamos hablando del comienzo de la era Terciaria, cuando ya se habían extinguido los dinosaurios y comenzaban a poblar la tierra los primeros mamíferos y las angiospermas (plantas con flores), el clima se fue haciendo progresivamente más frío y tuvo lugar el llamado “Plegamiento Alpino”, que elevó la costa retirando definitivamente las aguas de lo que es

actualmente el P.N. de Cabárceno, y formó los relieves de lo que es hoy la Sierra de Cabarga, comenzando la erosión definitiva de este macizo calizo que dio con el paso de millones de años al “karst “que ahora podemos contemplar.

Llegado a este punto, resulta interesante explicar que el karst que encontramos en Cabárceno presenta unas características muy especiales, dado que por su aspecto parece más un karst de origen tropical (con grandes agujas de caliza) que no un karst convencional y de los que Cantabria es un claro exponente a nivel nacional (sistema subterráneo de cuevas y simas). La explicación de por qué esto ha sido así es compleja, dado que cuando comenzó el proceso de karstificación, Cantabria estaba muy alejada del trópico. La formación de un karst viene producida fundamentalmente por la acción del viento, el agua y el CO_2 del aire. Hay que pensar que el CO_2 interacciona con el agua (H_2O) de la lluvia dando origen a un ácido débil, el cual atacará el carbonato cálcico, procediendo a la disolución de la piedra caliza.

TERCIARIO (60 MILLONES DE AÑOS)

Plegamiento Alpino, todo el arrecife sale definitivamente a la superficie, tiene lugar la erosión más importante, Karstificación



Ésta es la manera en que se formaron los sistemas karsticos de cuevas y simas que tan abundantes son en Cantabria. Sin embargo, en el P.N. de Cabárceno concurren otros dos fenómenos especiales

que posibilitaron la formación del karst de tipo tropical que actualmente existe, y son:

- A) La dolomitización de la caliza; por lo cual el ion calcio del carbonato cálcico que conforma la caliza, se ve sustituido por un ion magnesio del cloruro magnésico, lo que hace que la roca adquiriera una mayor dureza y, consecuentemente, resistencia a la erosión. Este proceso químico provoca una reducción del volumen de la roca, borrando las huellas de los restos orgánicos arrecifiales (no hay fósiles). Basta con contemplar la Tabla Periódica para darse cuenta que el n° atómico del calcio es 20 mientras que el del magnesio es 12, esto determina una capa menos de electrones y por lo tanto un menor tamaño

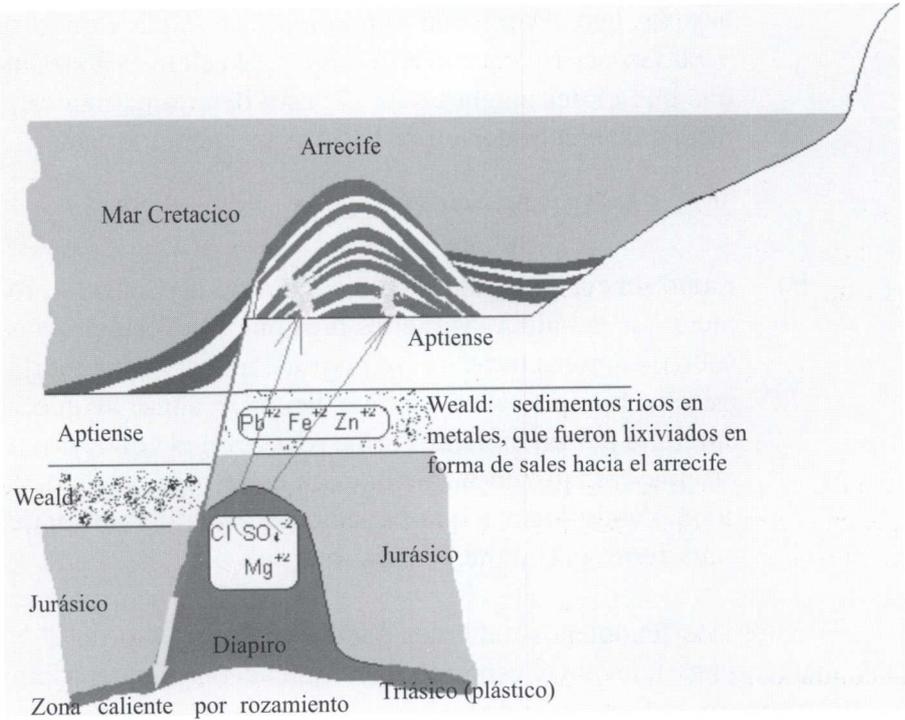


- B) La presencia de un diapiro bajo la Sierra de Cabarga propició que debido a las fuertes presiones que éste provoca sobre la corteza terrestre (se podría explicar su comportamiento, como el de un globo lleno de agua, al que al apretarle por un extremo forma relieve en el contrario) se originase una intensa fracturación en la roca caliza de la zona, dando lugar a que la acción erosiva del aire y del agua fuese más rápida y más intensa.

Estos dos fenómenos naturales adquieren en el caso del P.N. de Cabárceno una relevancia especial, dado que además de contribuir enormemente en la formación de un karst de tipo tropical, propician la aparición en la superficie de mineral de hierro, cuestión que marcará hasta nuestros días, la historia de este enclave.

Los movimientos tectónicos a los que anteriormente me he referido que llevaron aparejados la apertura del Golfo de Vizcaya, reactivaron las fallas que se habían producido durante el plegamiento Hercínico, haciendo que los sedimentos de yesos, sales y margas que se habían depositado en el Triásico (hace 220 millones de años), al ser más plásticos que las rocas superiores, ascendieran formando domos o diapiros, uno de los cuales como anteriormente he comentado se situó debajo de la Sierra de Cabarga. Estos movimientos produjeron un ca-

lentamiento, por rozamiento de las rocas que hizo que las soluciones atrapadas entre ellas fueran ascendiendo por efecto del calor y se cargaran de iones de cloro, azufre y magnesio al atravesar los diapiros salinos. En su camino ascendente, los fluidos toparon con los sedimentos ricos en hierro y otros metales, lixiviándolos y cargándose de ellos. La lixiviación es un fenómeno por el cual se produce el traslado en un medio acuoso de una mezcla de elementos complejos, así el hierro, magnesio, plomo, etc., fueron trasladados en forma de sales diversas (Cl_2Fe , Cl_3Fe , SO_4Fe , Cl_2Mg , etc.).



Al llegar estos lixiviados al arrecife y cambiar las condiciones de pH y potencial de oxido-reducción, se produjeron dos importantes hechos:

- A) La dolomitización de la roca caliza, cuestión ya explicada anteriormente.
- B) Que el hierro, plomo y cinc fueran penetrando en forma de sulfuros (pirita, blenda, galena, etc.) en los huecos existentes en la piedra caliza. Parte de estos metales se

oxidaron al quedar por encima del nivel hidrostático o entrar en contacto con el aire. Los óxidos así formados fueron transportados en solución hacia la red kárstica precipitando en los rellenos arcillosos y formando la “goethita” (óxido de hierro hidratado); que se presenta en forma de nódulos más o menos pulidos y que recibe el nombre, en el argot minero, de “chirta”. El tamaño de estos nódulos es muy variable y puede oscilar entre más de 1.000 kg y escasos gramos, formando arenas férricas.

Este complejo proceso de karstificación provoca la formación de miles de toneladas de arcillas de descalcificación, que fueron rellenando las grietas que aparecían en la superficie del macizo calizo, protegiendo por un lado, la piedra caliza de una mayor erosión y por otro que el karst se cubriese de tierra posibilitando el crecimiento de especies vegetales y presumiblemente la formación de un frondoso encinar que daría cobijo a multitud de seres vivos que encontrarían en este lugar un sitio ideal para vivir.

Hace 100.000 años entre estos moradores, se encontraban nuestros antepasados, los “Hombres de Neanderthal”, que poblaron esta Sierra aprovechando las excelentes condiciones de habitabilidad que presentaba, dada la cercanía de la costa, la multitud de abrigos y cuevas que en ella se podían encontrar y el gran número de caza que por allí había. Dentro de las 700 Ha con que cuenta el Parque en la actualidad, se pueden encontrar dos cuevas que sirvieron de refugio al hombre primitivo durante el Paleolítico, según se ha podido constatar por los restos allí encontrados. Pero en un radio inferior a dos kilómetros, podemos encontrar bastantes más, de las cuales las más destacadas son la cueva del Morín, la Peñona, el Gallinero, la Llosa, el Oso, el complejo de la Castañera y la Piedra. Todas muestran vestigios de haber estado habitadas, pudiéndose encontrar en ellas restos de industria lítica, concheros, grabados, pinturas, restos óseos y hasta enterramientos.

De todas, la más importante es la cueva del Morín (a escasos 200 m de la entrada del Parque). Fue explorada por primera vez por Obermaier en 1911, aunque no fue hasta 1968 cuando Echeagaray y Freeman realizaron un completo estudio sobre ella y constataron su importancia. Presenta una de las mejores series estratigráfica que se conocen en el mundo sobre el período de tiempo que abarca desde el

Musteriense al Auruñaciense (40.000 a 20.000 a. C.) y, además, en ella se encontraron los primeros enterramientos de esta época que se descubrieron en España (cuatro en total). Uno de los cuales, en muy buen estado de conservación, fue extraído junto con un bloque de tierra y transportado a los Estados Unidos donde fue tratado convenientemente para facilitar su conservación y actualmente se muestra al público en el Museo Altamira. Se trata de la silueta dejada por los restos de un varón adulto de Hombre de Cro-Magnon con su correspondiente ajuar funerario. Todas estas cuevas fueron habitadas hasta el Neolítico.

Resulta fascinante cerrar los ojos e imaginar a estos antepasados nuestros, moviéndose por la Sierra de Cabarga, cazando, pescando o recolectando semillas, frutas y raíces. Cuando las condiciones climáticas comenzaron a cambiar (10.000 a. C.) y el medio ambiente se volvió menos hostil para el hombre. Éste comenzó a sustituir la caza por los rebaños de animales domesticados y la recolección oportunista de semillas y raíces por los cultivos estables. En ese momento, los grupos de humanos comenzaron a abandonar las cuevas y a volverse sedentarios. De esta época, conocida con el nombre de Neolítico, tenemos muy pocos datos, tanto en la zona de lo que es hoy el Parque, como en toda Cantabria. Es la época en la cual se construyeron los grandes monumentos megalíticos (dólmenes, menhires, etc.) y se comenzó a conocer y a usar los primeros metales; por lo cual, a esta época, se la conoce como la Edad de los Metales o del Bronce que abarcó desde el 8.000 al 1.000 a. C.

El primer metal en usarse fue probablemente el cobre, dado que es, junto con el oro, uno de los pocos que se presenta puro en estado nativo y que no tiene que sufrir grandes transformaciones para poderse usar. En Cantabria se han encontrado restos de esta época con una antigüedad de más de 3.000 años a. C.

El uso de los metales se fue generalizando y sustituyendo a la piedra en la elaboración de herramientas y así se comenzó a emplear el bronce (aleación formada en un 90% por cobre y en un 10% por estaño). Es en esta época cuando el hombre vuelve a dejar restos arqueológicos en el espacio que actualmente ocupa el Parque de Cabárceno. Se descubren en la mina Crespa, situada muy cerquita de lo que es actualmente el pueblo de Cabárceno y en terrenos del actual Parque, hachas,

espadas y puñales de este material, así como un caldero de gran valor arqueológico y que pasó a ser conocido con el nombre de “El Caldero de Cabárceno”, siendo fechado en el 900 a. C., y que, actualmente, está expuesto en el Museo de Prehistoria de Santander, representando uno de los restos arqueológicos más importantes descubierto en Cantabria de esta época.

Esto nos hace pensar que esta zona despertó la curiosidad de los hombres de esa época, ya no por sus inmejorables características de habitabilidad o de caza, sino por algo que había en el suelo, algo que estaba mezclado con las arcillas de descalcificación de la caliza y que iba a alterar desde la orografía de la zona hasta la idiosincrasia de las gentes, no sólo de esa zona sino de toda Cantabria; me estoy refiriendo a las “chirtas”, a esos nódulos de goethita que la acción erosiva del agua lavaría y dejaría al descubierto para que el hombre las viese y las utilizase.

No nos resulta demasiado difícil imaginar cómo los pueblos de origen céltico provenientes del norte de Europa, en una de sus múltiples correrías por la cornisa Cantábrica atacando y saqueando aldeas ribereñas, se adentrarían en la bahía de Santander y observarían el color rojizo de las arenas de esa zona; un color que a los lugareños no les diría demasiado pero que, sin embargo, a ellos, conocedores de los secretos del hierro, les indicaba la segura presencia de yacimientos de aquel extraño mineral que les permitía construir espadas y puntas de lanza, de una dureza tal, que les hacía temibles para sus enemigos, más ignorantes que ellos en el misterioso mundo de la fundición de los metales. De ahí a descubrir los yacimientos de Cabárceno y comenzar a explotar el mineral, sólo hubo un paso y, de esta manera tan sencilla, comenzó a escribirse la historia moderna de los terrenos en los cuales se asienta actualmente el P.N. de Cabárceno.

Hay que considerar que anteriormente al uso del hierro, los territorios de lo que es actualmente Cantabria, eran una zona lejos de cualquier foco cultural, pobre en mineral de cobre (sólo había un yacimiento en Soto, cerca de Reinoso) y, por lo tanto, carente de interés para los pueblos de la época; pero es a partir del descubrimiento de la metalurgia del hierro cuando los terrenos en los cuales se asienta hoy el Parque y sus alrededores comienzan a marcar la pauta en la historia de Cantabria.

Las labores precisas para la obtención y el laboreo del hierro, fueron descubiertas por las culturas Mesopotámicas y permanecieron circunscritas a esta zona hasta la caída del imperio Hitita (1200 a. C.), a raíz de lo cual, se extendió su conocimiento por todo el mundo. Asimismo fue necesaria la transformación de los antiguos hornos de cocer cerámica, que podían alcanzar una temperatura máxima de 500 °C o de los de fundir el cobre y el estaño que alcanzaban 700 °C, en hornos con muchísimo más poder calórico, dado que el hierro funde a 1.528 °C y aunque hasta la puesta en marcha de los altos hornos no se pudieron alcanzar estas temperaturas, sí se pudo trabajar el hierro por medio de la técnica conocida como “forja catalana.”

La llegada de los pueblos celtas a esta zona de Cantabria, trayendo su cultura, lengua, etc., hizo que comenzase a tener una cierta importancia y se empezase a poblar. En las alturas de la Sierra de Cabarga, dominando lo que eran las minas de Cabárceno, se ha descubierto recientemente un castro cántabro denominado Castil Negro, existiendo por lo menos otros dos en las proximidades (Solares y Santa Marina). Es seguro que de esta zona se extraía el mineral de hierro que se emplearía en la elaboración de las armas usadas por los moradores de los castros cántabros más próximos a la meseta, como eran los de Aradillos, Monte Cildad o Peña Amaya, y que tantísimos problemas causaron a la todopoderosa Roma en el asedio que ésta sometió a los pueblos cántabros de la zona.

Resulta difícil pensar que una zona tan alejada de la metrópoli (Roma), despertase un interés tan desmedido en los romanos por el simple hecho de que los pueblos cántabros atacasen a sus aliados, tribus que vivían en la meseta, con el ánimo de saquear sus cosechas y su ganado. Es más lógico pensar que los romanos conociesen de la importancia de las minas de mineral de hierro de la zona de Cabárceno por medio de los escritos que debió haber al respecto y que, ya en el siglo I d. C. y haciéndose eco de esos escritos anteriores, recogen y plasman en sus libros tanto Plinio el Viejo como el griego Estrabón; era tal la importancia de los yacimientos, que escribían que *“en el territorio de los cántabros había una montaña enorme toda ella de mineral de hierro”* asimismo, en aquella época, el “César” era Augusto, el cual estaba pasando unos malos momentos políticamente hablando, debido a la guerra civil que había mantenido con Marco Antonio y quizás por las minas de mineral de hierro que había en la zona y su ne-

cesidad de afianzarse políticamente, en el año 29 a. C. decidió enviar todo el poderío militar de la invencible Roma contra un minúsculo territorio situado en los confines de su imperio. La batalla fue muy cruenta y fueron precisos más de 10 años para vencer, que no para pacificar, a los cántabros, debiendo intervenir incluso en la guerra el propio Augusto, mandando sus legiones por tierra desde la meseta y por mar desde las Galias, desembarcando posiblemente muy cerca de las minas de Cabárceno. La derrota definitiva se produjo en el año 19 a. C. a manos de Agripa, el cual realizó una auténtica masacre entre los cántabros pasando a cuchillo a un gran número de ellos.

La presencia de los romanos en Cantabria se prolongó hasta el siglo V y aunque, como se puede ver, fue larga en el tiempo, desde el punto de vista cultural no fue demasiado profunda. Sólo se tiene constancia de que se edificasen en territorio de los cántabros dos ciudades importantes, como fueron Julióbriga, en el sur y muy cerca de lo que es actualmente Reinosa, y Flavióbriga en el este, situada en lo que es hoy Castro Urdiales dentro del territorio de los Autrigones; asimismo, se tiene constancia de que se construyeron una serie de calzadas que comunicaban los puertos marítimos, como el de Portus Victoriae (Santander), con las dos ciudades reseñadas anteriormente y que servirían para transportar mercancías, entre las que, con absoluta certeza, estarían minerales de hierro extraído de las minas de Cabárceno. Esta actividad minera trajo con ella un flujo importante de trabajadores que, aunque al principio eran esclavos en su totalidad, con el paso del tiempo y el descenso en el número de los prisioneros de guerra, se transformaron en hombres libres, cuestión que marcaría sin duda la idiosincrasia de las gentes de la zona, a pesar de que, como ya he comentado anteriormente, la “romanización” no fue demasiado profunda.

A raíz de la caída del imperio romano (siglo V), en la península Ibérica pasan a gobernar los visigodos; Cantabria y las minas de Cabárceno viven un período de recesión; se interrumpen las rutas comerciales con las Galias y la Meseta, los cántabros vuelven a refugiarse en sus montañas y el mineral de las minas tan sólo se extrae para consumo interno. Con la derrota de D. Rodrigo en la batalla de Guadalete el 711 y la invasión de los árabes, se produce la llegada al territorio de los cántabros, de gran número de refugiados, los cuales trajeron consigo parte de sus conocimientos que propiciaron cambios en el aprovechamiento de los recursos naturales y en la organización social. Así,

poco a poco, el laboreo del hierro fue evolucionando, aunque la primera gran revolución vino propiciada por los monjes Cartujos en Italia en el siglo XI, los cuales, aprovechando la energía hidráulica, consiguieron sustituir los antiguos fuelles manuales o de pie por otros que, aprovechando la fuerza del agua, permitían insuflar dentro de los hornos el doble de aire y, así, poder subir la temperatura interna haciendo que el hierro fuese mucho más maleable. También ayudó a incrementar la temperatura, la sustitución de la leña por carbón vegetal.

Estos cambios propiciaron que, en el siglo XII, hicieran su aparición en las riberas de los ríos las denominadas “Ferrerías”, a las cuales, llegaba en carros tirados por bueyes, el mineral de hierro. Fue tal la proliferación de ellas que en Cantabria, en esta época, no había menos de 25 diseminadas por todo su territorio.

Sin embargo, no es hasta el siglo XVII, cuando las minas de Cabárceno comienzan a desempeñar un papel fundamental en la economía de la zona e incluso de la región y que no cesaría hasta la primera mitad del siglo XX. Es en esta época (1628), cuando se levantan los altos hornos de Liérganes y La Cavada, situados a unos 10 km de las minas de Cabárceno, pasándose entonces de la obtención de hierro forjado (era el que se obtenía en las ferrerías y nunca llegaba a fundir), al hierro fundido, el cual, se podía verter en moldes para obtener las piezas con la forma deseada. Toda la producción de mineral de hierro de las minas de Cabárceno y sus alrededores pasa a ser entregado a los altos hornos.

Hay que considerar que en esta época, el comercio con las colonias de ultramar en América está en su máximo esplendor. Los puertos de la Cornisa Cantábrica colaboran en esta fantástica epopeya construyendo los barcos que deberían traer las mercancías desde las colonias a España, así como los que, a su vez (galeones) debían proteger a éstos del ataque de los piratas ingleses, haciendo que la mercancía llegase a buen puerto. Incluso se publicó una Real Cédula en 1534, según la cual era requisito imprescindible para que un barco se pudiese hacer a la mar rumbo a América, el que éste estuviese construido en astilleros radicados en la cornisa Cantábrica.

Del mineral de hierro obtenido en Cabárceno, salieron gran parte de los cañones (tenían fama de ser los mejores del mundo), cla-

vos, armas y otras piezas militares que se emplearon tanto en la construcción de barcos como en el descubrimiento y la conquista de América; aunque también se construyeron piezas de arquitectura civil, como los caños de las fuentes de los jardines de Aranjuez y la Granja, así como piezas empleadas en las fabricas de toda España. Tal fue el trabajo que generó esta actividad minera, que no sólo alteró el paisaje a nivel de los puntos de extracción de mineral, puesto que se hacía a cielo abierto, sino que afectó a una parte importante de la región, dado que el combustible que se empleó en estos altos hornos (carbón vegetal) procedía de los bosques próximos a las fundiciones, lo cual originó la deforestación de amplias zonas boscosas, como fueron todos los montes de la zona de Soba y Ruesga, así como los de las zonas denominadas pasiegas, que pasaron de ser zonas con bosques amplios y densos a tener el aspecto que hoy podemos ver, es decir, amplias y verdes praderas en las cuales, pastan las vacas frisonas denominadas en Cantabria “pintas”. Es muy posible que esté bastante relacionado la llegada de estas vacas frisonas a Cantabria (mediados del siglo XIX) por parte de ganaderos pasiegos, con la deforestación salvaje que sufrió esa parte de la región debido a la necesidad que tenían los altos hornos de combustible para fundir el mineral de hierro extraído de las minas de la Sierra de Cabarga.

Mientras tanto, el puerto de Santander, y con él la ciudad, adquirió una gran pujanza en esa época; se construyó el camino de Reinosa en 1753, lo cual permitió el tránsito de mercancías por carretera desde la meseta hacia el puerto y viceversa incluyéndose entre estas mercancías piezas de hierro elaboradas con mineral de la mina de Cabárceno. Se instituyó una línea marítima con La Habana, lo cual supuso la posibilidad de comerciar con las colonias y el enriquecimiento de muchos comerciantes.

Sin embargo, las minas de Cabárceno no fueron ajenas a los sucesos que convulsionaron la vida de este país, como fueron la caída del imperio español con la pérdida de las colonias de ultramar, la guerra de la independencia (1808) y las guerras carlistas (1833) que supusieron el cierre de los altos hornos de la Cavada y Liérganes y por consiguiente de las minas.

A mediados del siglo XIX, la actividad minera estaba prácticamente paralizada; sin embargo, en Inglaterra, en estas fechas, estallaba

la Revolución Industrial y se comenzaron a construir fábricas con gran demanda de mano de obra y de materias primas, y fue entonces cuando las minas de Cabárceno vivieron su auténtica “Edad de Oro”. Así, hacia 1880 comenzaron a invertirse grandes cantidades de dinero en las minas, la mayoría de origen inglés y cántabro; siendo todo el mineral extraído, cargado en barcos en el puerto de Santander y en El Astillero y transportado a los altos hornos de Cardiff, Newport o Swansea.

La pérdida de Cuba en 1898 y consiguientemente la supresión de la línea marítima que había con la colonia, obligó a que el capital que se invertía en esta línea volviese los ojos hacia las minas de mineral de hierro. Prueba de ello son las siguientes cifras:

- En 1825 se extraían 100.000 Ton. y trabajaban en las minas 200 hombres.
- En 1895 se extraían 700.000 Ton. y trabajaban en las minas 2.000 hombres.
- En 1911 se extraían 1.200.000 Ton. y trabajaban en las minas 7.000 hombres.

Esto origina que la revolución industrial llegase a Cantabria, cambiando los hábitos de vida y las costumbres de una sociedad eminentemente rural. Así, los pequeños núcleos de población se fueron convirtiendo en poblados mineros densamente poblados, llegaron de toda España inmigrantes que contribuyeron a dinamizar la vida de esos pueblos y surgió la figura del “obrero mixto” (después de terminar la dura jornada diaria en la mina, atendían un pequeño huerto o una explotación ganadera) propiciada por las propias compañías mineras que consideraban a este tipo de obreros mucho menos conflictivos que al resto. Este tipo de figura laboral ha permanecido casi hasta la actualidad arraigada en Cantabria.

Esta gran actividad industrial generó un gran volumen de negocio propiciado por la guerra comercial que entablaron las grandes compañías mineras inglesas, con el capital vasco y cántabro por el control de las concesiones mineras de la Sierra de Cabarga y sus alrededores. De entre todos los industriales cántabros, quizás el más destacado fuese José McLennan (descendiente de un contratista escocés que intervino en la construcción de la línea férrea que enlazó Santander con Alar del Rey en Palencia), que compró la concesión minera y

puso en marcha las minas llamadas de Obregón, que estaban situadas en terrenos de lo que actualmente es el Parque.

En 1895, el mercado estaba copado por tres grandes compañías inglesas (The Salvador Iron Ore C. Ltd, W Baird & C., y The Orconera Iron Ore C. Ltd que había comprado sus concesiones a la familia Mc Lennan), aunque convivían con gran número de pequeñas compañías y cooperativas de mineros.

La Edad de Oro de la minería en Cantabria duró hasta 1920, siendo a partir de esta fecha cuando se dieron una serie de hechos en cadena que llevaron al declive a la explotación minera. Estos hechos fueron:

- Las consecuencias derivadas de la 1ª Guerra Mundial.
- La Guerra Civil española.
- La 2ª Guerra Mundial y la entrada de Inglaterra en guerra, cuando era el mejor cliente.
- El aislamiento internacional que sufrió el gobierno de Franco
- El abaratamiento de los fletes marítimos que propiciaba el traer el mineral de terceros países.

En 1951, Altos Hornos de Vizcaya compra la concesión minera a la Orconera Iron Ore y la cede a su filial Agruminsa, pasándose a emplear todo el mineral extraído en altos hornos españoles; esta época se caracterizó por el empleo de maquinaria pesada y gran cantidad de dinamita que originó un gran deterioro en el karst. La explotación continuó con mayor o menor intensidad hasta 1989 en que cerró definitivamente, después de una explotación continuada durante más de 5.000 años.

PRESENTE

Las explotaciones mineras de la Sierra de Cabarga fueron la primera industria moderna que existió en Cantabria. Generaron importantes beneficios y cambios en la forma de vida y costumbres de los cántabros, aunque no siempre fueron positivos, dado que, por ejemplo,

desde el punto de vista medioambiental, originó serios destrozos. Los más notables fueron:

- Relleno de las marismas de Solía y Tijero.
- Relleno del 70% de las marismas que rodeaban la bahía de Santander, así como la casi colmatación de ésta.
- Alteración de las corrientes marinas en la Bahía.
- Deforestación indirecta de una gran parte de la región.
- Alteración del paisaje en la Sierra de Cabarga.

Como ya he comentado anteriormente, se trató de una explotación a cielo abierto, que pasó por dos períodos claramente diferenciados en lo que se refiere a destrucción del entorno; así, hay un primer período que abarca desde el tiempo de los celtas hasta la primera mitad del siglo XIX, en el cual los mineros se limitaron a extraer las arcillas de descalcificación con nódulos de goethita, que había entre los pitones de caliza dolomitizada; en realidad, lo que hicieron fue un trabajo de desenterramiento o exhumación del karst, respetándolo en líneas generales; y un segundo período que englobaría la segunda mitad del siglo XIX y lo que duró la explotación en el siglo XX, que fue especialmente dañino para el medio ambiente dado que se generalizó el empleo de palas excavadoras, grandes camiones y explosivos de gran poder destructivo que derribaron muchos de los grandes pitones, para facilitar la extracción del mineral por medios mecánicos, dando origen, además, a la formación de grandes escombreras, que alteraron aún más el paisaje.

Y esta situación medioambiental es la que se encuentra el Gobierno Regional de Cantabria, cuando con el fin de paliar en la medida de lo posible la recesión económica que amenazaba una zona ya de por sí muy castigada por la reconversión ganadera propiciada por la CEE, decide hacerse cargo de la hasta 1989, explotación minera gestionada por Agruminsa y del personal que en ella trabajaba. Qué poco se podían imaginar aquellos más de 30 hombres que en una lluviosa mañana, se reunían y miraban hacia el futuro con gesto cariacontecido y preocupado, que, ¡Su Trabajo!, ese lugar en el que sus padres e incluso sus abuelos habían dejado el sudor y en algunos casos hasta la vida, se cerraba, y con él su futuro y el de sus familias. ¡Qué poco podían pensar los Isidoro, Ángel, Marañón, Pepe Diego, etc., que iban a ser testigos privilegiados de algo importante, algo que aunque en aquel

momento era sólo una idea, con el paso de los años se iba a convertir en una brillante realidad reconocida en foros nacionales e internacionales, algo que se llamó “Parque de la Naturaleza de Cabárceno”!

En aquella época, se barajaron diversas opciones para la reutilización de un espacio tan degradado, incluso se pensó dado que en aquellos momentos se estaba redactando el Plan de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos, en instalar allí un vertedero mancomunado en el que se centralizase la recogida de basuras de toda la región. Sin embargo triunfó la cordura y el buen gusto y el proyecto que se aceptó como bueno fue la realización de un parque zoológico; pero no un zoo cualquiera, sino algo que plasmase el deseo de lo que la sociedad estaba comenzando a demandar en lo relativo a la tenencia y manejo de animales salvajes en cautividad. Transcurridos ya 10 años desde que se inauguro, el tiempo ha dado la razón a los que le concibieron, dado que se ha convertido en el punto de mira de todo aquel que quiera hacer algo con animales salvajes en cautividad, tanto en España como en Europa.

La idea de tener animales en cautividad ha sido algo que siempre ha fascinado al hombre, por eso la existencia de los zocos se remonta a los tiempos del descubrimiento de América. Ya en esos tiempos, se traían animales raros para la época, que se exhibían en los jardines de los palacios reales para regocijo y divertimento de los cortesanos. Con posterioridad, se construyeron las llamadas “Casas de Fieras”, en las cuales se hacinaban los animales en jaulas, sin más futuro que el morir de pena o de cualquier enfermedad. Aproximadamente a mediados del siglo XX, el concepto comenzó a cambiar y se intentó mejorar la vida de los animales en cautividad, ampliando los recintos y cambiando los barrotes por fosos de agua u otras barreras menos impactantes a la vista. Sin embargo, la mentalidad de la gente estaba cambiando y demandaban aún más, y ese más es lo que vino a ofrecer el Parque de la N. de Cabárceno. Al mismo tiempo que se llevaba a la práctica la construcción del zoológico, se intentó que se cumplieran dos metas, que fueron:

- a) Un relanzamiento económico de la zona, muy castigada económicamente por la crisis industrial.
- b) La recuperación de un espacio muy degradado medioambientalmente hablando. Los primeros trabajos de recu-

peración comenzaron en 1989 y consistieron en el movimiento de miles de toneladas de tierras y escombros, intentando respetar en la medida de lo posible el karst y para ello fue preciso rehacer lo que se había deshecho en los últimos 150 años. Así, se rellenaron grandes agujeros de los que se había extraído el mineral, se descubrieron y limpiaron muchas Ha. de pitones que habían sido tapadas por los escombros producidos en otras zonas de la mina; hay que considerar que, en la mina, los materiales de deshecho se amontonaban en zonas en las cuales ya se había extraído el mineral; se hicieron carreteras y caminos y se procedió a la plantación de césped, usando en algunas ocasiones técnicas muy avanzadas, como la hidrosiembra en taludes y zonas empinadas, y un gran número de árboles (más de 4.000) y arbustos tanto autóctonos (tejo, roble, encina, castaño, haya, etc.), como foráneos (Ginkgo biloba, palmeras diversas, roble americano, castaño de Indias, etc.), en total más de 70 especies distintas.

Todo lo relatado anteriormente se realizó en el tiempo récord de un año, empleando en las obras a los antiguos trabajadores de la mina y a muchísima otra mano de obra llegada de otras partes de la región. Al mismo tiempo que se realizaba este fantástico trabajo de recuperación medioambiental reconocido y premiado con diversos e importantes premios tanto nacionales como internacionales, se llevaba a efecto la idea de la construcción de un zoológico diferente a lo conocido hasta la fecha, un lugar donde el protagonista no fuese el visitante, como sucede en otros zoos en los cuales todo esta enfocado para que, el que paga vea a los animales, sin tener en cuenta demasiado las necesidades de éstos, sino que los protagonistas sean los propios animales y su entorno, de tal manera que la gente comprenda que la visita al P. N. de Cabárceno no es un día dedicado en exclusiva a ver animales, sino un día en contacto íntimo con la naturaleza en el cual, si tenemos paciencia y sabemos mirar, podemos ver animales con un comportamiento muy similar al que tendrían en libertad.

Así, se aprovecharon 18 grandes agujeros, resultado de la acción de las maquinas en la extracción del mineral, para recrear hábitat diferentes, con el fin de alojar en ellos a los animales, se construyeron muros pantalla, se habilitaron miradores para los visitantes, se hicie-

ron, aprovechando zonas escondidas a la vista del público, cuadras donde los animales se pudiesen refugiar y en fin se acondicionaron unos recintos, algunos de los cuales tienen una mayor amplitud que la superficie total de cualquiera de los zoos que existían en esos momentos en toda Europa.

Se tuvo especial cuidado a la hora de escoger los materiales empleados, usando materiales que no impactasen con el entorno (piedra de la zona para construir los muros y escolleras; traviesas de ferrocarril para hacer las vallas; cuadras y otras edificaciones dedicadas a servicios varios fueron forradas de madera; señalización diversa y mobiliario urbano fue elaborado en el mismo material, etc.). Se dotó a los recintos, de acuerdo con las especies que en él iban a vivir, de lagos artificiales y piscinas, algunas de las cuales tienen más de 4 millones de litros de agua. En el Parque, y como resto de la actividad, minera, quedaron dos lagos (lago de Sexta y lago del Acebo) que fueron aprovechados el uno, como recinto de los hipopótamos y el otro como zona de picnic y pesca.

Los recintos fueron dotados de modernas y extremas medidas de seguridad, tanto para los animales, evitando su acceso a zonas peligrosas e instalando pastores eléctricos que, en algunos casos, tienen más de cinco km de longitud, con alarmas acústicas en casos de roturas diurnas y luminosas para el caso de que la rotura en el pastor se produzca por la noche; como para el público, construyendo zonas de doble valla que impidiesen la posibilidad de un contacto entre público y animales, con el consiguiente peligro para ambos.

Dado el tamaño de los recintos construidos, que oscila desde las 35 Ha. que tiene el de los osos pardos, pasando por las 25 Ha. del de los Elefantes Africanos o las 8 del recinto de los tigres, el P.N. de Cabárceno se ha especializado en grandes animales (sería ridículo introducir pequeños animales en estos grandes recintos dado que el público no podría disfrutar nunca de ellos puesto que no se verían), y, así, a lo largo de su visita, se puede contemplar la mayor manada de Elefantes Africanos que hay en Europa (16 animales) viviendo en semilibertad, más de 55 Osos Pardos, 7 grandes hipopótamos anfibios, 6 rinocerontes blancos, diversas especies de antílopes africanos y asiáticos, las tres especies que existen de aves corredoras (más de 30 aves-

truces, emúes y ñandúes), todos los grandes felinos (tigre de Siberia y de Bengala, león, leopardo, jaguar, lince, y puma); otros carnívoros como el lobo o la hiena manchada; primates, en algún caso en plena libertad como sucede con los Monos de Gibraltar o en semilibertad, como los mandriles o los papiones de Guinea, y un gran recinto de más de 16 Ha para alojar a algunos de los rumiantes de la fauna ibérica (ciervo, gamo, muflón y corzo), aparte de un gran número de otros mamíferos y aves que harían su relato demasiado extenso y tedioso, hasta un total de más de 100 especies diferentes y más de 1.000 animales.

En el Parque también contamos con una granja en la cual tenemos diversos animales domésticos como gallinas y conejos de diversas especies, cerdos, terneros, caballos miniatura, burros, cobayas, perrillos de las praderas, pavos reales, etc., con el fin de que los niños puedan ver de cerca, tocar, e incluso oler, animales que hace unos pocos años eran compañeros habituales de juego de los niños y que hoy en día debido a la regresión que está sufriendo el medio rural, son conocidos por los niños solamente por medio de la televisión o las revistas.

Como es lógico, también contamos con un gran edificio dedicado a Reptilario, dividido en dos zonas, en una de las cuales se muestran los reptiles y anfibios españoles, con el fin de que el público se familiarice con ellos y deje de considerarlos animales a exterminar de nuestros campos, y en la otra, mostramos reptiles exóticos, como diversas especies de cobras, cascabeles, pitones, anacondas, etc.

Todo lo anteriormente reseñado se completa con exhibiciones de animales exóticos con fines lúdico-educativos y que tienen una gran aceptación por parte de los más pequeños. Están protagonizadas por loros y guacamayos, leones marinos y aves rapaces en vuelo.

En el transcurso de los 10 años que tiene de existencia el Parque, se ha seguido trabajando en la misma línea en que se comenzó, incrementándose el número de recintos, animales y especies, pero sobre todo se ha profundizado en los temas relacionados con la educación medioambiental. Cuando se inauguró, se pensó que dado que todo él era un gran aula de educación medioambiental, se podía sin más, y así se hizo, comenzar a impartir cursos, de acuerdo con el pro-

fesorado de los colegios, de flora, fauna y geología, siempre adaptados a la edad y conocimiento de los niños. Sin embargo, la experiencia de todo este tiempo nos hizo comprender que aunque la línea seguida era la correcta, se hacía necesario hacer alguna modificación sobre todo en lo relativo a los medios que ofrecíamos a los niños y profesores que asistían a las actividades y es por ello que se ha construido un gran edificio dedicado a aula de educación ambiental (se inauguró en agosto de 2000), dotada de sala de exposiciones, biblioteca, talleres, sala de conferencias y proyecciones con una capacidad para más de 100 personas, que viene a cubrir el déficit detectado en este apartado.

El P. N. de Cabárceno es un lugar especialmente dotado para desarrollar en él, actividades relacionadas con la educación medioambiental. Es uno de los pocos sitios en los cuales un niño puede recibir información práctica sobre los tres reinos de la Naturaleza (animal, vegetal y mineral) sin necesidad de salir del Parque, y ello es debido a que en el espacio físico que ocupa, exhibe una magnífica colección de animales, tiene unos jardines y praderías con un gran número de árboles, arbustos y plantas y está ubicado en una zona declarada como “Punto de interés Geológico minero “a nivel nacional.

El intentar alcanzar las cotas más altas posibles en el apartado de educación medioambiental, no responde al hecho de seguir una tendencia que en estos tiempos que corren, está muy en boga, sino a la inexcusable obligación que tenemos nosotros y cualquier otra institución que tenga instalaciones de este tipo. Un parque zoológico sólo puede justificar su existencia si contribuye a tres cuestiones fundamentales, la primera de las cuales es fomentar la educación medioambiental entre las personas que nos visiten, cuestión que modestamente considero que cumplimos dignamente. El segundo papel que debe asumir un Parque es el de proteger las especies en peligro de extinción y fomentar la investigación con el fin de salvaguardar la biodiversidad del planeta. Este apartado de la investigación era el que parecía inicialmente más complejo de llevar a efecto a corto plazo, dado que al ser Cabárceno un lugar nuevo e innovador el comportamiento que fuesen a tener los animales era todo una incógnita, sin embargo la respuesta de éstos ha sido extraordinaria sobre todo en lo concerniente a comportamiento y reproducción, demostrándonos que todo es bastante más simple de lo que pensábamos, dado que si colocamos un animal en un entorno adecuado, permitiéndole desarrollar unas pautas de

comportamiento similares a las que desarrolla en libertad, salvo muy raras excepciones nos recompensará reproduciéndose prácticamente sin ningún problema, que es un poco lo que ha sucedido en nuestro Parque. La tasa de reproducción es francamente buena en todas las especies y raya en lo excepcional en algunos casos, como sucede con el elefante africano que nunca anteriormente se había reproducido en España y del que tan sólo habían nacido 8 en Europa en toda la historia y, sin embargo, nosotros ya hemos tenido en 10 años, 6 nacimientos, de los que viven cinco crías; un poquito de lo mismo ha sucedido con el rinoceronte blanco y con otras especies en peligro de extinción.

Actualmente, estamos trabajando con universidades e instituciones tanto nacionales como internacionales en diversos proyectos y programas de investigación que están dando unos frutos excelentes. Recientemente, hemos finalizado un trabajo de tres años de duración en colaboración con la universidad de Gottingen en Alemania que ha permitido la descripción pormenorizada del ciclo sexual de la hembra de elefante africano (cuestión que hasta ahora no se conocía). Lo novedoso de este trabajo fue el uso de métodos no invasivos dado que se estudiaron las hormonas a partir de muestras de heces y orina recogidas con una periodicidad semanal, porque resultaba imposible el plantearse hacerlo a partir de muestra de sangre, teniendo en cuenta lo peligroso que resulta la manipulación de estos animales y más si había que sacarles sangre dos veces por semana durante tres años. Los resultados obtenidos están siendo actualmente usados por la mayoría de los zos que tienen elefantes en sus instalaciones, posibilitando una pequeña revolución en el manejo de los elefantes africanos en cautividad; también están comenzando a usarse en el control de la natalidad de los grandes rebaños de paquidermos en África. Además, se están realizando trabajos con los rinocerontes blancos, los osos, bisontes y felinos, estando abiertos a colaborar con cualquier institución que nos plantee un trabajo serio.

Somos parte integrante y activa de las asociaciones más importantes que existen en España y Europa, relacionadas con el mantenimiento y conservación de la fauna salvaje en peligro de extinción (EEP), así como de las asociaciones profesionales que regulan y rigen las actividades de los acuarios y parques zoológicos en Europa y España (EAZA y AEZA). La construcción del Parque no sólo cumplió las expectativas iniciales en lo relativo a la rehabilitación de un espacio

muy degradado, sino que ha sido un motor muy importante en el relanzamiento económico de una zona muy deprimida. Da trabajo directo a más de 100 empleados, la mayoría de ellos de los pueblos cercanos, y ha propiciado, dado el volumen de visitantes que atrae (más de 600.000 anuales), la construcción de un gran número de establecimientos de hostelería (hoteles, bares y restaurantes), así como, por ejemplo, gasolineras. Se ha revalorizado el terreno enormemente y se están construyendo un buen número de urbanizaciones de chalés adosados. Todo ello ha traído aparejado el arreglo y construcción de carreteras, así como la instalación de alumbrado y alcantarillado público.

FUTURO

Hablar del futuro suele ser difícil y, en ocasiones, presuntuoso. La evolución del Parque es excelente y seguimos teniendo las mismas metas que cuando empezamos, es decir:

- Mejorar y ampliar nuestras instalaciones en la medida de lo posible y siempre respetando la idea inicial de no convertirnos en un “Arca de Noé” sin sentido alguno.
- Incrementar el número de animales y especies.
- Seguir desarrollando programas de investigación, siempre en interés de las especies en peligro de extinción y si fuese posible, poder algún día colaborar con los organismos implicados en la devolución de especies criadas en cautividad a sus hábitat originales.
- Desarrollar todo el potencial que tiene el gran aula de educación medioambiental que hemos construido; incrementando el número de actividades a desarrollar, así como la colaboración con colegios y profesores y procurar desestacionalizar las actividades, evitando que éstas se centren únicamente en el transcurso del curso escolar.
- Restaurar toda la zona donde aún se conserva la maquinaria que se empleó en la mina, posibilitando la creación de un Museo Minero.

Por parte de las autoridades locales y regionales, sabemos que existen iniciativas tendentes a incrementar el número de visitas, como es la mejora y construcción de un “pasillo verde” que posibilite la llegada al Parque usando otros medios de locomoción distintos al coche o al autobús.

Ya para finalizar, no nos podemos olvidar del efecto dinamizador para la economía regional, que tendrá la inauguración del gran Museo Altamira, que junto con la oferta cultural del museo Guggenheim en Bilbao, harán que esta parte de la cornisa cantábrica sea visitada por un gran número de personas deseosas de algo más que “sol y playa”. Nosotros no tenemos en nuestras instalaciones, grandes obras de arte ni edificios maravillosos, pero, sin embargo, no por ello dejamos de pensar que, un campo lleno de flores silvestres en primavera o un atardecer en el recinto de los elefantes, con éstos dirigiéndose a sus establos en un desordenado orden, no pueda ser un espectáculo visual y para el espíritu tan gratificante como la contemplación de cualquier obra de arte realizada por el hombre. Es por ello que entendemos que el eje Altamira-Cabárceno-Guggenheim dará que hablar en el futuro como oferta cultural y de ocio.

BIBLIOGRAFÍA

BUSBY, A. B. *Rocas y fósiles*.

GONZÁLEZ SAINZ, C. y GONZÁLEZ MORALES, M. *La Prehistoria en Cantabria*.

MOURE, A. y SUÁREZ, M. *De la Montaña a Cantabria*.

MOURE, A. *El Hombre Fósil, 80 años después*.

PEREIRA, M. *Cuadernos de educación M.A. del P.N. Cabárceno*.

S.P.E.D. *El origen de una Naturaleza, Cabárceno*.

ADAPTACIONES CURRICULARES EN EL ÁREA DEL MEDIO FÍSICO PARA NIÑOS CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES

Rosalía Aranda Redruello

Profesora Titular de Escuela Universitaria de Didáctica
y Organización Escolar

Universidad Autónoma de Madrid

“El medio es aquella porción de acontecimientos que afectan y forman parte de la experiencia de una persona concreta, de un grupo humano.” (MEC. RD 1331/1991)

Introducción

Tenemos aquí un área de conocimiento que implica, afecta y actúa sobre el individuo, es decir, emergen los componentes afectivos y prácticos de relación con el medio.

Para relacionarse con el medio, el niño parte de la experiencia sensorial directa, la observación y la comprobación para llegar a la aprehensión global de la realidad. Este proceso culmina, pasando por el análisis y la síntesis de lo aprendido, en la formación del concepto.

En el área del medio físico y social pretendemos que el niño se desarrolle en armonía con el medio que le es característico y que su actuación, su relación con los objetos, personas y, en general, con el mundo exterior, se estructure en base a intercambios sociales beneficiosos para él. El niño debe aprender a interactuar de forma socialmente adecuada, pudiendo programarse esa interacción a través de procedimientos que fomenten conductas como cooperación, juego, contacto físico..., y que por otro lado eliminen y hagan desaparecer conductas sociales como rabietas, agresiones y aislamiento.

El ámbito del conocimiento del medio es de carácter interdisciplinar, por tanto la perspectiva didáctica que se dará en este área será globalizadora, teniendo en cuenta tres vías curriculares básicas:

El conocimiento de sí mismo, el conocimiento de las otras personas con las que se relaciona y el conocimiento del entorno.

Estos aprendizajes, que en general ya dan la vida, la sociedad y el entorno, y de las cuales el niño trae ya referentes, necesitan estar, de alguna manera, organizados y secuenciados, a fin de que el niño pase de lo subjetivo a lo objetivo, de lo global a lo analítico, explore la realidad en que vive, aporte su experiencia y construya el conocimiento.

Son características de este área:

- El desarrollo de los procesos de experiencias, actividades y modos de percibir y asumir la vida social inmediata.
- El ser hilo conductor de la experiencia y de la vida.
- Abarcar los entornos y objetos físicos, las organizaciones y relaciones inmediatas y cuanto esté ligado a los intereses del niño.

En resumen: La configuración del proceso de la percepción-asimilación-acomodación del medio.

El medio es el objeto de experimentación y vivencia del niño que debe ser asimilado para la posterior acomodación desde el dominio sensorial y perceptivo para acercarse a la realidad.

Es, además, el objeto de conocimiento base de procesos de conceptualización, y la puesta en marcha de los procesos de globalización.

Los alumnos con necesidades educativas, tendrán en este área un buen instrumento para conocer su medio, saberse desenvolver en él, percibirlo, analizarlo y conceptualizar su conocimiento.

Objetivos del área

Los objetivos generales de este área se agrupan en torno a dos ejes:

- *El conocimiento de sí mismo:* Este objetivo pretende crear en el niño hábitos de salud e higiene y actitudes de cuidado, respeto y aceptación por su cuerpo y el de los otros.

Por otra parte le hace consciente de su pertenencia al grupo social con carácter propio respetando y valorando las diferencias con otros grupos, rechazando cualquier clase de discriminación y respetando los principios básicos del funcionamiento democrático.

- *El conocimiento del mundo que le rodea:*

Con este objetivo, el alumno identificará los elementos de su entorno natural utilizando estrategias más sistemáticas y complejas de búsqueda de información, tratamiento de ésta, formulación de hipótesis, puesta a punto de la exploración, soluciones alternativas, conclusiones, etc.

Este mundo circundante puede ser natural, físico y material. Los elementos que configuran el paisaje natural están íntimamente relacionados con la presencia humana, por tanto, el niño no puede ser un mero observador, sino un colaborador activo que disfrute, respete, cuide y mantenga dicho paisaje.

Los elementos materiales, máquinas y aparatos deben conocerse por uso común, su funcionamiento, utilidad y su manejo, teniendo en cuenta sus riesgos y peligros.

En el proyecto curricular propuesto por el RD, se alude a estos objetivos generales en el campo del conocimiento del medio físico del siguiente modo:

- Observar y explorar su entorno físico-social planificando y ordenando su acción en función de la información recibida o percibida, constatando sus efectos y estableciendo relaciones

entre la propia actuación y las consecuencias que de ella se derivan.

- Mostrar interés y curiosidad hacia la comprensión del medio físico y social, formulando preguntas, interpretaciones y opiniones propias sobre algunos acontecimientos relevantes que en él se producen, desarrollando su espontaneidad y originalidad.
- Establecer algunas relaciones entre las características del medio físico y las formas de vida que en dicho medio se establecen.

La primera adaptación curricular debe hacerse en los objetivos, y está claro que según las necesidades que tenga un niño u otro, se eliminarán o modificarán algunos de estos objetivos, pero, en líneas generales, observar el medio, experimentarlo, investigarlo, establecer relaciones y conocer sus características será una de las tareas obvias del educador.

Contenidos del área

Como sabemos, los contenidos se van a desarrollar en tres modalidades: conceptos, procedimientos y actitudes.

- En cuanto a los **contenidos conceptuales**, los niños con dificultades plantean adaptaciones curriculares específicas.

Por eso, siempre será necesario priorizar algunos contenidos que entendemos son fundamentales y sin los cuales sería muy difícil continuar avanzando en el área, graduar su dificultad en función de sus logros. En ocasiones, será necesario recurrir a contenidos propios de otras etapas para alumnos que presentan lagunas de aprendizaje.

- Los **contenidos procedimentales** son un conjunto de acciones ordenadas y orientadas a la consecución de una meta. Lo que se pretende con ello es que el alumno aprenda a realizar eficazmente las actuaciones necesarias para alcanzar las metas educativas programadas y adquirir la capacidad de aprender.

Entre los procedimientos más comunes podemos hablar de: *observar, seleccionar, extraer, elaborar, comparar, clasificar, formular hipótesis, justificar, resumir, sacar conclusiones...* En resumen, *todo aquello que tiene que ver con el proceso de investigar o llegar a un conocimiento.*

Los niños con dificultades, con frecuencia, tienen problemas de *motivación*, de atención, porque frecuentemente su foco de preferencias está centralizado en otros problemas ajenos a la enseñanza. Tiene dificultades para *elaborar y retener conceptos*, porque con frecuencia es poco constante en la repetición y en lo que le supone esfuerzo memorístico.

Frecuentemente, sus síntesis son inadecuadas, porque tiene poco control en la ejecución de la tarea por falta de algún sentido, pérdida de información, por falta de inteligencia, o por falta de constancia.

En el caso del niño con dificultades visuales, sólo hablaremos de condicionantes como: el tamaño de la letra mínima que es capaz de leer, la distancia, la posición frente a la pizarra o diseño gráfico, los colores, las ayudas ópticas de que dispone, el material escolar específico, etc.

- Los **contenidos actitudinales**. Las actitudes son “*una predisposición relativamente estable de la conducta en relación con un objeto o sector de la realidad*” (Castillejo).

Esta definición nos hace sentir que las actitudes van a cobrar gran importancia en el área de aprendizaje que tratamos.

También nos parece interesante meditar la definición que hace Coll y colaboradores (1992) en la que nos dice que las actitudes son “*tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado un objeto, una persona, suceso o situación y actuar en consonancia con dicha evaluación*”.

Esto indica que hay tres componentes en la actitud: el cognitivo, el afectivo y el de las acciones manifiestas o intenciones en las que hay que actuar.

Actuar en las actitudes en el campo escolar es conseguir que el aprendizaje de estos contenidos sea más productivo, más fluido y más satisfactorio.

Las actitudes de curiosidad, de interés por el conocimiento, ayudan en el proceso de conocimiento, y la alegría, satisfacción y autoestima por el éxito o el fracaso, son factores afectivo-emocionales que ayudan en gran manera.

La valoración positiva del grupo, las relaciones en el aula, son acciones que fomentan el interés del alumno por el contenido de todas las áreas de aprendizaje. Si observamos el currículo, vemos que se introducen contenidos actitudinales como:

las vivencias, afectos, motivaciones, valores, etc., con respecto a cosas, acontecimientos y personas que condicionan ciertos comportamientos, por ello actúan como agentes “socializadores”. Además, el currículo tiene presente las normas que ayudan a fijar los límites que facilitan la convivencia dentro del grupo.

Entre los contenidos actitudinales, podemos citar: *autonomía, sentido crítico, responsabilidad, esfuerzo, compromiso, justicia, coherencia, respeto, cooperación ayuda, tolerancia diálogo, escucha, sentido del deber, y una larga lista que será aplicada en relación a los conceptos impartidos.*

En el caso de los niños con dificultades, se tendrán en cuenta aquellas actitudes que ayuden a su falta de motivación, interés, capacidad y respeto hacia el aprendizaje. Como ejemplo, podemos enumerar algunas alrededor de tres ejes esenciales:

- Actitudes referentes al alumno: grado de autonomía y responsabilidad, relaciones con los mayores o con los iguales, curiosidad, deseo de superación, motivación.
- Actitudes referentes a la familia: actitudes hacia los padres. Actitud de éstos hacia la escuela, colaboración con los aprendizajes del niños.
- Actitudes referentes al entorno social: recursos con los que cuenta y actitud ante el entorno próximo, etc.

En el caso de los niños con dificultades visuales y auditivas, se tendrán en cuenta aquellas actitudes que se relacionen con las oportunidades que se le brinden para relacionarse con los compañeros, con las relaciones profesor-alumnos y las expectativas que los docentes tienen, confiando en conseguir avances en el aprendizaje de los alumnos con las actitudes que la sociedad toma de comprensión, interacción, no discriminación, etc.

Metodología

Los aspectos metodológicos en el currículo son aquéllos que nos dan respuesta a “cómo enseñar”. En las directrices del MEC, se nos señala que en un currículo abierto, los métodos de enseñanza son en amplia medida responsabilidad del profesor. A éste se le debe exigir un enfoque globalizador y una actividad constructiva que proporcione una relación entre las actividades de enseñanza y la vida real.

El profesor debe tener en cuenta la funcionalidad y el desarrollo de habilidades y estrategias de planificación del aprendizaje, es decir, aprender a aprender. Por otra parte, la actividad lúdica le ayudará a que estas actividades sean motivadoras y gratificantes.

Asimismo, las actividades serán instrumentos evaluadores que servirán como punto de referencia para la actuación didáctica.

En esta actuación, debemos asegurarnos de que el profesor, además de aportar su estilo propio y talante personal, experiencia, etc., conozca cuáles son los principios metodológicos en los que basar su actuación y las diversas metodologías para adecuarse a las diferentes áreas, eligiendo aquéllas que en cada momento, sean más útiles para conseguir los objetivos propios y el desarrollo de las capacidades de los alumnos.

Los principios metodológicos en los que base su actuación pueden ser varios, entre ellos podemos enumerar:

– **El principio de individualización**, que en niños con dificultades, supone, más que nunca, tener en cuenta sus diferencias ambientales, genéticas, culturales, educacionales...

– **El principio de actividad**, que en este área más que en otras, implica partir de la experiencia de lo que le rodea, por medio de la propia actividad y juego.

– **El principio de socialización**, que implica desarrollar la responsabilidad, la colaboración, la tolerancia, la participación y los valores que están intrínsecamente relacionados con los aspectos sociales del área.

En otro orden de cosas, este principio tiene en cuenta las incidencias que tienen los afectos, relaciones y motivaciones en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

– **El principio de globalización**, que descubrirá al alumno que el conocimiento de sí mismo y el mundo que le rodea es un todo global totalmente implicado uno en otro.

Este descubrimiento paulatino hará que los niños sean capaces de establecer relaciones claras y no accidentales entre los contenidos y su experiencia previa, pudiendo así realizar aprendizajes significativos. Con este principio, llegamos a la interacción.

La interacción de los niños con el entorno tiene una gran influencia en su proceso de crecimiento, maduración y desarrollo. Cada realidad tiene unas características concretas, las cuales pueden ser modificadas por la actuación de los mismos, o bien por la actuación de otras personas. El contacto interactivo con esta realidad le permitirá conocerla, interpretarla, utilizarla y valorarla. En este proceso, los niños actúan como sujetos de su propio aprendizaje, construyendo nuevos significados y enriqueciendo los conocimientos que ya tienen aplicándolos a situaciones nuevas y progresivamente más complejas.

En este proceso de aprendizaje, enseñar implica facilitar los instrumentos y estrategias para que se adquieran los conocimientos de forma realmente significativa, teniendo en cuenta las características evolutivas y las singularidades socioculturales del medio donde viven.

El aprendizaje significativo es por definición, un aprendizaje globalizado. Es necesario que los nuevos aprendizajes se relacionen

con los conocimientos previos y que sea posible relacionarlos con los aprendizajes posteriores.

Será necesario adaptar los métodos pedagógicos a las características individuales del alumno y, por otra parte, tomar las opciones metodológicas para la realización del proceso de enseñanza-aprendizaje, como son:

- Facilitar al máximo el establecimiento de relaciones entre los aprendizajes.
- Estimular a través de la motivación, actitudes favorables para aprender significativamente.
- Seleccionar y organizar los contenidos en base a su funcionalidad, entendiendo que éstos deben permitir:
 - a) Estimular la interiorización de los aprendizajes mediante la exploración, la manipulación y la experimentación. Potenciar la memorización comprensiva de los conocimientos adquiridos
 - b) Favorecer la creación de situaciones educativas que posibiliten la interacción con los elementos del entorno, tanto natural como social.

Evaluación

La evaluación es el análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje que permite verificar la eficacia y coherencia con que se han realizado sus pasos. La evaluación se integra y forma parte del proceso educativo y constituye un elemento fundamental de acción pedagógica.

La evaluación debe cumplir dos funciones básicas:

- Facilitar decisiones respecto de la ayuda pedagógica que necesitan los niños según sus características individuales. Esta función debe concretarse fundamentalmente en dos momen-

tos del proceso educativo: al inicio de un período de aprendizaje y durante el proceso.

- Permitir la determinación del grado en que se han conseguido las intenciones educativas.

En cuanto al qué evaluar, en relación a los aprendizajes del alumnado, hay que considerar que el indicador fundamental lo constituyen los objetivos generales de la etapa y su secuencia para cada ciclo. Dichos indicadores permitirán comprobar las características del desarrollo de las capacidades deseadas para los niños.

La determinación de los procedimientos e instrumentos a través de los cuales se conseguirá la información en relación al proceso de aprendizaje, constituyen un conjunto de decisiones referidas al cómo evaluar. La observación sistemática de los profesores de las conductas de los niños de forma individual y colectiva y las respuestas ante las actividades de enseñanza-aprendizaje, constituyen un instrumento básico para el seguimiento del proceso educativo.

El diseño de actividades de aprendizaje y de evaluación, teniendo en cuenta los diversos ritmos de aprendizaje y necesidades, requiere también del establecimiento de instrumentos y situaciones de evaluación apropiadas.

La evaluación tiene en cuenta no solamente las características del niño sino también las del contexto en que se desarrolla. Es importante observar a los niños en sus hábitats naturales y observar las interacciones entre muchas conductas distintas, en lugar de hacer recuento de conductas individuales.

Los procedimientos de observación, habitualmente, se llevan a cabo en lugares como las aulas y espacios de juego, registrando correctamente la frecuencia y calidad de los comportamientos objetivo.

Las adaptaciones curriculares

La aceptación de la diversidad de niños y niñas en el centro, requiere la aplicación de estrategias y recursos que faciliten la función educativa.

La programación del aula se realiza a partir del Proyecto Curricular de Etapa y dicha propuesta tiene un carácter general y no puede contemplar las peculiaridades de los alumnos de cada una de las aulas que los integran.

Por ello, los profesores de cada aula deben conocer en profundidad la propuesta de la etapa y del ciclo para dilucidar si estas responden a las características y necesidades de la diversidad de alumnos del aula y dentro de ella los alumnos con necesidades educativas especiales, o si non necesarias modificaciones o ajustes.

El desarrollo del currículo mediante sus diversas concreciones ha de constituir un elemento básico para planificar la atención a la diversidad, teniendo en cuenta los diversos ritmos de aprendizaje, necesidades, intereses...

La información que aporta el Equipo de Orientación Educativa y Psicopedagógica –a través del informe– supone un importante punto de partida para la toma de decisiones. Este informe aportará información sobre el desarrollo general del alumno, sobre su motivación para aprender y su estilo de aprendizaje, así como sobre su entorno familiar y social. También proporcionará una primera evaluación del “nivel de competencia curricular” que permitirá saber su nivel educativo. Será necesario completar esta evaluación con informaciones del propio contexto del centro: por una parte, la relativa a sus competencias curriculares y a las características principales de su estilo de aprendizaje y motivación; también puede ser necesario completarla sobre el contexto sociofamiliar en aquellos aspectos que interesen especialmente al centro.

Y será necesario realizar una evaluación sobre los aspectos más significativos del centro y el aula que pueden favorecer o dificultar los aprendizajes.

Con esta información, se determinarán las necesidades educativas especiales, tanto aquéllas que se refieren a capacidades a desarrollar por el alumno, como aquéllas que aluden a requerimientos del entorno para desarrollar esas capacidades.

Tras determinar y valorar las necesidades educativas de estos alumnos, se decidirán las medidas precisas para ofrecerles la respuesta educativa más ajustada.

Estas medidas pueden concretarse en adaptaciones de acceso al currículo, adaptaciones en el cómo enseñar y evaluar, adaptaciones significativas en el qué enseñar y evaluar, tanto como en medidas de diversificación curricular.

Las modificaciones en la temporalización de los aprendizajes, la adecuación de la ayuda pedagógica, la adaptación de las metodologías y de las actividades de enseñanza-aprendizaje a las necesidades individuales, constituyen estrategias fundamentales para concretar la atención a la diversidad del alumnado.

Es necesario un seguimiento continuo que permita comprobar si las decisiones tomadas han sido positivas o no, en función de los progresos del alumno o de cambios en la situación de aprendizaje. Este seguimiento posibilitará una adecuación constante del proceso, manteniendo algunas decisiones o modificando otras cuando se considere necesario.

Adaptaciones curriculares teniendo en cuenta la necesidad educativa

No todas las áreas son objeto de adaptación curricular para todas y cada una de las deficiencias.

- Si nos fijamos en los **niños con deficiencias sensoriales** (auditivas y visuales), tendremos en cuenta, esencialmente, las áreas de desarrollo cognitivo, socio-afectivo y de comunicación y lenguaje. En términos curriculares: área del medio físico-social y áreas de comunicación y expresión (lenguaje, matemáticas, plástica, música).

Así, por ejemplo, **para un niño sordo** nos plantearemos la necesidad de:

- Ofrecerle experiencias directas y mayor conocimiento de lo que sucede.
- Establecer códigos alternativos de comunicación
- Potenciar los restos auditivos y recibir información por otros canales.

Para estos niños, *la programación reflejará* las priorización de objetivos y contenidos de comunicación, la priorización de procedimientos que favorezcan la interacción y participación, y la selección de instrumentos para la evaluación

Si se tratara **de un niño ciego**, nos tendríamos que fijar en el desarrollo psicológico, intelectual, emocional y social, analizando:

- La dificultad para generalizar conceptos y asociar.
- Dificultad para conocer y controlar el espacio.
- Dificultad para interrelacionarse.
- Dificultad en lo motor.
- Dificultad en observar algunos fenómenos, etc.

La programación, por tanto, deberá reflejar:

- La rehabilitación visual y las ayudas óptica y no ópticas para que el niño pueda ver en la mejores condiciones posibles
- La estimulación visual para poder ayudarle en el proceso de discriminación de formas, colores, etc.
- Las técnicas de orientación y movilidad. Las técnicas básicas de habilidades de la vida diaria.
- Las didácticas específicas para afrontar los contenidos educativos de la lectura escritura y cálculo.

• Si se trata **de niños con dificultades motoras**, tendremos en cuenta:

- sus dificultades de movilidad, dificultades de motivación y dificultades de comunicación.

Esto nos hará evaluar sus necesidades, como son:

- Adaptaciones y recursos técnicos para facilitar el conocimiento del entorno y la comunicación.
- Alternativas para la comunicación.
- Contexto favorable para la autonomía.

La programación, en este caso, deberá reflejar:

- El desarrollo de hábitos de autonomía, el conocimiento de los accesos al entorno, sus posibilidades de control y desplazamiento.
- Se priorizarán objetivos procedimentales y estrategias metodológicas adecuadas y sistemas de comunicación diversos para la adquisición de la lectoescritura.

- Si se tratara **de niños con dificultades psíquicas**, tendremos en cuenta las limitaciones funcionales en los diversos aspectos cognitivos, las limitaciones en los procesos de transferencia de una situación a otra, y, en general, las limitaciones en todos y cada uno de los procesos de aprender.

Esto nos hará conocer las necesidades que cada niño plantea en el desarrollo cognitivo, la generalización de lo aprendido, la motivación y el esfuerzo por aprender, etc., y determinar una respuesta educativa *priorizando los siguientes aspectos:*

- Comunicación y lenguaje.
- Lectoescritura, como algo necesario para el aprendizaje, buscando, ante todo, la comprensión lectora.
- Matemáticas, insistiendo sobre todo en aquellos objetivos y contenidos con mayor repercusión social como el manejo del dinero, uso del reloj, las medidas, etc.

- Socialización, desarrollando en él conductas socialmente aceptadas.
- Hábitos básicos de orden, autocontrol, cuidado de objetos, normas de cuidado personal, autonomía, salud e higiene... (contenidos propios del área del medio físico).

• Los alumnos **con alteraciones de conducta** presentan, entre otras, unas características peculiares que les imposibilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas características implican una serie de necesidades a tener en cuenta:

- Ambientes desestructurados que imposibilitan el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Falta de motivación, atención, perseverancia.
- Falta de autocontrol, hiperactividad, agresividad, alteraciones sociales.

Para trabajar las áreas curriculares con estos niños, nos fijaremos no tanto en los contenidos conceptuales sino en los procedimentales y, sobre todo, en los actitudinales.

Así, hablaremos de:

- Tratamiento cognitivo conductual, es decir, el uso del lenguaje para regular su conducta.
- Técnicas de autocontrol y relajación.
- Estrategias metodológicas que pasarán por actividades alternativas que mejoren su falta de perseverancia y atención, desde una perspectiva global.

• Los alumnos con **deficiencias motoras** tendrán que trabajar todas las áreas en un contexto de espacios diferentes, desde su silla, o con las posibilidades de movilidad que tengan.

Supuestos prácticos de adaptaciones curriculares en el área del medio físico para las diferentes necesidades educativas

- *Adaptaciones curriculares para niños con deficiencia auditiva*

En primer lugar, debemos conocer las necesidades educativas de los alumnos/as sordos compartidas con el resto de los compañeros de su edad.

Tendremos en cuenta:

- La necesidad de desarrollarse cognitiva, motora, afectiva y socialmente.
- La necesidad de ser valorado y recibir una educación a la medida de sus posibilidades.
- Necesidad de interacción y de compartir significados con sordos y oyentes.
- Necesidad de participar lo más posible en el currículo ordinario.

El desarrollo de cada una de las capacidades del alumno sordo va a suponer una serie de implicaciones y va a generar unas necesidades.

Para simplificar, lo realizaremos en el siguiente esquema:

Áreas de desarrollo	Implicaciones	Necesidades que genera
COGNITIVO	Principal entrada de información por el canal visual	Recurrir a estrategias visuales
SOCIO/APECTIVO	Dificultad en incorporar normas sociales	Mayor información sobre valores y normas sociales.
COMUNICACIÓN Y LENGUAJE	Dificultades para incorporar y comunicarse con lenguaje oral	Apropiarse tempranamente de su código comunicativo.

Las necesidades especiales del niño con deficiencia auditiva. Serie Formación. CNREE. MEC. Madrid, 1992.

Pautas de intervención educativa para alumnos con deficiencia auditiva:

En primer lugar, nos remontamos a conocer las características:

- a) Conocimiento reducido de su entorno.
- b) Dificultad de comunicación a nivel oral.
- c) Preferencias del canal visual para la entrada de información.

Después, planteamos el tratamiento educativo en relación con objetivos y contenidos:

- Priorizar objetivos, contenidos de comunicación.
- Priorizar, en las unidades, contenidos procedimentales y aquellos que favorezcan la interacción y participación.
- Seleccionar instrumentos para la evaluación del alumno.
- Elegir materiales que tengan una presentación más visual.
- Que todos los alumnos del centro aprendan sobre la deficiencia auditiva.

En relación con la metodología:

- Destacar el uso de técnicas, estrategias materiales visuales.
- Diseñar actividades intracentro. Diseñar actividades intercentros con otros sordos y adultos.

En relación a la evaluación:

- Obtener la mayor información posible, buscando medios que completen la información lingüística.
- Valorar más los contenidos que la forma en que se expresan.

En el área de Conocimiento del Medio, plantearemos objetivos como éstos:

“Interpretar, expresar y representar hechos, conceptos y procesos del medio socio-cultural mediante diferentes lenguajes: oral, escrito, plástico, dramático, cartográfico y numérico”.

Contenidos:

- Los sentidos.
- Localización de los órganos de los sentidos.
- Sabores. Sonidos. Texturas. Acciones posibles. Necesidades, situaciones y tipos de comunicación oral y no verbal.

Actividades y estrategias metodológicas como:

Nos conocemos. La ruleta de los sentidos. Películas mudas. El naufrago. Hacemos un mural...

- *Adaptaciones curriculares para alumnos con déficit visual*

Características

En líneas generales sus rasgos diferenciales son:

- Percepción analítica.
- Falta de imitación que le retrasa a la hora de determinadas adquisiciones, y le dificultan en la participación.
- Carencia de modelos sociales que aporten pautas de: expresión, orden, estética, postura...
- Dificultad para generalizar conceptos y asociar.
- Dificultad para conocer y controlar el espacio.
- Dificultad para interrelacionarse.
- Dificultad en lo motor.
- Dificultad en observar algunos fenómenos.

Características psicofísicas y pedagógicas:

- Memoria y capacidad de razonamiento bueno. Atención deficiente.
- Limitación sensorial que le hace ser muy lento.
- Deambula con inseguridad, aunque es autónomo en lugares conocidos.
- Tiende a inhibirse.
- El vocabulario que maneja suele ser adecuado para su edad.

Nivel curricular:

Siguen la propuesta curricular ordinaria excepto en las áreas de: Educación artística (Plástica, Dramatización y Música) y Educación Física:

- Su velocidad lectora es baja en el sistema braille.
- Conoce las cuatro operaciones básicas, pero tiene dificultad con las representaciones en el plano y el espacio (distancias, ángulos, coordenadas).
- Tiene esencialmente dificultades en el conocimiento de su medio social, natural y cultural.
- En Educación Física, carece de coordinación dinámica, estática y visomotora.
- No usa el cuerpo como recurso expresivo.
- Respecto a las habilidades para la vida diaria, se viste y alimenta de forma autónoma, y es autónomo en su higiene.

Estilo de aprendizaje:

- Su ritmo es lento.
- Debe ser motivado para que persista en la realización de la carrera.
- Prefiere recibir la información por vía auditiva y táctil.
- Le gusta trabajar solo, pero divaga y se pierde y es necesario revisar su tarea.
- Acepta la ayuda de los demás. Es meticulado y ordenado.

Necesidades educativas que presenta:

- Necesita adecuada estimulación visual.
- Necesita recibir la información gráfica de forma verbalizada, dirigiéndose a él con explicaciones detalladas.
- Necesita continuamente instrucciones claras.
- Necesita trabajar con un ritmo personal lento.
- Necesita materiales y recursos adecuados.
- Le conviene una organización flexible de la clase, estar cerca del profesor.
- Necesita afianzar el aprendizaje y uso del sistema braille de lectoescritura.
- Necesita mejorar la movilidad y afianzar su seguridad en los desplazamientos.
- Necesita trabajar su independencia y autonomía.

- Necesita mejorar en habilidades sociales, seguridad en sí mismo, aceptarse y mejorar la autoestima.

Pautas de intervención educativa para alumnos con deficiencia visual:

Las adaptaciones curriculares a nivel de currículo se fijaran en:

- Adecuar objetivos y contenidos empleando sistemas de lectura propios y otros alternativos.
- Los criterios de evaluación se fijarán según sus posibilidades.

Las estrategias metodológicas tendrán en cuenta los tres tipos de agrupamiento:

- Trabajo personal individualizado, trabajo o actividades de grupo y aprendizaje cooperativo.

Otras decisiones se fijarán en torno a:

- Trazar las líneas prioritarias del plan de acción tutorial con los alumnos, las familias, el resto de los profesores.
- Organizar los apoyos.

Las adaptaciones curriculares a nivel de ciclo y aula se fijarán en:

- La coordinación del profesorado.
- La estructura y organización espacial.
- Las actividades con enseñanza tutorizada.
- Iluminación suficiente.
- Colocación de los materiales.

Las adaptaciones individuales tendrán en cuenta:

- Que las adaptaciones curriculares en todas las áreas necesitarán el uso del braille como sistema expresivo y comprensivo.

Se debe proponer una acción educativa específica, con recursos y técnicas especializadas. Entre otras, citaremos:

1. Rehabilitación visual: ayudas ópticas y no ópticas para que el niño pueda ver en las mejores condiciones posibles. Es decir se debe optimizar la utilización funcional del resto visual que poseen las personas con baja visión.
2. Estimulación visual: tiene como finalidad enseñar a ver al niño de baja visión. Ejemplo ser educado en el proceso de discriminación de normas, contornos.
3. Utilización de recursos educativos: Utilizar técnicas de orientación y movilidad, y técnicas básicas de habilidades de la vida diaria. Las didácticas específicas hacen referencia a materiales y contenidos educativos como, por ejemplo, el método de lectoescritura braille.

Ayudas técnicas:

- La tiflotecnología: técnicas adecuadas para el manejo de la tecnología.
- La iluminación, la ampliación de materiales, la proyección de imágenes.
- Los auxiliares ópticos: lupas y telescopios.
- Áreas funcionales: técnicas de orientación y movilidad y técnicas básicas de habilidades de la vida diaria.
- Técnicas de rehabilitación visual y técnicas de estimulación visual.
- Materiales: material tiflotécnico, maquinas perkins, auxiliares ópticos, ayudas físicas a la movilidad.
- El área del Medio físico: todas las ayudas técnicas serán imprescindibles para este área

- *Adaptaciones curriculares para niños con deficiencia motórica*

Las necesidades más comunes de los motóricos las podemos agrupar así:

- Dificultades de comunicación:

Los trastornos motores impiden el habla o la hacen poco inteligible. Tienen dificultades por ello, para participar en las actividades académicas a las que podrían acceder por su nivel intelectual normal.

- Dificultades de Movilidad:

Los niños con déficit motórico presentan dificultad para controlar sus movimientos globales y finos, y se le debe facilitar su acceso en el contexto educativo teniendo como último objetivo ofrecerle el mayor nivel de autonomía

- Dificultades de Motivación:

La incapacidad de influir de forma eficaz sobre los objetos, los acontecimientos y las personas del entorno conlleva que la mayor parte de las experiencias de estos niños estén fuera de su control, esto hace que se debilite su respuestas en torno a obtener recompensas.

En resumen:

- Un contexto favorecedor de la autonomía.
- Alternativas para la comunicación.
- Adaptaciones y recursos técnicos para facilitar el conocimiento del entorno y la comunicación.

Pautas de intervención educativa para alumnos con deficiencia motórica:

- Accesos de entrada, barandillas, pasamanos, ventanas accesibles, sillas adaptadas, puertas anchas.
- Eliminar toda discriminación, y desarrollar hábitos de autonomía.
- Priorizar la comunicación, la lectoescritura.
- Tener elementos básicos de evaluación.

En resumen:

- Conocimiento y acceso al entorno:
 - Identificar los distintos elementos de la calle, y los edificios públicos y de su entorno.
 - Utilizar los servicios públicos.
 - Observar y describir los códigos y características de los objetos.
- Desarrollo de las posibilidades de desplazamiento y autonomía en la vida cotidiana.
 - Adquirir hábitos de conducta vial.
 - Conocer las posibilidades de acceso que se dan en su ambiente y adoptar una actitud crítica ante las barreras arquitectónicas.
 - Adquirir control y destreza con su medio de desplazamiento.
- Tratamiento de los datos de la información:
 - Usar el ordenador como instrumento de trabajo para realizar ciertas actividades.

- Aplicar el SPC a situaciones de la vida cotidiana y escolar para transmitir información (sistemas alternativos de información).

- *Adaptaciones curriculares para alumnos con deficiencia mental*

Características de estos alumnos

1. Pueden tener limitaciones funcionales en los diversos aspectos cognitivos.
2. Limitaciones en los procesos de transferencia de unas situaciones a otras.
3. Deficiencias en “sistema del yo”: autoconcepto y relaciones sociales.
4. Limitaciones en el proceso de aprender.

Esto implica unas necesidades:

- Desarrollo cognitivo
- Generalización de lo aprendido a otros conceptos
- Motivación y refuerzo.
- Mediación en el aprendizaje.
- Determinar una respuesta educativa: a nivel de ciclo, aula e individual.

Recursos:

- Personales: PT y Logopeda.
- Materiales: recursos didácticos.
- Espaciales y temporales: Organización de grupos flexibles.

Pautas de intervención educativa para alumnos con deficiencia mental:

Programación: Priorizando objetivos y contenidos de: hábitos básicos y socialización.

Áreas instrumentales: conocimiento del medio. Lectoescritura y cálculo:

- Priorizar objetivos procedimentales.
- Estrategias metodológicas y criterios de evaluación adecuados.
- También es importantísima la participación de la familia.

Las intervenciones o adaptaciones curriculares a nivel de áreas curriculares, priorizarán los siguientes aspectos:

- Comunicación: respeto por el ritmo de emisión.
- Lectoescritura: como algo necesario para el aprendizaje, buscando en todo momento la funcionalidad (comprensión lectora).
- Matemáticas: aquellos objetivos y contenidos con mayor repercusión social: manejo del dinero, uso del reloj, medidas...
- Socialización: desarrollo y fomento de las relaciones interpersonales. Conductas socialmente aceptadas.
- Hábitos básicos: orden, autocontrol, cuidado de los objetos. Normas básicas del cuidado personal. Autonomía.

También se realizarán programas de hábitos de autonomía, salud e higiene cuyos contenidos pueden ser así:

1. Aseo personal: utilizar todos los utensilios de la bolsa de aseo.

2. La comida: saber los momentos del día para comer. Comprar comida. Cocinar.
3. Uso de los servicios e instrumentos de: comida, transporte, casa, limpieza...
4. Participación en actividades: recreos, deportes, salidas...
5. Conocer los medios de comunicación.
6. Conocer y respetar las normas y señales de tráfico.
7. Conocer e interesarse por las fiestas locales, etc.

• *Adaptaciones curriculares para niños con alteraciones de conducta*

Los alumnos con conductas problemáticas, presentan entre otras, las siguientes características:

1. Imposibilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Interrumpen el desarrollo de la actividad o el ejercicio de una habilidad.
3. Son aversivas y lesivas para los otros o para sí.

Estas características implican una serie de necesidades:

1. Tener un contexto directo y estructurado.
2. Aprender habilidades y estrategias de control.
3. Alcanza mayor grado de autonomía y control del medio.

Pautas de intervención educativa para niños con alteraciones de conducta:

Las respuestas educativas se realizarán a nivel de centro, ciclo, aula e individuales.

A nivel de centro:

- Se organizará el ambiente educativo de forma estructurada.
- Priorizarán métodos de enseñanza natural.
- Favorecerá la motivación y reforzadores potentes.
- Harán gratificantes las situaciones de enseñanza-aprendizaje.

Recursos:

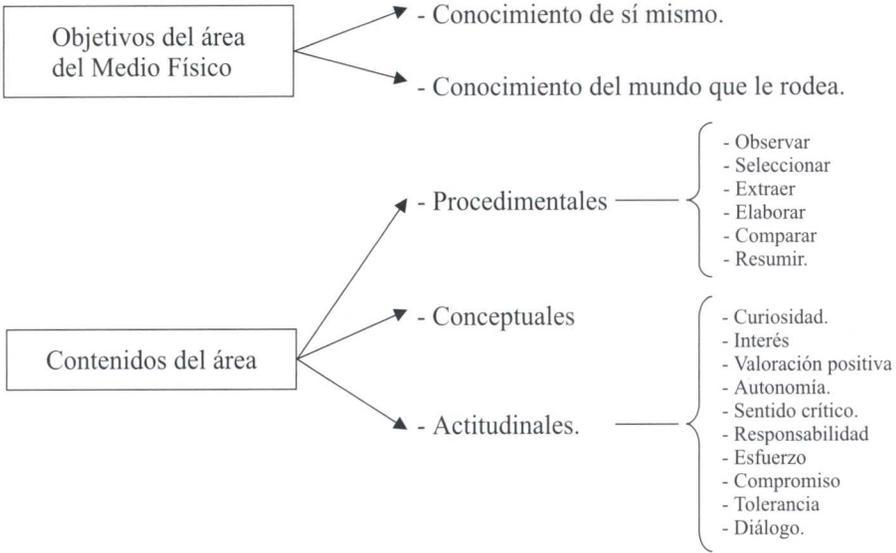
- Recursos personales contaremos con:
Logopedas, fisioterapeutas, profesoras PT, cuidadores.
- Recursos materiales: los propios de las áreas.
- Espaciales temporales. La organización de grupos y horarios flexibles

Programación:

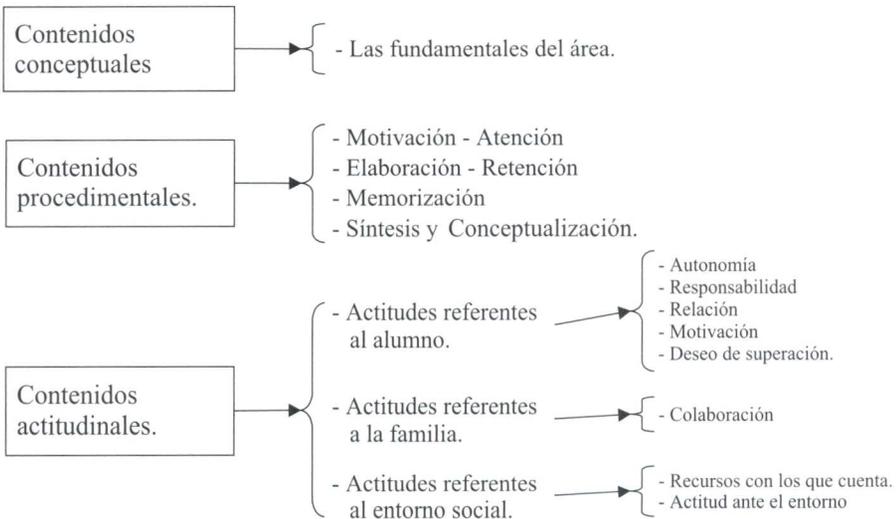
- Buscar la funcionalidad desde un “modelo ecológico.”
- Incluir estrategias metodológicas adecuadas en función del tipo de conducta.
- Trabajar desde una perspectiva global y como grupo docente.

ESQUEMAS

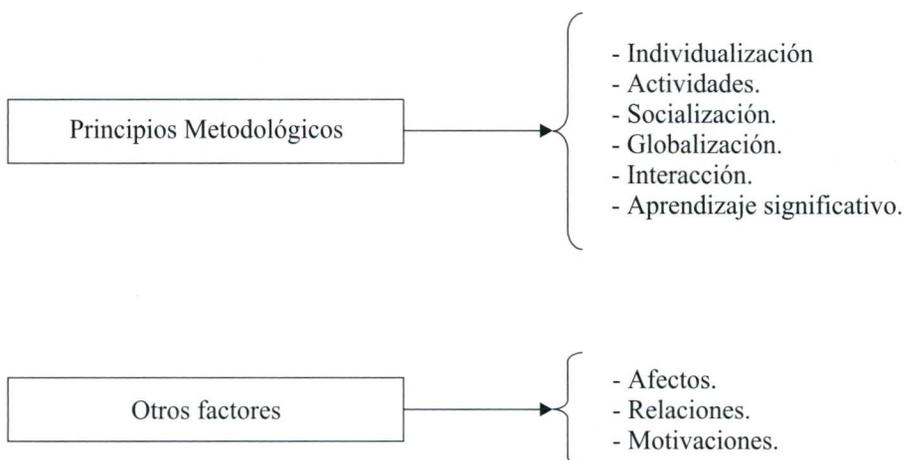
Adaptaciones curriculares en el área del Medio Físico



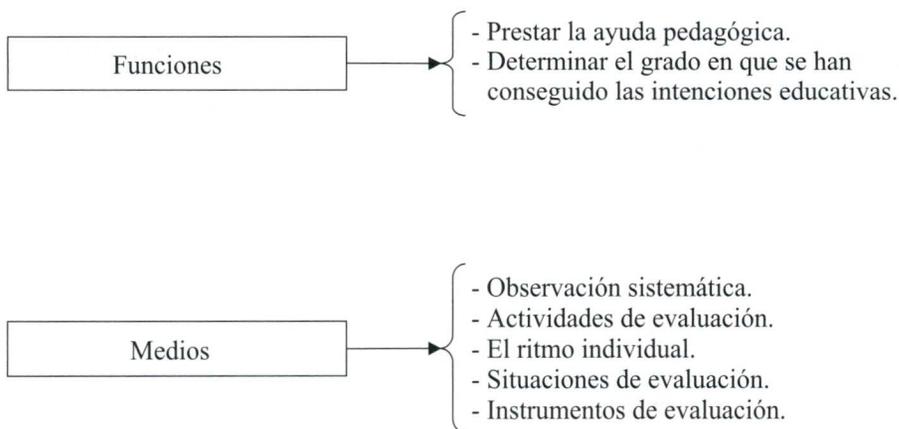
Objetivos y Contenidos del área que deben priorizarse en los alumnos con Necesidades Educativas Especiales



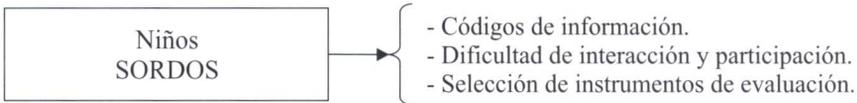
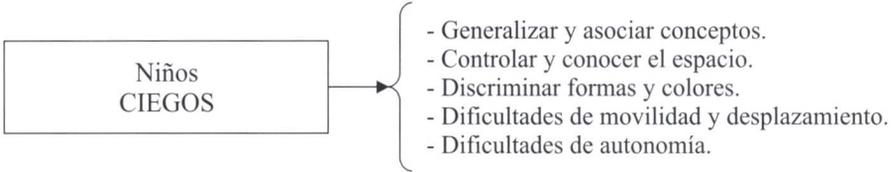
Metodología para el Área del Medio Físico



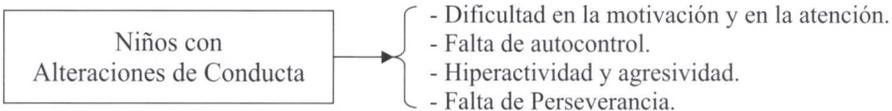
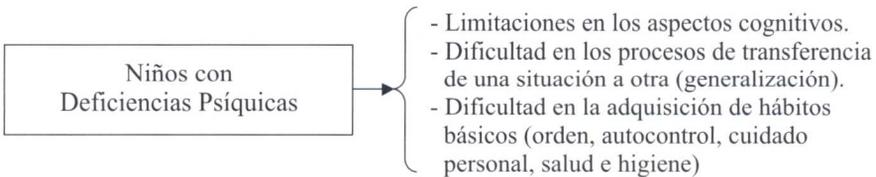
Evolución del Área del Medio Físico



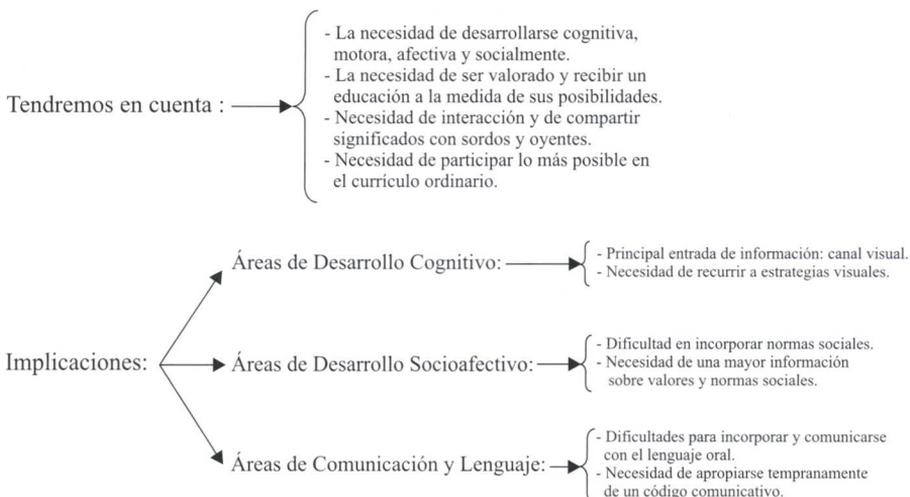
Dificultades más comunes teniendo en cuenta las Necesidades Educativas Especiales (I)



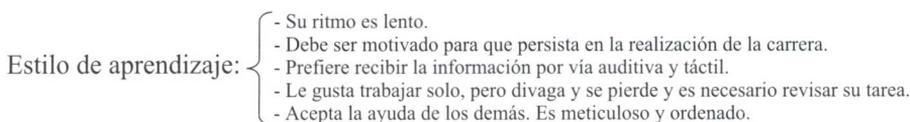
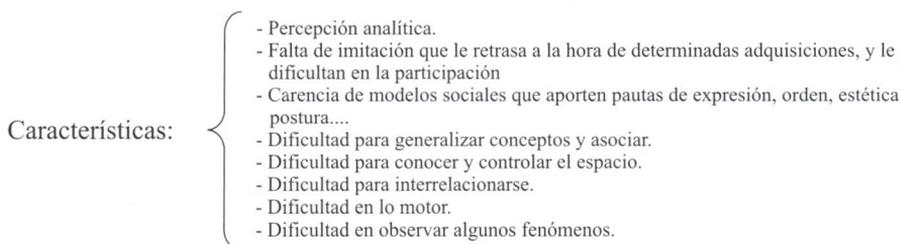
Dificultades más comunes teniendo en cuenta las Necesidades Educativas Especiales (II)



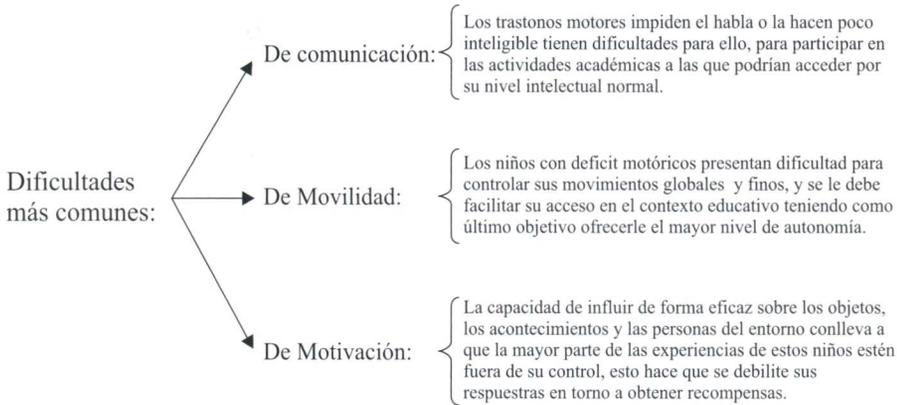
Adaptaciones Curriculares para alumnos con Deficiencia Auditiva



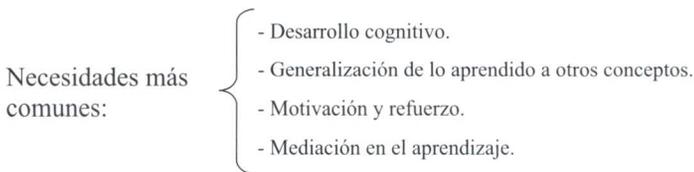
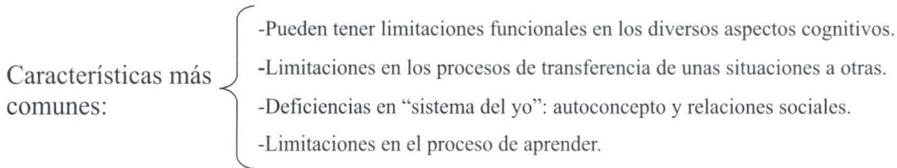
Adaptaciones Curriculares para alumnos con Deficiencia Visual



Adaptaciones Curriculares para alumnos con Deficiencia Motórica



Adaptaciones Curriculares para alumnos con Deficiencia Mental



Adaptaciones Curriculares para alumnos con Alteración de Conducta

Características
más comunes:

- Imposibilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Interrumpen el desarrollo de la actividad o el ejercicio de una habilidad.
- Son aversivas y lesivas para los otros o para sí.

Necesidades
más comunes:

- Tener un contexto directo y estructurado.
- Aprender habilidades y estrategias de control.
- Alcanzan mayor grado de autonomía y control del medio.

BIBLIOGRAFÍA

- BAKER & AL. *¿Cómo enseñar a mi hijo? Problemas de conducta*. Edit. Pablo del Río. 1980.
- BLANCO GUIJARRO, R. *Alumnos con Necesidades Educativas Especiales y Adaptaciones Curriculares*. MEC. 1992.
- BOE. Real Decreto 1333/1991, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo de Educación Infantil. 1991.
- CIDAD. *Modificación de conducta en el aula*. Cuadernos de la UNED. Madrid, 1987.
- GRAZIANO, A.M. *Terapia de la conducta en la infancia*. Edit. Fontanella. Barcelona, 1977.
- LLADÓ SUBIÑA, C. *Proyecto Curricular de Educación Infantil*. Edit. Anaya. 1993.
- KOZZLOF. *Aprendizaje y la conducta en la infancia*. Edit. Fontanella. Barcelona, 1982.
- MARGOUES, P.J. *Aproximaciones conductuales al tratamiento del autismo: una revisión*. Psychological Bulletin 34(2): págs., 249-264. 1977.
- MARTOS, J. *Los padres también educan*. Edit. APANA. 1984.
- MAYOR LABRADOR. *Manual de modificación de conducta*. Edit. Alhambra. 1984.
- OLERÓN, P. *El niño: su saber y su saber hacer*. Edit. Morata. 1987.

LAS ACTIVIDADES DE CIENCIAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA. ALGO MÁS QUE OBSERVAR Y MANIPULAR

Susana García Barros
Catedrática de Escuela Universitaria de
Didáctica de Ciencias Experimentales
Universidad de A Coruña

Cristina Martínez Losada
Catedrática de Escuela Universitaria de
Didáctica de Ciencias Experimentales
Universidad de A Coruña

Introducción

El trabajo práctico constituye un tipo de actividad específica de la educación científica en todos los niveles educativos. La alfabetización científica del ciudadano, en la medida que implica el conocimiento de los fenómenos naturales y del medio que nos rodea, así como el desarrollo de habilidades científicas, demanda un acercamiento a dichos fenómenos, no sólo desde una mera observación, sino desde una óptica analítica e interpretativa, adaptada, por supuesto, a las capacidades de niños y jóvenes. Todo ello justifica la habitual reivindicación de medios (materiales, tiempo, espacios...) que alumnos y profesores hacemos en un país como el nuestro, donde existe, e incluso persiste en la enseñanza de las Ciencias, una tradición teórica o “libresca” (Gil, Furió y Gavidia, 1998). En coherencia con ello, es frecuente que tales reivindicaciones trasciendan a los medios de comunicación y concretamente a las secciones de educación incluidas en la prensa de mayor difusión. En ella se ha podido leer, no hace mucho, que las deficiencias de la educación científica se deben a la reducida presencia de prácticas y que uno de los problemas de la implantación de la Reforma es la calidad de las mismas. En este mismo sentido, se manifiestan los profesores en formación cuando señalan

que uno de los factores de mayor influencia en la calidad de la enseñanza de las Ciencias es la escasez de prácticas de campo y/o laboratorio (García Barros y Martínez Losada, 2000).

La importancia de las actividades prácticas se reconoce en los distintos modelos de enseñanza de las Ciencias desarrollados en los últimos años, Así, incluso en la enseñanza tradicional (transmisión-recepción), caracterizada porque el profesor fundamentalmente explica lo que se recoge en el libro de texto, se dedica un reducido espacio de tiempo a la práctica que tiene como principal objetivo mostrar fenómenos y hechos previamente introducidos, concibiéndose que su visualización favorece el aprendizaje. Como reacción a este modelo de enseñanza surgió la enseñanza por descubrimiento que otorga a la práctica un papel central por entenderse que el aprendizaje se adquiere a través de la acción, *“haciendo e investigando se aprende”*, de tal forma que el alumno podría adquirir una mayor autonomía si desarrolla las correspondientes habilidades procedimentales. Esta tendencia metodológica que en sus planteamientos más radicales, llegó a minimizar la dirección ejercida por el maestro, tuvo gran implantación en los países anglosajones durante los años sesenta y setenta, donde actualmente se concibe como *“enseñanza tradicional”*, aunque su presencia en las aulas españolas fue reducida. Es conveniente señalar aquí que la enseñanza por descubrimiento recibió importantes críticas en las que, por cuestión de espacio, no profundizaremos. Sin embargo, cabe destacar la visión ingenua del aprendizaje que la fundamenta, suponiendo que el alumno puede *“descubrir”* el conocimiento científico de forma autónoma y la concepción inductivista de Ciencia que transmite (Gil, 1993) (Pozo y Gómez Crespo, 1998). En cualquier caso, sería injusto no reconocer sus aspectos positivos, entre los que destacaríamos su repercusión en la enseñanza de las Ciencias y en la investigación en esta área de conocimiento y la relevancia que este modelo otorga al aprendizaje de las Ciencias en los primeros niveles de la enseñanza, desarrollándose proyectos específicos, como fue el caso del proyecto SCIS (*Science Curriculum Improvement Study*), que sigue siendo un punto de referencia para otros posteriores dirigidos a la Educación Primaria.

Los actuales modelos de enseñanza de las Ciencias, fundamentados en la visión constructivista, también otorgan especial importancia al trabajo práctico, aunque aquí se aprecian ciertas diferencias entre aquellos más próximos al cambio conceptual y los basados en el

aprendizaje por investigación. En el primero de ellos, al que nos referiremos como evolución conceptual por considerarlo más idóneo, sobre todo porque entendemos que el objetivo de la enseñanza de las Ciencias en los primeros niveles educativos ha de consistir en el incremento de las experiencias de los niños y en la “*paulatina*” evolución de sus concepciones e interpretaciones teóricas a partir de la utilización de procedimientos (Harlen, 1998), las actividades prácticas resultan esenciales. Éstas constituyen el banco de pruebas donde el alumno puede evaluar la idoneidad de los modelos interpretativos al relacionarlos con los fenómenos observados. Por otra parte, los modelos basados en la investigación, herederos de la enseñanza por descubrimiento, aunque superando sus deficiencias fundamentándose en los principios constructivistas (Pozo y Gómez Crespo, 1998), otorgan especial relevancia al trabajo práctico. Desde esta óptica, se favorece el aprendizaje conceptual, al tiempo que se promueve el cambio metodológico que se centra básicamente en la superación de la metodología de superficialidad, próxima al pensamiento cotidiano con que los niños y jóvenes abordan los problemas académicos, caracterizado por análisis precipitados y simplistas de las situaciones, admisión de resultados contradictorios e incoherentes... (Gil y otros, 1991).

Tipos de trabajo práctico

El hecho de que, como hemos visto, todos los modelos de enseñanza tengan en cuenta el trabajo práctico, nos induce a pensar que éste, al menos en teoría, posee importantes posibilidades educativas, que pueden resumirse en los siguientes términos:

- Desarrolla técnicas experimentales.
- Intensifica el aprendizaje de conceptos.
- Permite aproximar el trabajo científico al aula, aunque en realidad, en los niveles iniciales, resulta más adecuado hablar de la introducción de procedimientos científicos asociados a la resolución de problemas sencillos.
- Desarrolla actitudes científica, positivas hacia su aprendizaje...

A lo largo de los años, se han ido desarrollando actividades prácticas diferentes que resultan idóneas para promover determinados objetivos/contenidos. En esta línea, y tomando como referente la conocida y ampliamente citada clasificación realizada por Woolnought (ver Caamaño, 1992) las actividades prácticas pueden dividirse en los tipos que recogemos a continuación:

a) *Experiencias*. Son actividades sencillas que consisten básicamente en la percepción y/o observación de un fenómeno. Como ejemplos de este tipo de actividad podríamos citar: la observación de animales o plantas; la percepción de un gas utilizando el olfato o la vista; la apreciación de cambios que sufre la leche después de añadirle una cucharada de yogur o unas gotas de cuajo.

b) *Experimentos ilustrativos*. Su objetivo fundamental consiste en la comprobación de leyes o en la ejemplificación de principios. En Educación Primaria podrían plantearse actividades dirigidas a comprobar que añadiendo soluto a una disolución su concentración aumenta (aspecto éste fácilmente apreciable por el sabor, olor, color...) hasta que la disolución se satura y resulta imposible disolver la sustancia depositada en el fondo del vaso, o a demostrar que la semillas pueden germinar en la oscuridad. También respondería a este tipo de actividad aquella dirigida a comprobar que no todas las sustancias aumentan la temperatura de la misma manera cuando se les aplica la misma intensidad de calor, así el aceite experimenta un mayor incremento de temperatura que el agua, lo que explica el hecho de que los alimentos tarden menos en freírse que en cocerse.

c) *Ejercicios*. Orientados al aprendizaje de ciertos procedimientos, incluyéndose aquí la realización de medidas de masa, volumen, temperatura...; la realización de gráficas a partir de unos datos, la interpretación de las mismas...

d) *Experimentos para comprobar hipótesis*. Tienen por objeto la elaboración de experiencias que permitan comprobar determinadas ideas apriorísticas, tales como: detectar que la altura de un plano inclinado influye en la velocidad a la que desciende por él un cochecito; apreciar que la exposición al aire influye en la oxidación...

e) *Investigaciones*. Posibilitan el desarrollo de habilidades asociadas a la resolución de problemas adaptados, por supuesto, a las capacidades de los niños, corriendo a cargo del profesor la dirección del trabajo. Determinar ¿qué comen o qué alimentos prefieren los caracoles?, ¿qué debo hacer para evitar que un helado se derrita?, ¿qué condiciones resultan más adecuadas para que las semillas germinen o las plantas crezcan?... podrían ser ejemplos de investigaciones aplicables a la Educación Primaria.

¿Son adecuadas y variadas las actividades que se desarrollan en nuestras aulas?

Desafortunadamente, la respuesta a esta cuestión sigue siendo negativa, a pesar de que existen, como hemos visto, diferentes tipos de actividades cuya utilización equilibrada favorecería, sin duda, la alfabetización científica del futuro ciudadano. En nuestro país se sigue pensando que las prácticas son necesarias, pero los profesores nos seguimos preguntando si es rentable utilizar tanto tiempo y esfuerzo en ellas, cuando éste resulta insuficiente para abordar todos los contenidos que la normativa oficial y la propia sociedad demanda a la escuela. De hecho, como expondremos a continuación, la investigación pone de manifiesto que las actividades prácticas empleadas por el profesorado son poco variadas y todavía tienen escasa presencia en las aulas de los niveles iniciales y medios. En este sentido, conviene señalar que en centros aceptablemente dotados, en los que fueron atendidas las reivindicaciones del profesorado en lo referente a materiales y medios humanos (doble de grupos para atender un número adecuado de alumnos en las sesiones prácticas), no se realizan las actividades prácticas programadas porque, según la opinión docente, “*es necesario terminar el programa*” (Nieda, 1994). Esta sobrevaloración del ámbito conceptual también se pone de manifiesto en otro trabajo (De Pro, 1998), en el que se indica que las programaciones del profesorado, en esta ocasión de Secundaria, responde a una estructura tradicional, caracterizada por la exposición del tema, explicación de ejercicios, realización individual de ejercicios y, *ocasionalmente*, comprobación experimental a través de la actividad práctica. En este mismo trabajo se resalta el desequilibrio que existe entre los contenidos conceptuales y procedimentales, destacándose que estos últimos son reducidos y rei-

terativos. También se advierte que el profesorado no es consciente de que debe enseñar específicamente procedimientos, pues piensa que el alumnado los va aprendiendo autónomamente, por ejemplo “*haciendo problemas*”. Además, el profesorado no parece valorar adecuadamente las prácticas, al no exigir, sistemáticamente, los correspondientes informes finales.

El panorama hasta cierto punto “*desolador*”, relativo a la Educación Secundaria, que hemos presentado, no se diferencia sustancialmente del de Primaria. Esta afirmación se justifica con los resultados obtenidos por nuestro equipo (Martínez Losada y otros, 1999) en un estudio realizado en Galicia con más de 400 profesores. En él se pone de manifiesto que las actividades más utilizadas son las de lápiz y papel, siendo su objetivo fundamental el aprendizaje de aspectos conceptuales (“*afianzar conceptos*” “*fijar conceptos*”), mientras los objetivos del ámbito procedimental apenas se mencionan (poco más del 10 % de los docentes se refirieron a ellos). La finalidad de las actividades prácticas, en opinión de los maestros que participaron en el trabajo, no es muy diferente; así los objetivos más mencionados fueron también en esta ocasión, favorecer el aprendizaje conceptual, no superando las referencias a aspectos procedimentales el 25%, que, por otra parte, se centraron en enunciados genéricos, “*desarrollar procedimientos*” “*aprender a razonar*”, en la observación y en la experimentación/manipulación. Cabe destacar además que, si bien algunos profesores señalaron que las actividades que ellos utilizan sirven para desarrollar procedimientos intelectuales y de investigación como, “*analizar e interpretar fenómenos*”, “*buscar posibles causas*”, “*plantear interrogantes*”, “*formular hipótesis*”, “*obtener conclusiones*”..., tales objetivos fueron más citados en el caso de las actividades de lápiz y papel que en las prácticas, lo que nos sugiere que existe una infrautilización de las prácticas en cuanto se centran en la observación y en la manipulación sin hacer el suficiente énfasis en el desarrollo de habilidades intelectuales que, además de encerrar un valor educativo intrínseco, resultan imprescindibles para la adquisición del aprendizaje significativo, tan valorado por el colectivo docente.

Los datos correspondientes a los trabajos revisados nos introducen en un análisis reflexivo de las causas de la situación actual, lo que nos permitirá abordar una posible solución desde la formación docente, siendo la pregunta clave:

¿Por qué los profesores centran exclusivamente la finalidad de las actividades en la conceptualización y omiten, casi sistemáticamente, las finalidades de tipo procedimental?

La respuesta a esta pregunta posiblemente la encontremos en el hecho de que el pensamiento docente, al igual que ocurre con el de otros profesionales, es resistente al cambio. Por ello, resulta ingenuo suponer que la simple lectura de los flamantes enunciados de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, incluidos en los DCBs, así como la de las recomendaciones didácticas oficiales, van a producir modificaciones significativas en las aulas (Gil, Furió y Gaviola, 1998). No debemos olvidar que la enseñanza tradicional, todavía muy asentada, minimiza la utilización de actividades, pues son escasas y reiterativas en cuanto al tipo de procedimientos implicados. Además, tanto éstos últimos como las propias actividades son “algo” que el alumno debe realizar de forma autónoma, recayendo en él la responsabilidad del aprendizaje, pues el profesor apenas ejerce, por distintos motivos en los que no vamos a entrar, suficiente control sobre las mismas. En este sentido, es frecuente que se planteen actividades para casa y que se corrijan posteriormente en gran grupo, lo que impide un conocimiento específico de las dificultades del alumno; también es habitual que no se exijan resúmenes de las actividades prácticas... Basándonos en lo indicado, consideramos que el necesario cambio didáctico implica un mayor control docente, pero además el desarrollo de actividades innovadoras que permitan el aprendizaje holístico de los distintos tipos de contenidos. En esta línea, es conveniente advertir que el profesorado de Primaria emplea fundamentalmente el libro de texto correspondiente a una serie de editoriales de gran implantación y que dichas editoriales presentan ciertas deficiencias en lo relativo al tipo de actividades y a los procedimientos en ellas implicados. Así en un estudio que hemos realizado (García Barros y otros, 1999; Martínez Losada, Vega y García Barros, 1999) se aprecia que la inclusión de trabajos prácticos es especialmente reducida (más en los temas de los seres vivos que en los correspondientes al estudio de otros como, por ejemplo, la materia). Además, las actividades prácticas tienden a reiterar ciertos procedimientos, limitándose la gran mayoría a desarrollar la observación y la descripción de lo observado, omitiendo el desarrollo de procedimientos asociados a la indagación y resolución de problemas o a la interpretación de hechos y fenómenos que, paradójicamente, se halla más presente en las actividades de lápiz y papel. Frente a

esta situación nos podemos preguntar: ¿cómo se favorece la comprensión teórica a través de la práctica cuando ésta se limita a observar y describir, sin exigir la paralela interpretación? ¿cómo se pueden aprender procedimientos intelectuales asociados a la actividad científica como la propuesta de hipótesis, de pruebas, el análisis de datos... cuando la actividad se asemeja a la típica “*práctica receta*” especialmente criticadas por la bibliografía especializada? (Lunetta, 1998).

Por otra parte, y aun siendo conscientes de la importancia que encierra el diseño de actividades innovadoras, consideramos que es igualmente relevante que el profesorado de Primaria analice críticamente las actividades utilizadas, con objeto de que se seleccionen aquellas que permitan enseñar a lo largo del curso, ciclo... tanto los contenidos conceptuales como una mayor variedad de procedimientos. Pues, si bien los procedimientos deben “*atravesar los temas*” (Olivares, 1998) de forma que se repitan en distintas unidades didácticas, con objeto de que las habilidades se vayan adquiriendo paulatinamente, también han de ser variados, incrementándose de forma progresiva el grado de exigencia de los mismos. Así, por ejemplo, la observación que en los niveles más elementales, puede limitarse a unos aspectos concretos, debe ampliarse a otros, al establecimiento de comparaciones... Lo mismo podríamos decir de las habilidades de comunicación, presentes en todas las actividades, que de su forma más sencilla (escribir una palabra o frase corta) deben evolucionar hacia la confección de resúmenes sintéticos más completos de la actividad.

Pero el profesorado ha de superar, además, un problema destacado en la bibliografía (De Pro, 1998; Olivares, 1998) y que venimos detectando en nuestra experiencia como formadoras docentes. Nos referimos a la tendencia que tiene el profesor, en ejercicio y en formación, a confundir los procedimientos con las actividades. Consideramos que, también aquí, el análisis de actividades concretas (diferentes en cuanto a su planteamiento pero que promuevan ciertos procedimientos comunes), constituyen un punto clave en la superación de esta tendencia docente. En la tabla 1 (página 205), se recoge un ejemplo dirigido a la comparación de actividades y procedimientos.

Tabla 1

Análisis de los procedimientos desarrollados en dos actividades

ACTIVIDAD I	ACTIVIDAD II
<p>Objetivo: Estudio de las preferencias alimenticias de los caracoles</p> <p>Procedimiento: Debes colocar cuatro caracoles en el terrario y los siguientes alimentos: lechuga, tomate, berza y patata cruda. Durante 5 días anota los alimentos que han comido y haz una tabla. <i>Nota:</i> se dan instrucciones para confeccionar un terrario.</p> <p>☛ <i>Indica cuál fue el alimento preferido. ¿Qué problemas tuviste en el desarrollo de esta práctica?</i></p>	<p>Objetivo: Estudio de las preferencias alimentarias de los caracoles. Aplicación de los conocimientos obtenidos a otras situaciones</p> <p>Procedimiento: Como es invierno y no podemos trabajar con los caracoles, os daré el resumen de una actividad que hicieron vuestros compañeros el año pasado que incluyen los resultados, con ellos debéis hacer una tabla.</p> <p>☛ <i>¿Qué tipo de alimento prefieren?</i> ☛ <i>A qué agricultor perjudican más los caracoles ¿al que tiene una huerta de patatas o al que la tiene de lechugas? ¿por qué?</i></p>
PROCEDIMIENTOS	
<p>Manipulativos. Observación Recogida de datos <i>Confección de tabla</i> <i>Análisis de datos</i></p> <p><i>Comunicación de conclusiones</i></p>	<p><i>Confección de tabla</i> <i>Análisis de datos</i> <i>Obtención de conclusiones</i> Análisis/Resolución de un problema sencillo <i>Comunicación de conclusiones</i></p>

Nota: se subrayan los procedimientos comunes a ambas actividades

Alternativas al diseño tradicional de trabajo práctico

Como tratamos de justificar anteriormente, el trabajo práctico en nuestro país es escaso y sus posibilidades educativas están siendo infrutilizadas; sin embargo, esta crítica debe servir de punto de partida para buscar soluciones encaminadas a rentabilizar el tiempo y esfuerzo que profesores y alumnos invertimos en ellos. Aun siendo conscientes de que este tema encierra todavía muchos interrogantes que la investigación educativa ha de abordar, consideramos que se han dado pasos importantes que nos inducen a percibir el futuro con optimismo en lo que respecta a las posibles soluciones. En este sentido, conviene destacar que en el marco de la enseñanza de las Ciencias existe actualmente un amplio consenso en lo que respecta al tra-

bajo práctico, entendiéndose que constituye una actividad idónea para que el alumno comprenda e interprete los fenómenos y los hechos naturales desde el marco de las teorías científicas, y se inicie en el reto de la resolución de problemas a través del desarrollo de los procedimientos investigativos.

Todo ello requiere diseños innovadores del trabajo práctico que han de fundamentarse teóricamente en una adecuada visión de la Ciencia y del trabajo científico, superándose, así, concepciones simplistas sobre este trabajo y sobre el aprendizaje de las Ciencias, que, en algún sentido, cayeron en la falacia de asimilar la actividad científica al trabajo de aula, estableciendo un inadecuado isomorfismo entre ambos, como ha ocurrido en la ya criticada enseñanza por descubrimientos (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Por tal motivo, consideramos necesario dedicar un espacio a diferenciar la Ciencia que desarrollan los científicos y la Ciencia de los alumnos (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999), centrándonos en los siguientes aspectos:

- *Los objetivos que se persiguen.* Mientras la Ciencia tiene como finalidad generar conocimientos sobre el medio natural y desarrollar teorías explicativas cada vez más adecuadas, la Ciencia escolar tiene por objeto que el alumno construya significados teóricos que le permitan, además de explicar los hechos y fenómenos de su medio, utilizar y valorar los criterios científicos como el modo más adecuado para participar en una sociedad cambiante, altamente tecnificada.
- *Campo de acción.* A pesar de que la Ciencia está condicionada por múltiples factores de índole político, económico... el campo en el que se focalizan sus investigaciones es amplio, sin embargo, en el caso de la Ciencia escolar, éste se ve reducido al estar condicionado por las capacidades e intereses de los alumnos y por la concreción de los currículos oficiales.
- *Método.* La actividad científica responde a una metodología compleja, muy alejada de las simplificaciones inductivistas. Los equipos de investigadores expertos desarrollan dicha actividad con capacidad para tomar decisiones sobre su pro-

pio trabajo de forma autónoma. El estudiante, por el contrario, carece de esta capacidad, de ahí que los métodos de la Ciencia no puedan ser directamente transferibles al aula. La Ciencia escolar debe desarrollar un método que sirva para aprender conocimientos ya construidos y para desarrollar los necesarios procedimientos y actitudes, de ahí la importancia de que el alumno reflexione a través de la acción y “*no se pierda*” en el activismo del trabajo, es decir, debe saber en todo momento “*qué hace*” y “*para qué lo hace*”, siendo trascendental en este proceso la figura directiva del docente.

- *Motivación.* Aquí las diferencias entre el científico y el alumno son claras, pues, mientras el primero posee una alta motivación, el segundo persigue “*obtener las mejores calificaciones con el menor esfuerzo*”, meta, por otra parte legítima, que los docentes solemos olvidar.
- *Teorías.* En la Ciencia, como construcción dinámica que es, se van sucediendo teorías que se encuentran en distinto grado de desarrollo y que llegan, incluso, a coexistir en el tiempo. En la Ciencia escolar también se van presentando modelos abstractos cada vez más complejos que el alumno ha de evaluar. Para ello, es necesario que tanto los modelos como las propias teorías y explicaciones que poseen los niños, construidas a lo largo de los años a través de la observación, la influencia cultural, la enseñanza, el lenguaje..., sean contrastados con la realidad. En este proceso es importante que el alumno acepte el modelo introducido en la escuela concibiéndolo como una explicación creíble y útil. Sin embargo, hemos de ser conscientes de la dificultad, complejidad y lentitud que encierra esta aceptación que conduce al cambio y a la evolución conceptual. En este sentido, son abundantes los ejemplos en los que se pone de manifiesto que el niño, lejos de abandonar sus concepciones, llega a construir “*modelos híbridos*” fruto de la intersección entre sus interpretaciones personales y los modelos teóricos escolares. Así, el conocido trabajo de Nussbaum (1989) nos ilustra las curiosas concepciones que poseen los niños de Primaria con relación a la forma de la Tierra y su posición en ella. Las más

primitivas suponen que la Tierra es plana, mientras otras más evolucionadas entienden que la Tierra es como “*una bola*” en la que los seres humanos ocupamos una superficie plana en su interior, poniéndose así de manifiesto que el alumno posee una concepción *híbrida* entre sus propias ideas y el modelo académico que se le presenta. Un tercer modelo, más evolucionado, pero todavía inadecuado, representa una Tierra esférica, siendo la posición del sujeto exterior a ella. En este caso los niños, a menudo, interpretan inadecuadamente la caída de los cuerpos, pues no la entienden en dirección radial hacia al centro de la Tierra, sino que conciben un “*arriba abajo*” absoluto de forma que los objetos caen únicamente en dirección vertical y hacia abajo. Además, y en coherencia con lo dicho, los alumnos que poseen esta visión de la Tierra tienen dificultades para comprender que los seres situados en las antípodas no se precipitan al vacío. Finalmente, sería necesario añadir que en muchos casos, aunque la teorías científicas sean aceptadas y resulten “*vencedora*”, no sería de extrañar que éstas lleguen a coexistir con interpretaciones cotidianas que pueden aplicarse en determinados contextos no escolares (Pozo y Gómez Crespo, 1998), con suficiente validez, economía y eficacia.

La diferencia entre la Ciencia escolar y la Ciencia de los científicos que hemos tratado de evidenciar aquí, nos induce a justificar la importancia de que en la escuela se realice la transposición didáctica, que consiste, básicamente, en la reelaboración del conocimiento científico de manera que pueda ser adaptado al alumnado de las distintas etapas educativas (Jiménez Aleixandre y Sanmartí, 1997).

Una vez realizado esta reflexión teórica, trataremos de ofrecer respuestas concretas relativas a cómo han de ser, a nuestro juicio, las innovaciones en el trabajo práctico de Educación Primaria, centrándonos en dos ideas “*hacer la práctica mas teórica*” y “*hacer la práctica más investigativa*”

¿Qué entendemos por hacer la práctica más teórica?

Si bien en otro lugar hacemos una reflexión más profunda sobre este tema, aquí trataremos de realizar un resumen adaptado a la Educación Primaria (García Barros, 2000). En primer lugar, sería conveniente aclarar que cuando hablamos de prácticas más teóricas nos estamos refiriendo a aquellas actividades en las que se favorece no sólo la observación y la descripción, sino también la interpretación desde un pensamiento cada vez más abstracto, pues consideramos, junto con Harlen (1998), que los niños pequeños ya disponen de esa capacidad. De esta forma y de acuerdo con las recomendaciones recogidas en el DCB de Primaria, las actividades prácticas dejarán de ser un complemento curioso y servirán para reflexionar y poner a prueba las ideas de los estudiantes con objeto de que éstas evolucionen.

A lo largo de nuestra exposición, venimos defendiendo que el aprendizaje de las Ciencias consiste, entre otras cosas, en la adquisición de teorías que expliquen la realidad, entendiendo que una teoría científica construye modelos que interpretan los hechos y fenómenos, utilizando como nexo de unión el lenguaje (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999). En este sentido, se ha utilizado una interesante metáfora para ejemplificar la teoría (Sanmartí, Izquierdo y García Rovira, 1999), que consiste en asimilarla a un iceberg, de forma que en la parte sumergida se sitúan los modelos abstractos y en la emergida, los hechos que éstos interpreta. Sin embargo, al alumno le resulta complicado establecer relaciones entre ambas partes, siendo frecuente que niños y jóvenes, ante una cuestión concreta, se limiten a dar una respuesta meramente fenomenológica, aun conociendo su interpretación abstracta, o, por el contrario, reproduzcan una definición abstracta y formal sin referirse en absoluto al hecho o fenómeno que explica. Así, un niño, frente a la cuestión: “¿por qué es de día?”, puede afirmar “*porque el Sol ya salió y está en el cielo*” (respuesta meramente fenomenológica correspondiente a la parte observable del iceberg), aunque conozca que el movimiento de rotación es la causa de los días y las noches (modelo teórico correspondiente a la parte sumergida del iceberg). En la tabla 2 (página 210) se recogen algunas relaciones entre hechos y modelos interpretativos que pueden resultar ilustrativos.

Tabla 2

Ejemplos de relaciones entre hechos y modelos

Hechos y fenómenos	Modelos interpretativos
Movimiento aparente del Sol en el cielo a lo largo del día	Rotación Terrestre
Fases de la Luna	Traslación Lunar
El crecimiento de las plantas	Fotosíntesis
Lluvia	a) <i>Ciclo de agua</i> b) <i>Cambio de estado</i> c) <i>Modelo atómico molecular</i>

A nuestro juicio, un problema importante de la enseñanza de las Ciencias consiste en que mientras en la Educación Primaria el aprendizaje se centra fundamentalmente en la descripción de la realidad, sobre todo de los seres vivos, aspecto al que el profesorado de este nivel da especial relevancia, en la Educación Secundaria se insiste en los modelos, sin establecer, en ocasiones, las oportunas relaciones entre ambos, de forma que el alumno no llega a comprender el verdadero sentido de la teoría, confundiéndola, incluso, con el propio modelo. Ante esta situación, nos preguntamos: ¿para qué sirve una teoría si se limita a dar cuenta del modelo sin relacionarlo con los hechos que explica?, más concretamente, ¿para qué sirve que un niño al final de la primaria, conozca que la nutrición de las plantas consiste en la absorción de CO_2 y H_2O para producir materia orgánica en presencia de luz si resulta que no interpreta que los distintos órganos de la planta se han formado a partir de esos productos?; ¿de qué sirve que un niño conozca el modelo Sol-Tierra-Luna y sepa que ésta última gira alrededor de la Tierra si no es capaz de determinar qué posiciones tendrán estos astros cuando observa la Luna en el cielo en cualquiera de sus fases?

Este tipo de relaciones entre hechos/fenómenos y modelos no se adquieren autónomamente por parte del alumno y han de ser inducidas por el docente mediante el diseño de actividades adecuadas en las que se promueva la expresión y argumentación de las ideas por parte del alumno, favoreciendo, así, el necesario dominio del lenguaje. Todo ello demanda que el profesorado, antes de utilizar una actividad de aula, realice

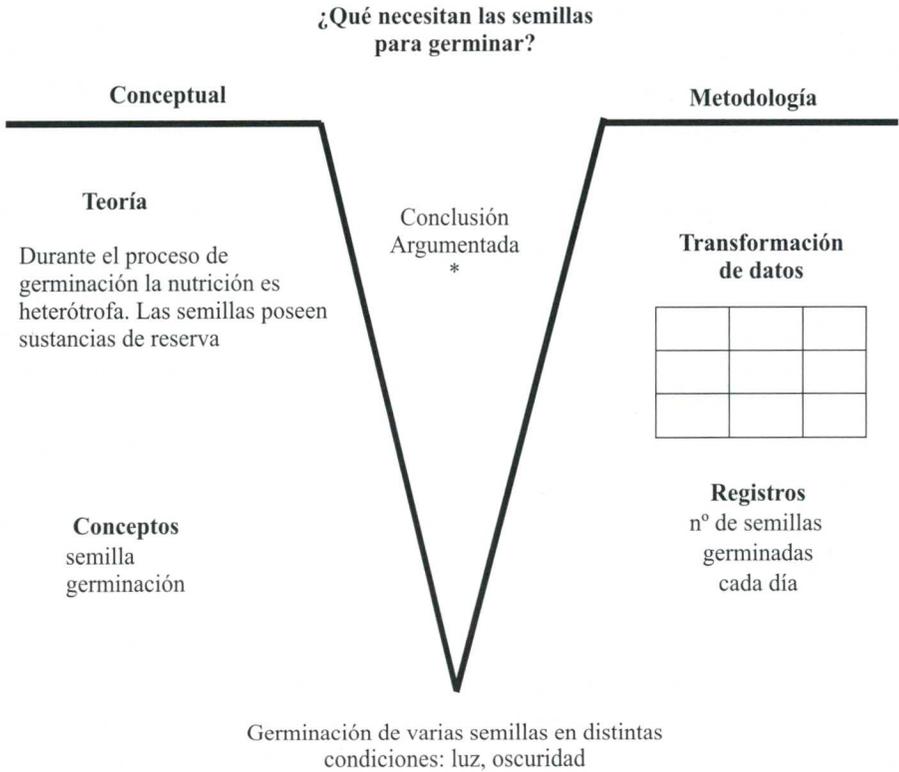
una reflexión previa sobre: ¿qué problemática se va a tratar? ¿qué fenómeno o situación debemos elegir? ¿qué tipo de pruebas u observaciones se van a hacer? ¿qué aspectos conceptuales habrá que activar? ¿qué conclusiones se van a establecer? Esta reflexión previa favorece que el profesor ejerza el control suficiente sobre la actuación del niño, evitando que éste se pierda en el desarrollo de la actividad. Así, se facilita la realización del esfuerzo que supone “*pensar sobre la propia acción*”, paso relevante para hacer la “*práctica más teórica*” y para promover el aprendizaje significativo. En la tabla 3, se recogen varios aspectos a considerar en el análisis previo de una actividad sobre la germinación de las semillas. Asimismo, debemos señalar que se han desarrollado instrumentos, como la “V” de Gowin, que además de servir como actividad metacognitiva para el alumno, por cuanto favorecen el aprendizaje a través de la conexión teoría/práctica, resultan idóneos para que el profesor realice los análisis previos de la actividad (Novak y Gowin, 1988) que venimos defendiendo. En este sentido se recoge un ejemplo de “V” de Gowin en la figura 1 (página 212), referida, también, a la germinación de las semillas.

Tabla 3

Aspectos a analizar en una actividad relativa
a la germinación de las semillas

ACTIVIDAD	Germinación de las semillas
CONOCIMIENTOS QUE DEBE TENER EL NIÑO	Concepto de semilla: “capaz de desarrollar un nuevo individuo”
ASPECTOS INTERPRETATIVOS (TEORÍA)	La semilla es portadora de sustancias de reserva. Durante el proceso de germinación no se produce fotosíntesis, no es necesario por tanto la luz para la germinación
EXPERIMENTO, OBSERVACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Germinación de varias semillas en distintas condiciones: luz, oscuridad (manteniendo constantes variables como agua y sustrato) • Recogida de datos diaria, indicando cuántas semillas germinan • Realización de tabla
CONCLUSIÓN ARGUMENTADA	Las semillas germinan en la oscuridad porque poseen sustancias de reserva, así durante la germinación no se realiza la fotosíntesis

Figura 1
Ejemplo de “V” de Gowin



* **CONCLUSIÓN ARGUMENTADA:** Las semillas germinan en la oscuridad, la planta crece utilizando las sustancias de reserva que posee. En este proceso no se requiere luz porque no se realiza la fotosíntesis

¿Qué entendemos por hacer la práctica más investigativa? ¿Cómo favorecer las habilidades de indagación?

La alfabetización científica no sólo ha de centrarse en el dominio conceptual de los conceptos, leyes y teorías, sino que también interesa al ámbito procedimental, así Hodson (1994) propone como importante objetivo de la educación científica, “*hacer Ciencia*”, que consiste básicamente en el acercamiento al trabajo científico y en el

paralelo desarrollo de procedimientos investigativos relacionados con la resolución de problemas, tales como: la propuesta de hipótesis, diseño de pruebas, análisis de datos... El aprendizaje de estos procedimientos demanda la utilización de actividades diseñadas con tal fin, es decir, actividades prácticas problemáticas y abiertas, superándose la exclusiva utilización de los criticados trabajos prácticos dirigidos a la observación y a la mera descripción.

Una cuestión que, seguramente, preocupa al profesorado de Educación Primaria es si el planteamiento de este objetivo y el desarrollo de las oportunas actividades necesarias para alcanzarlo resulta adecuado para niños de seis a doce años o, por el contrario, sería más idóneo retrasarlo a edades posteriores. En este sentido, autoras de reconocido prestigio como Harlen (1998) y Carey y col. (1989) indican que los niños de Educación Primaria pueden proponer hipótesis, diseñar pruebas que les permitan comprobar sus previsiones..., aunque siempre con la necesaria dirección y trabajando sobre problemas y cuestiones interesantes para ellos y adecuadamente contextualizadas. En coherencia con ello, el DCB de Educación Primaria, y concretamente el correspondiente al Conocimiento del Medio, también se pronuncia en este sentido, presentando como objetivo: *“el desarrollo de las capacidades de indagación, exploración y búsqueda de explicaciones y soluciones a problemas que plantea la propia experiencia cotidiana... Se trata de proporcionar a los alumnos rudimentos de la aproximación científica al análisis del medio: adopción de una actitud indagadora, la tendencia a formular hipótesis y plantear problemas, la elaboración de estrategias metódicas para resolverlos...”*.

En cualquier caso, los problemas dirigidos a la Educación Primaria no deben ser demasiado abiertos, pues la introducción en la indagación ha de ser simple, aunque este planteamiento pueda parecerle al lector excesivamente inductivo. Un esquema lineal se recoge en la figura 2 (página 214) y responde a una formulación dirigida, en la que se supone que el profesor ejerce una importante dirección. Este esquema se podría ir complicando hacia otro más complejo, propio de la resolución de problemas más abiertos dirigido a alumnos de mayor edad (ver Figura 3, página 214).



Figura 2

Esquema lineal de investigación
(Modificado de Olivares 1998)

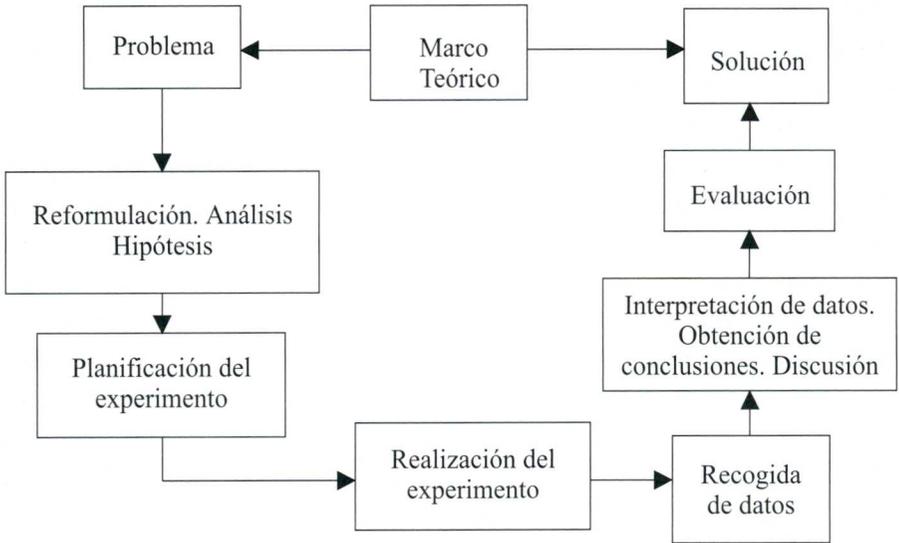
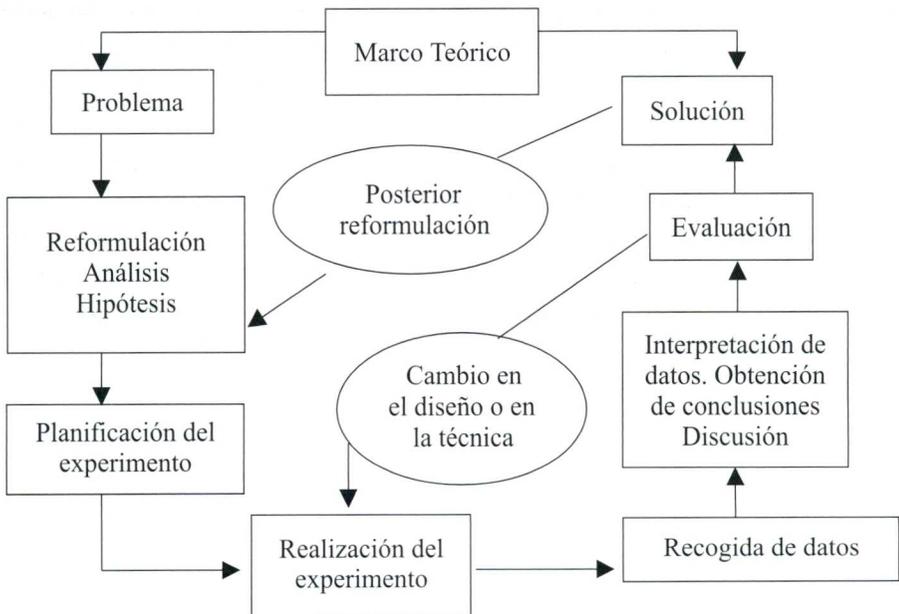


Figura 3

Esquema complejo de investigación
(Modificado de Olivares 1998)



Con relación a la realización de actividades investigativas, surge otra interesante problemática: ¿hasta qué punto es recomendable plantear actividades prácticas investigativas en las que no se promueva también el aprendizaje específico de aspectos conceptuales? Sobre este particular no existe un alto grado de consenso, de forma que, mientras algunos defienden que la actividad investigativa resulta idónea para desarrollar conceptos, introduciendo al alumno en la resolución de problemas teóricos, otros defienden el valor intrínseco de estas actividades, independientemente de que sirvan o no para adquirir conceptos. En cualquier caso y sin pretender entrar en este debate, lo que resulta indiscutible es que existen una serie de procedimientos relevantes para la formación científica que solamente se van a poder aprender mediante la realización de actividades problemáticas y más abiertas que las clásicas “*prácticas receta*”. Por tal motivo, consideramos necesario que el profesorado de Primaria conozca y analice diseños de trabajos prácticos que ofrezcan la oportunidad a los niños de realizar indagaciones y los compare con otros más tradicionales. En este sentido sugerimos el análisis comparativo de las actividades recogidas en la tabla 4 (página 216), donde se aprecian diferencias. También es importante que el profesorado perciba la importancia de dirigir el proceso en las actividades planteadas como indagación, dedicando tiempo suficiente a la preparación del ensayo, donde los niños, debido a sus capacidades limitadas, van a tener problemas. Así, es frecuente que los alumnos de Primaria, e incluso de mayor edad, realicen diseños inadecuados en lo que respecta al control de variables. Concretamente, es de esperar que, en la actividad investigativa que presentamos en la tabla 4, no tengan en cuenta que todos los sustratos utilizados (lana, papel higiénico...) deben estar en las mismas condiciones de humedad y temperatura. Otro posible problema que van a tener los niños es el número de semillas utilizado, que suele ser reducido, por lo que habrá que insistir en que las pruebas deben ser amplias con objeto de que podamos estar seguros de los resultados obtenidos.

Tabla 4

Comparación entre dos actividades tradicional e investigativa, centradas en la germinación de las semillas

ACTIVIDAD TRADICIONAL (Sobre germinación, incluida en un texto de 4º de Primaria)

Comprueba cómo nace y crece una planta:

- ⇒ Coge un tarro de cristal y echa un poco de tierra. Pon un haba en la tierra junto al cristal, de manera que lo puedas ver y cúbrelo hasta que se llene el tarro.
- ⇒ Riégalo
- ⇒ Observa lo que ocurre al cabo de una semana, dos...

ACTIVIDAD INVESTIGATIVA (Sobre germinación, dirigida a 4º de Primaria)

¿Las habas pueden germinar en materiales distintos al algodón?

- ⇒ Seguramente habréis puesto habas a germinar en algodón, pero, ¿creéis que el algodón es imprescindible o pensáis que las habas podrán germinar si las ponéis en otro material?
- ⇒ Pensad en una posible respuesta. Debéis diseñar un experimento para comprobar vuestras ideas. Indicad cómo haríais, especificad el material que utilizaríais y las observaciones que pensáis realizar.
- ⇒ Antes de hacer la prueba tenéis que enseñarle vuestro diseño a la profesora

NOTA: es imprescindible dirigir este paso porque los niños pueden no proponer suficientes materiales (lana, algodón, papel higiénico...), cambiar las condiciones de luz o agua, poner pocas semillas...

A modo de conclusión

La reflexión que hemos realizado hasta ahora nos induce a pensar que en la Enseñanza de las Ciencias, aunque se han realizado importantes avances en lo relativo a las actividades de aprendizaje, es necesario seguir investigando en esta línea, con objeto de que se elaboren materiales innovadores, adecuadamente fundamentados, y dirigidos a la alfabetización de los escolares, tanto como a la formación docente. Entendemos que ésta última constituye un punto clave e ineludible para que la deseada innovación de la enseñanza de las Ciencias llegue realmente al aula.

Consideramos que el profesor de Educación Primaria, especialmente preocupado por el desarrollo de materias instrumentales de gran importancia, como la Lengua o las Matemáticas, y por el paralelo desarrollo de las actitudes y valores, debe también apreciar la relevan-

cia que posee la formación científica en edades tempranas. Dentro de dicha formación, las actividades prácticas juegan un papel central, en cuanto son instrumentos idóneos para que el escolar vaya ampliando experiencias y les dé oportunas explicaciones, al tiempo que se desarrollan otras habilidades de tipo general, como las relativas a la expresión y comunicación oral y escrita, directamente asociadas a la argumentación y transmisión de ideas. Estas posibilidades, tan ambiciosas, que atribuimos al trabajo práctico, demandan que en el aula se haga un uso adecuado del mismo, planteando actividades variadas que permitan promover los diversos objetivos que la educación científica propone. Otro aspecto relevante en la actividad profesional del profesor de Primaria es el análisis de los materiales que ha de utilizar. Es imprescindible conocer **“para qué se hacen las actividades”**. Así, si queremos que los niños observen, pongamos actividades sencillas limitadas a la observación y a la descripción, pero... si queremos que aprendan conceptos, interpreten... y/o queremos introducirlos en la realización de pequeñas investigaciones, será necesario plantear las actividades *investigativas y más teóricas*, cuyo valor educativo hemos tratado de poner de manifiesto a lo largo de este capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

- CAAMAÑO, A. *Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales*. Aula, 9. 1992. Págs., 61-68.
- CAREY, S., EVANS, R., HONDA, M. y UNGER, C. *An experiment is when you try it and see if it works: A study of grade 7 student's understanding of the construction of scientific knowledge*. *International Journal of Science Education*, 11. 1989. Págs., 514-519.
- DE PRO, A. *El análisis de las actividades de enseñanza como fundamento para los programas de formación de profesores*. *Alambique*, 15. 1998. Págs., 15-28.
- GARCÍA BARROS, S. *¿Qué hacemos habitualmente en las actividades prácticas? ¿Cómo podemos mejorarlas?* Ponencia presentada en el Congreso: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências. Braga (Portugal), 2000.
- GARCÍA BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. *Las ideas de los alumnos del CAP. Punto de referencia para reflexionar sobre formación docente*. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. (En prensa.) 2000.
- GARCÍA BARROS, S., MARTÍNEZ LOSADA, C., VEGA, P. y MONDELO, M. *The ideas of primary school teachers concerning the development of procedures. The presence of these contents in school*. Comunicación presentada en: Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA). Kiel, 1999.
- GIL, D. *Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza /aprendizaje como investigación*. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2). 1993. Págs., 197-212.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J. *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. ICE Universitat de Barcelona. Horsori. Barcelona, 1991.
- GIL, D., FURIÓ, C. y GAVIDIA, V. *El profesorado y la reforma educativa en España*. *Investigación en la Escuelas*, 36. 1998. Págs., 49-64.
- HARLEN, W. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Morata-MEC (2.^a edición). Madrid, 1998.
- HODSON, D. *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3). 1994. Págs., 299-313.

IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N. y ESPINET, M. *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales*. Enseñanza de las Ciencias, 17 (1). 1999. Págs., 45-59.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. y SANMARTÍ, N. “¿Qué ciencias enseñar?: objetivos y contenidos en la Educación Secundaria”. En DEL CARMEN, L. y otros (Eds.). *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*. ICE Universitat de Barcelona, Horsori. Barcelona, 1997. Págs., 17-45.

LUNETTA, V. “The school Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching”. En FRASER, B.J. y TOBIN, K. (Eds.). *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London, 1998. Págs., 249-262.

MARTÍNEZ LOSADA, C., GARCÍA BARROS, S., VEGA, P. y MONDELO, M. “Enseñar Ciencias en Educación Primaria: ¿Qué tipos de actividades realizan los profesores?” En MARTÍNEZ LOSADA, C. y GARCÍA BARROS, S. (Eds.). *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. Universidade da Coruña. A Coruña, 1999. Págs., 199-210).

MARTÍNEZ LOSADA, C., VEGA, P. y GARCÍA BARROS, S. *Qué procedimientos utiliza el profesorado de Educación Primaria cuando enseña y cuáles tienen mayor presencia en los textos de este nivel*. *Manuais Escolares*. Estatuto, Funções, Histori. Universidade do Minho. Braga, 1999. Págs., 325-334.

NIEDA, J. *Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria*. *Alambique*, 2. 1994. Págs., 15-20.

NOVAK, J.D. y GOWIN, B.D. *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca. Barcelona, 1988.

NUSSBAUM, J. “La Tierra como cuerpo cósmico”. En DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. (EDS.). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata. MEC. Madrid, 1989.

OLIVARES, E. *¿Cómo se hace? Los contenidos procedimentales en Ciencias Experimentales en Secundaria*. Narcea MEC. Madrid, 1998.

POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. *Aprender y Enseñar Ciencias*. Morata. Madrid, 1998.

SANMARTÍ, N., IZQUIERDO, M. y GARCÍA ROVIRA, M.P. *Hablar y escribir. Una condición para aprender ciencias*. *Cuadernos de Pedagogía*, 281. 1999. Págs., 54-58.

SIMULACIONES CON ORDENADOR: OTRO MODO DE EXPERIMENTAR

José Miguel Zamarro
Catedrático de Electromagnetismo
Departamento de Física, Facultad de Química.
Universidad de Murcia

Este capítulo muestra varios temas en los que nuestro grupo está trabajando, orientados al desarrollo de simulaciones en campos de Física e Ingeniería y a su inclusión en entornos didácticos, que permiten una enseñanza guiada que potencia el proceso de aprender investigando. Dentro de este trabajo, se pueden distinguir tres aspectos:

- Obtención de herramientas de autor (visual) para el desarrollo de aplicaciones por profesores (no necesariamente expertos en informática).
- Control externo de las aplicaciones.
- Elaboración de Documentos HTML desde los cuales se puede efectuar el control de las aplicaciones según las necesidades del contenido didáctico.

Como demostración de lo anteriormente expuesto, se presentan sendas Unidades Didácticas sobre temas de Resonancia en Sistemas Mecánicos y Teoría Cinética de Gases (ver página 228 y siguientes). Este trabajo se ha desarrollado dentro del proyecto europeo CoLoS.

1. Introducción

1.a) *El grupo CoLoS*

Las simulaciones gráficas interactivas de fenómenos naturales y de experiencias realizables gracias a las capacidades gráficas y de cálculo de los ordenadores, ayudan a la comprensión de los mismos [1] y permiten la introducción de conceptos abstractos, muchas veces con enfoques novedosos. La forma en que los ordenadores pueden ser utilizados para la mejora en la calidad de la enseñanza, es muy variada, algunos de los principios sobre la utilización de los mismos, compartidos por los miembros del grupo CoLoS [3][5], se describen, brevemente, a continuación:

- Uso de las simulaciones como un valor añadido para la presentación de procesos, modelos o conceptos relevantes, la representación de conceptos abstractos, el control de la escala de tiempos y la simulación de mundos hipotéticos se consideran aspectos típicos que hacen que el uso del ordenador introduzca una diferencia cualitativa en los procesos didácticos.
- Reducción de la carga matemática; el ordenador permite ocultar el modelo y mostrar el fenómeno utilizando animación gráfica y representaciones tridimensionales. Esto permite invertir el proceso habitual de enseñanza en el que se suele comenzar por el modelo matemático.
- Uso de los primeros principios, siempre que sea posible, en lugar de una aproximación fenomenológica, normalmente en forma matemática abstracta, para describir procesos naturales o técnicos.

El grupo CoLoS fue fundado en 1988 por el profesor de la Universidad de Stanford, Zvonko Fazarinc, consta hoy en día de 13 grupos universitarios de trabajo pertenecientes a siete países europeos. CoLoS proviene de “Conceptual Learning of Science” y refleja su principal objetivo: utilizar el potencial de la moderna tecnología para mejorar el conocimiento y la comprensión de los conceptos básicos en

ciencia y tecnología, con un especial énfasis en las aproximaciones intuitivas y cualitativas.

Una idea general se encuentra detrás del proyecto, estimular la producción y uso de los programas de ordenador para la educación a nivel universitario. Dada la rapidez con que evoluciona en los últimos años la tecnología de la informática y las telecomunicaciones, dentro del grupo CoLoS se decidió la utilización de estándares de programación como UNIX, XWindows y MOTIF, y estaciones de trabajo avanzadas para garantizar que el esfuerzo invertido en este cambiante mundo, no quedase obsoleto al menos a medio plazo. Actualmente, el desarrollo de las capacidades de los PC y su mayor difusión, hacen aconsejable la producción de programas multiplataforma o adecuar los desarrollos realizados sobre UNIX para poder ser ejecutados en otros sistemas operativos, esto se consigue gracias a los servidores X que permiten ejecutar programas, realizados inicialmente para XWindows, en entornos Windows 95.

El uso intensivo de las comunicaciones por medio de red y la celebración de reuniones semianuales, facilitan la consecución de planes comunes y el trabajo cooperativo. Se han desarrollado un conjunto de herramientas, que facilitan la producción de material para la enseñanza asistida por ordenador, así como una serie de paquetes informáticos sobre una gran variedad de tópicos, que cubren los campos de la Física General, Redes Neuronales, Autómata, circuitos digitales, electrónica, mecánica del suelo, etc.

1.b) El ordenador como herramienta para aprender investigando

Hay una gran variedad de tópicos que pueden ser objeto de tratamiento mediante el ordenador, en nuestro trabajo el ordenador es usado específicamente en la enseñanza de la Física. Dentro de este apartado existen también diferentes formas de ser usado, nosotros lo utilizamos como imitador de los procesos que se presentan en la naturaleza o para crear mundos posibles como contraste con el mundo observado. Para ello se hace uso de simulaciones interactivas controladas desde ficheros HTML, que tienen la ventaja de facilitar la creación de hipertextos y que son visualizados mediante los editores estándar de la red, estas simulaciones deben mostrar de la forma más realista posible,

el fenómeno que se quiere simular, dando al usuario el control del mayor número de variables que intervengan en el proceso, así como facilidades en la forma de realizar las observaciones y medidas de los distintos parámetros, de este modo, el ordenador puede ser utilizado según las características propias de un laboratorio, es decir, medir y comprobar los modelos sometidos a experiencia.

En el complejo mundo del aprendizaje, la posibilidad por parte del alumno de aprender investigando se muestra como una característica importante en la mejora de la adquisición de conocimientos. Para que los desarrollos mediante ordenador sean eficaces, deben guiar al alumno, de forma que la información que se le suministre no se convierta en un simple recetario que él mismo siga de manera automática, ni ser tan escasa que se limite a jugar con la simulación, pero sin realizar un verdadero trabajo de investigación que le permita adquirir un conocimiento que pase a formar parte de su bagaje cultural, es decir, pueda utilizarlo en situaciones novedosas a las que ha sido aprendido. Los entornos exploratorios que permiten la simulación por ordenador necesitan ser combinados con otras medidas en orden a conseguir un sistema de aprendizaje eficaz [4]. En nuestro trabajo, se utilizan tres tipos de soporte didáctico incorporados a la mera simulación por ordenador, en la dirección propuesta por Ton de Jong [2], para conseguir un óptimo rendimiento en el proceso de aprendizaje que incorpora el uso de simulaciones:

1. La idea básica es ofrecer un modelo progresivo en el entorno de simulación para descubrir y comprender un fenómeno físico mostrando las propiedades del dominio de un modo gradual al estudiante, ofreciendo una secuencia de modelos de menor a mayor complejidad.
2. Cuestiones o Tareas. Las especificaciones dirigen al estudiante en su objetivo de obtener el modelo de la simulación.
3. Explicaciones. Las explicaciones dan al estudiante una visión directa sobre las propiedades del dominio.

La presente comunicación pretende mostrar varios aspectos de nuestro grupo de trabajo orientados al desarrollo de simulaciones en

campos de Física e Ingeniería y a su inclusión en entornos didácticos que permiten una enseñanza guiada siguiendo los criterios anteriormente expuestos.

Para ello, se ha trabajado, como hemos dicho, en las siguientes direcciones:

- Obtención de herramientas de autor (visual) para el desarrollo de aplicaciones por profesores (no necesariamente expertos en informática).
- Control externo de las aplicaciones.
- Elaboración de Documentos HTML, desde los cuales se puede efectuar el control de las aplicaciones según las necesidades del contenido didáctico.

2. Las simulaciones

Entre los variados motivos que influyen en la no utilización de los ordenadores por parte de los profesores, se encuentra el rechazo de muchos de nosotros a utilizar textos y productos producidos por otros. Nuestro grupo ha abordado este hecho desde dos enfoques diferentes, uno ha sido crear un potente programa, xyZET, que permite diseñar una gran variedad de experiencias en un mundo tridimensional en el que se pueden introducir partículas y dotarlas de una gran variedad de propiedades. Otra alternativa ha sido generar una herramienta de autor, EJS (Easy Java Simulator) que permite generar entornos gráficos simplemente con el uso del ratón, sin necesitar escribir una sola línea de código, permitiendo concentrar el mayor esfuerzo en el modelo matemático que represente el fenómeno físico que se quiere simular.

La primera de las soluciones planteadas para la introducción de principios básicos de Física, es el xyZET. Esta aplicación está pensada como un potente laboratorio donde el profesor puede realizar una gran variedad de experiencias. El xyZET es una herramienta para realizar simulaciones en tres dimensiones. El usuario puede situar partículas en un cubo pudiéndoseles asignar masa y carga. Las fuerzas entre las partículas pueden especificarse como elásticas, gra-

vitatorias o eléctricas; su valor puede modificarse una vez fijadas las condiciones iniciales. Los posteriores estados del sistema pueden calcularse de acuerdo a las leyes de la física y mostrados gráficamente. El usuario puede modificar su punto de observación en cualquier momento sin interrumpir el programa para inspeccionar el sistema bajo distintas condiciones de perspectiva. Teniendo en cuenta la constitución atómica de la materia, el programa ayuda a evitar conceptos erróneos que se inducen por la pronta introducción del sólido rígido en la enseñanza que sigue métodos clásicos. Una vez diseñada una experiencia, ésta es almacenada para poder ser utilizada con posterioridad dentro de una unidad didáctica.

La otra herramienta, EJS, es un producto para el profesor/autor que permite generar entornos gráficos de gran realismo, facilitando el uso de potentes estructuras de programación simplemente con el uso del ratón, sin necesitar escribir una sola línea de código. Se supone que el usuario sabe traducir su modelo de simulación por medio de un subconjunto de sentencias de lenguaje C y mediante las acciones asociadas a las estructuras de programación puede dar vida a su interfase gráfica, pudiendo actuar a través de ella con su modelo en tiempo de ejecución. EJS oculta muchos de los aspectos propios del Java, sobre los que está construido, permitiendo al usuario concentrarse en el modelo de la simulación. El apartado más atractivo para los que se inician en este tipo de entornos lo constituye el Editor Gráfico que permite programar sofisticadas simulaciones gráficas sin escribir una sola línea de programa.

En este capítulo, se muestra un ejemplo de cómo puede ser utilizado el entorno xyZET para introducir los conceptos básicos de la resonancia y también se presentan varias simulaciones realizadas mediante la herramienta de autor EJS para abordar problemas relacionados con los gases ideales.

3. Control de las simulaciones desde el texto

La idea de aprender explorando es admitida mayoritariamente como algo muy positivo en el proceso de aprendizaje [1]; una vez el estudiante ha encontrado algo explorando por sí mismo, este conoci-

miento permanece de forma más estable que cuando lo adquiere de forma pasiva. La simulación es una buena herramienta para que se produzca este tipo de aprendizaje, pero también es cierto que si bien existen estudiantes con capacidad de iniciativa para obtener buenos resultados con este tipo de herramientas, la mayor parte necesitan de orientaciones y sugerencias para que este entorno sea aprovechado de forma adecuada. Mantener un equilibrio entre la libertad del alumno para explorar el entorno y las ayudas y guías en este proceso, es un reto que establecerá la calidad del producto. Sin estas orientaciones, el alumno jugará con la simulación pero difícilmente aprenderá nada.

Una forma sencilla y multiplataforma de escribir los textos que acompañan a las simulaciones es utilizar el formato HTML, que es leído por cualquiera de las aplicaciones utilizadas para navegar por Internet; estos formatos tienen la ventaja de ser hipertextos y de poder activar ficheros que contengan instrucciones tanto para lanzar las simulaciones como para controlar las mismas. La idea de integrar ficheros HTML y simulaciones fue utilizada inicialmente en el proyecto INTERACT [6]. Cuando utilizamos Unix y Windows 95 o NT como nuestras plataformas, usamos mecanismos TCP/IP estándares, presentes en muchos ordenadores con conexión a la red para comunicación entre clientes. Con este método, un programa escrito con cualquiera de los más populares lenguajes puede, con la inclusión de algunas librerías que nosotros suministramos, ofrecer una serie de comandos en lenguaje natural como equivalentes de procesos internos y exportar esta lista de comandos para ser usados por otras aplicaciones. De modo más técnico, las aplicaciones se convierten en servidores TCP/IP especializados. Otros programas, actuando como TCP/IP, pueden enviar mensajes a esta simulación que dará lugar a ser ejecutados procesos internos (inicialización de algunas variables, comienzo/fin de simulaciones, cargar un fichero y otros).

El modo actual de implementar los programas clientes en nuestros ficheros HTML, es un pequeño applet Java que representa un botón. Este botón puede personalizarse usando los parámetros del applet para leer diferentes mensajes, con diferentes colores, fuentes y otros efectos. Cuando se presiona este botón, se envía un mensaje a una máquina en la red (normalmente la local), a una puerta especificada. También se puede configurar con parámetros, por lo que con un único applet, se tiene una amplia variedad de usos. El programa servi-

dor, es decir, la simulación que es controlada, estará escuchando en una puerta específica para recibir y procesar el mensaje.

4. Unidades didácticas

4.a) *Resonancia en Sistemas Mecánicos*

Los fenómenos de resonancia tienen una importancia especial dada la frecuencia con que nos los encontramos en la Naturaleza. Con carácter general, estos fenómenos se presentan en sistemas que poseen frecuencias propias y pueden ser excitados por agentes externos. Fenómenos resonantes podemos encontrar en sistemas Mecánicos (en péndulos, osciladores masa-resorte, cuerdas vibrantes, etc.), Eléctricos (circuitos RLC, cavidades resonantes, cristales piezoeléctricos, etc.), Atómicos (resonancias magnéticas nuclear y de spin, etc.), etc.

Desde el punto de vista docente, el estudio de sistemas resonantes es una continuación natural del correspondiente al oscilador armónico y oscilaciones forzadas. Por lo dicho anteriormente, pueden utilizarse sistemas muy sencillos para su análisis, pero en ocasiones el aspecto formal limita su tratamiento en cursos de nivel introductorio. En la Unidad Didáctica que presentamos, se inicia el estudio mostrando los fenómenos con ayuda de un simulador, y se va estableciendo, gradualmente, el soporte formal preciso para una completa descripción de dichos fenómenos.

El simulador que se utiliza para mostrar dichos fenómenos es el xyZET, aplicación desarrollada en el IPN de Kiel (Alemania), que permite presentar todo tipo de sistemas físicos configurables a partir de partículas, con diversos tipos de interacciones entre ellas, tanto elásticas como eléctricas, y con acciones externas como campos gravitatorios, eléctricos y magnéticos. Como entorno didáctico, como ya se ha dicho, se utilizarán documentos HTML, desde los cuales se puede interactuar con la aplicación.

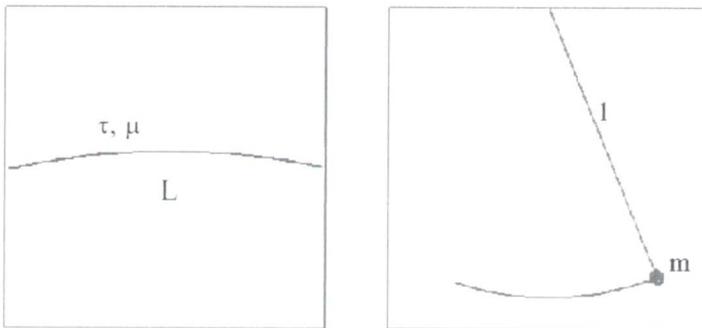
Como sistemas básicos a utilizar en la Unidad didáctica, se encuentran el péndulo simple y el sistema masa-resorte, sistemas con una sola frecuencia propia, y la cuerda tensa, sistema con varios modos de oscilación. La sistemática seguida en esta Unidad es la siguiente:

- Revisión de conocimientos básicos necesarios para poder introducir el fenómeno de resonancia.
- Presentación de los sistemas a estudiar así como de su comportamiento oscilatorio libre no amortiguado y amortiguado.
- “Medida” de la frecuencia de oscilación, y contrastación con los valores previstos teóricamente.
- Estudio de los sistemas anteriores en comportamiento forzado, así como de la situación de resonancia y contrastación “experimental”.
- Análisis energético de los sistemas resonantes e introducción de aspectos formales más avanzados.

A continuación, mostramos dos pantallas correspondientes a la configuración del péndulo y de la cuerda vibrante con el xyZET:

Figura 1

Péndulo y cuerda vibrante con el xyZET



Es de resaltar la buena concordancia que se obtiene entre los resultados “medidos” mediante el uso del simulador y los resultados previstos teóricamente. Esto es más destacable en el caso de la cuerda vibrante, que se ha simulado como un sistema discreto fabricado mediante partículas unidas entre sí por fuerzas elásticas.

4.b) Gases ideales

La comprensión de los sistemas microscópicos compuestos de un gran número de partículas requieren conceptos nuevos capaces de resolver sistemas tan complejos. Un nuevo problema que se presenta en este tipo de sistemas es: si hay un número de objetos, de cualquier naturaleza, en equilibrio térmico a temperatura absoluta T , ¿cómo se reparten estas partículas la energía del sistema?

En el presente trabajo, se presentan dos ejemplos, uno estudia un fenómeno de la naturaleza muy próximo a nosotros pero que, sin las posibilidades que nos oferta la simulación por ordenador, sería imposible de realizar. Se trata de estudiar un gas sometido a un campo gravitatorio, es decir, sus partículas se encontrarán con distintas energías potenciales según la altura a la que se encuentren. El otro ejemplo es un ejercicio de repartir un cierto número de partículas en distintos niveles de energía con la restricción de que la energía total sea una energía dada, ambas experiencias nos introducirán el factor de Boltzmann y nos permitirán abordar la distribución de velocidades en un gas ideal.

La figura 2 en la página 231 muestra una página típica de un capítulo de una unidad didáctica en la que se recogen los principios didácticos en los que nos basamos para optimizar el uso de las simulaciones en el proceso de aprendizaje, de acuerdo con lo expuesto en la Introducción del presente trabajo. En un apartado, se encuentran los conceptos básicos, por si el alumno necesita recordarlos, después, una serie de experiencias, que son el corazón de estas unidades, en las que el alumno va a interactuar con la simulación pudiendo modificar las variables del modelo que subyace en la simulación, actuar sobre los aspectos gráficos y visualizar los resultados en diferentes formatos.

Después de una breve descripción del contenido del capítulo en el primer epígrafe, el apartado Conceptos engloba una descripción somera, no pretende este apartado sustituir a los libros tradicionales, de los principales conceptos que el alumno debe poseer, para abordar la realización de las experiencias con el aprovechamiento deseado. El énfasis en estas unidades se produce en las simulaciones gráficas con animación e interactivas, que son la aportación diferenciadora de una enseñanza tradicional, y permiten un cambio esencial en el proceso de

Figura 2

Página índice de la unidad correspondiente al estudio de la distribución de velocidades en un gas ideal

INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA

9. DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES.

④ <u>Contenido.</u>	Distribución de Partículas en Niveles de Energía. El factor de Boltzmann.
④ <u>Conceptos.</u>	El factor de Boltzmann. Distribución de los Módulos de las Velocidades Moleculares.
④ <u>Experimento 1.</u>	Distribución de energía entre N partículas.
④ <u>Experimento 2.</u>	Distribución de velocidades en un gas ideal.

enseñanza propiciando el aprender investigando. En este caso que se presenta, en el que se estudia la distribución de velocidades en un gas ideal, se muestra el modelo en forma de dificultad creciente, presentando varias experiencias que el alumno, con indicaciones que pretenden guiarle de modo que se estimule su creatividad, va desarrollando experiencias guiadas y otras a iniciativa propia que la flexibilidad del entorno gráfico le permite.

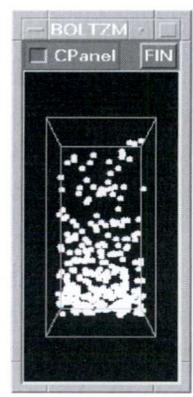
No todas las simulaciones son utilizadas exclusivamente en su capacidad para realizar experimentos con ellas, sino, también, para mostrar simplemente fenómenos que de otro modo son muy difíciles o imposibles de ver en la naturaleza. En el apartado Conceptos, se ha incluido una simulación para favorecer la introducción cualitativa del factor de Boltzmann, que muestra un gas ideal sometido a un campo gravitatorio y que se describe brevemente en la siguiente sección. En cada experimento, se realizan preguntas, no con el objeto de evaluar al alumno, sino con el de ayudarle a reflexionar y que pueda darse cuenta de si ha asimilado los conceptos que se pretendían enseñar.

4.c) Columna de gas sometida a un campo gravitatorio

La simulación nos muestra un conjunto de partículas que configuran un gas ideal con una cierta temperatura, ocupando un cierto volumen; las partículas tienden a ocupar de forma sistemática todo el volumen. Si se somete dicho sistema a la acción de un campo gravitatorio, se observa cómo aumenta la concentración de partículas en la parte inferior.

Figura 3

Columna de gas sometida a un campo gravitatorio y representación de la densidad de partículas en función de la altura



En una gráfica, a la derecha de la ventana donde se visualiza la columna de gas, se muestra la contabilidad que la simulación realiza de cuántas partículas se encuentran en un instante dado en un cierto intervalo de alturas. Cualitativamente, se observa cómo hay un fuerte decrecimiento de la densidad de partículas conforme aumenta la altura. Esta simulación no pretende ser usada como un experimento en el que el alumno puede realizar mediciones, sino para apoyar de forma cualitativa los conceptos que se introducen en esta unidad.

4.d) *Distribución de una cierta energía entre un número N de partículas*

Cuando se estudian sistemas formados por un gran número de elementos, el concepto de probabilidad resulta imprescindible. Este ejercicio nos introduce la idea de que el modo en que nos vamos a encontrar en la naturaleza distribuidas las partículas, es en el más probable, y que esta probabilidad viene relacionada con el número de formas en que tienen las partículas de situarse, de acuerdo con las condiciones del sistema. La simulación permite seleccionar un cierto número de partículas al que se asocia una cierta energía total, se le pide al alumno que vaya poniendo partículas en los distintos niveles de energía hasta que haya consumido todas las partículas, con la restricción de que la suma de la energía de todas las partículas distribuidas entre los distintos niveles sea igual a la energía previamente establecida.

La pregunta ¿de cuántas formas podemos situar estas partículas, totalmente equivalentes entre sí, de acuerdo con esta distribución?, se contesta haciendo el cálculo automáticamente, se comprueba cómo el número máximo se corresponde poniendo el mayor número de partículas en los niveles inferiores y decreciendo progresivamente según se desplaza hacia niveles de energía superior. La distribución que se muestra en el presente ejemplo de la figura 4 que vemos en la página siguiente, no corresponderá con la forma más probable que podemos encontrar para este caso. Es una de las muchas formas en que podemos realizar esta distribución.

La simulación comienza proponiendo ejemplos en los que el número de partículas y la energía a distribuir entre ellas es pequeño, de forma que el alumno se habitúe al cálculo de probabilidades que supone este tipo de ejercicios.

Estas dos simulaciones que hemos mostrado nos llevan a la idea, una de modo cualitativo y la otra de forma más cuantitativa, de que el factor de Boltzmann, $e^{-E/kT}$ juega un papel fundamental en el estudio de sistemas formados por un gran número de partículas, y nos prepara para estudiar la distribución de la energía cinética entre las partículas de un gas ideal.

Figura 4

Distribución de 100 unidades de energía entre 30 partículas



5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia el soporte recibido para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] DE JONG, T. "*Learning and Instruction with Computer Simulations*". *Education & Computing*, 6. 1991. Págs., 217-229.
- [2] DE JONG, T., JOOLINGEN VAN, W.R., LAPIED, L., CANELLA, Ch., SCOTT, D. *Components of a SMISLE*. DELTA Deliverable 5. 1992.
- [3] HÄRTEL, H., "COLOS: Conceptual Learning Of Science". DE JONG T. SARTI L. (ed.): *Design and Production of Multimedia and Simulation-based Learning Material*. Kluwer Academic Publishers. 1994. Págs., 189-217.
- [4] NJOO, M.K.H. *Exploratory learning with a computer simulation: learning process and instructional support*. Thesis, Technische Universiteit Eindhoven. 1994.
- [5] URL: <http://colos.fcu.um.es>.
- [6] URL: <http://www-interact.eng.cam.ac.uk/>

**EDICIONES DEL
INSTITUTO SUPERIOR
DE FORMACIÓN
DEL PROFESORADO**

Servicio de Publicaciones del
Ministerio de Educación,
Cultura y Deporte

EDICIONES DEL INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

El Instituto Superior de Formación del Profesorado tiene como objetivo impulsar, incentivar, financiar, apoyar y promover acciones formativas realizadas por las instituciones, Universidades y entidades sin ánimo de lucro, de interés para los docentes de todo el Estado Español que ejercen sus funciones en las distintas Comunidades Autónomas. Pero, tan importante como ello, es difundir, extender y dar a conocer, en el mayor número de foros posible, y al mayor número de profesores, el desarrollo de estas acciones. Para cumplir este objetivo, el I.S.F.P. pondrá a disposición del profesorado español, con destino a las bibliotecas de Centros y Departamentos, **dos colecciones**, divididas cada una en cuatro series.

Con estas colecciones, como acabamos de señalar, se pretende difundir los contenidos de los cursos, congresos, investigaciones y actividades que se impulsan desde el Instituto Superior de Formación del Profesorado, con el fin de que su penetración difusora en el mundo educativo llegue al máximo posible, estableciéndose así una fructífera intercomunicación dentro de todo el territorio del Estado.

La primera de nuestras colecciones se denomina **Aulas de Verano**, y pretende que todo el profesorado pueda acceder al conocimiento de las conferencias, ponencias, mesas redondas, talleres y actividades profesionales docentes que se desarrollan durante los veranos en la *Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander*, en los cursos de la *Universidad Complutense en El Escorial*, en los de la *Universidad Nacional de Educación a Distancia en Ávila* y en los de la Fundación de Universidades de *Castilla y León en Segovia*. En general, esta colección pretende dar a conocer todas aquellas actividades que desarrollamos durante el período estival. Se divide en cuatro series, dedicadas las tres primeras a la Educación Secundaria (la tercera a F.P.) y la cuarta a Infantil y Primaria.

Colección Aulas de Verano, que se identifica con el color “bermellón Salamanca”

- Serie “Ciencias” Color verde
- Serie “Humanidades” Color azul
- Serie “Técnicas” Color naranja
- Serie “Principios” Color amarillo

La segunda colección se denomina **Conocimiento Educativo**. Con ella pretendemos tanto difundir tanto investigaciones realizadas por el profesorado o grupos de profesores, como dar a conocer aquellas acciones educativas que desarrolla el Instituto Superior de Formación del Profesorado durante del año académico, y se divide, igualmente, en cuatro series.

La primera serie está dedicada fundamentalmente a investigación, didáctica y, en particular, a las didácticas específicas de cada disciplina; la segunda serie se dirige al análisis de la situación educativa y estudios generales, siendo esta serie el lugar donde se darán a conocer nuestros Congresos EN_CLAVE DE CALIDAD; la tercera serie, “Aula Permanente”, da a conocer los distintos cursos que realizamos durante el período docente, y la cuarta serie, como su nombre indica, se dedica a estudios, siempre desde la perspectiva de la educación, sobre nuestro Patrimonio.

**Colección Conocimiento Educativo,
de color “amarillo oficial”**

- Serie “Didáctica” Color azul
- Serie “Situación” Color verde
- Serie “Aula Permanente” Color rojo
- Serie “Patrimonio” Color violeta

Estas colecciones, como hemos señalado, tienen un carácter de difusión y extensión educativa, que prestará un servicio a la intercomunicación, como hemos dicho también, entre los docentes que desarrollan sus tareas en las distintas Comunidades Autónomas de nuestro Estado. Pero, también, se pretende con ellas establecer un vehículo del máximo rigor científico y académico en el que encuentren su lugar el trabajo, el estudio, la reflexión y la investigación de todo el profesorado español, de todos los niveles, sobre la problemática educativa.

Esta segunda función es singularmente importante, porque incentiva en los docentes el imprescindible objetivo investigador sobre la propia función, lo que constituye la única vía científica y, por tanto, con garantías de eficacia, para el más positivo desarrollo de la formación personal y los aprendizajes de calidad en los niños y los jóvenes españoles.

Índices de calidad de las publicaciones:

Todos los proyectos de publicación, en cualquiera de las dos colecciones, estarán avalados por cinco informes razonados, emitidos cada uno por un Profesor Doctor de reconocido prestigio de diferente centro, docente o de investigación, español o del extranjero. Al menos tres de los cinco informantes han de ser Catedráticos de Universidad, y al menos tres de los cinco centros han de ser españoles.

Los programas de publicación son aprobados por una comisión compuesta por el Director del Instituto Superior de Formación del Profesorado, la Directora de Programas y la Directora de Publicaciones del Instituto Superior de Formación del Profesorado y los Directores (o persona en quien deleguen) del Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y del INCE.

NORMAS DE EDICIÓN DEL INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO:

- Los artículos han de ser inéditos.
- Se entregarán en papel y se añadirá una copia en disquette (en un procesador de textos tipo Word)
- El autor/es debe dar los datos personales siguientes: referencia profesional, dirección y teléfono personal y del trabajo. En caso de trabajos colectivos, se referenciarán estos datos de todos los autores.
- Debe haber, al principio de cada artículo, un recuadro con un índice de los temas que trata el mismo.
- El autor debe huir de textos corridos y utilizar con la frecuencia adecuada, epígrafes y subepígrafes que aparezcan distribuidos en el texto, al menos, en cada doble página.
- Cuando se reproduzcan textos de autores, se entrecomillarán y se pondrán en cursiva.
- Al citar un libro, siempre debe aparecer la página de la que se toma la cita, excepto si se trata de un comentario general.
- Se deben adjuntar fotografías, esquemas, trabajos de alumnos,.. que ilustren o expliquen el contenido del texto.
- Se debe adjuntar en un listado numerado correlativamente, las notas que se van a poner a pie de página, según las referencias incluidas en el texto.
- Al final de cada artículo, adjuntará la lista de la bibliografía utilizada.
- La bibliografía debe ser citada de la siguiente manera: apellidos/s (con mayúsculas), coma; nombre según aparezca en el libro(en letra corriente), punto; título del libro en cursiva, punto; editorial, punto; ciudad de edición, coma y fecha de publicación, punto. Así se realizarán también las citas a pie de página.

CENTRAL DE EDICIONES DEL INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO**• Dirección y coordinación (I.S.F.P.):**

Paseo del Prado 28, 6.^a planta. 28014. Madrid. Teléfono: 91.506.56.44.
Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
Teléfono: 91.453.98.16.

• Inscripciones y distribución:

Instituto de técnicas Educativas. C/ Alalpardo s/n. 28806. Alcalá de Henares.
Teléfono: 91.889.18.50.

TÍTULOS EDITADOS POR EL INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN EL AÑO 2001

	<u>COLECCIÓN</u>	<u>SERIE</u>
– <i>La Educación Artística, clave para el desarrollo de la creatividad</i>	AULAS DE VERANO	Principios
– <i>La experimentación en la enseñanza de las Ciencias</i>	AULAS DE VERANO	Principios
– <i>Metodología en la enseñanza del Inglés</i>	AULAS DE VERANO	Principios
– <i>Destrezas comunicativas en la Lengua Española</i>	AULAS DE VERANO	Principios
– <i>Dificultades del aprendizaje de las Matemáticas</i>	AULAS DE VERANO	Principios
– <i>La Geografía y la Historia, elementos del Medio</i>	AULAS DE VERANO	Principios
– <i>La enseñanza de las Matemáticas a debate: referentes europeos</i>	AULAS DE VERANO	Ciencias
– <i>El lenguaje de las Matemáticas en sus aplicaciones</i>	AULAS DE VERANO	Ciencias
– <i>La iconografía en la enseñanza de la Historia del Arte</i>	AULAS DE VERANO	Humanidades
– <i>Grandes avances de la Ciencia y la Tecnología</i>	AULAS DE VERANO	Técnicas
– <i>EN_CLAVE DE CALIDAD: la Dirección Escolar</i>	CONOCIMIENTO EDUCATIVO	Situación

Títulos en preparación:

– <i>Educación Intercultural en el aula de Ciencias Sociales</i>	CONOCIMIENTO EDUCATIVO	Didáctica
– <i>Felipe V y el Palacio Real de La Granja</i>	CONOCIMIENTO EDUCATIVO	Patrimonio
– <i>Didáctica de la poesía en la Educación Secundaria</i>	CONOCIMIENTO EDUCATIVO	Didáctica

El presente volumen tiene su origen en el CURSO DE FORMACIÓN PARA EL PROFESORADO DE ENSEÑANZA PRIMARIA: “El valor de la experimentación en la enseñanza de las Ciencias”, que tuvo lugar en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander en el verano del año 2000.

ISBN 84-369-3524-1



9 788436 935240

La primera de nuestras colecciones se denomina **Aulas de Verano**, y pretende que todo el profesorado pueda acceder al conocimiento de las conferencias, ponencias, mesas redondas, talleres y actividades profesionales docentes que se desarrollan durante los veranos en la *Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander*, en los cursos de la *Universidad Complutense en El Escorial*, en los de la *Universidad Nacional de Educación a Distancia en Ávila* y en los de la *Fundación de Universidades de Castilla y León en Segovia*.

Colección **Aulas de Verano**, que se identifica con el color "bermellón Salamanca"

Serie "Ciencias"	Color verde
Serie "Humanidades"	Color azul
Serie "Técnicas"	Color naranja
Serie "Principios"	Color amarillo

La segunda colección se denomina **Conocimiento Educativo**. Con ella pretendemos tanto difundir investigaciones realizadas por el profesorado o grupos de profesores, como dar a conocer aquellas acciones desarrolladas durante el año académico, así como dar a conocer aquellas acciones educativas que desarrolla el Instituto Superior de Formación del Profesorado, durante el año académico.

Colección **Conocimiento Educativo**, que se identifica con el color "amarillo oficial"

Serie "Didáctica"	Color azul
Serie "Situación"	Color verde
Serie "Aula Permanente"	Color rojo
Serie "Patrimonio"	Color violeta

Estas colecciones tienen un carácter de difusión y extensión educativa, al servicio de la intercomunicación entre los docentes que desarrollan sus tareas en las distintas Comunidades Autónomas de nuestro Estado.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CULTURA Y DEPORTE