



# 2º CONGRESO NACIONAL

## "La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación"



Madrid 11, 12 y 13 de septiembre de 2003

# A N A L E S

Fundación **BBVA**



MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

SECRETARÍA GENERAL DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL  
INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO



**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

# *“La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”*

*Anales del Congreso celebrado en Madrid, los días  
11, 12 y 13 de septiembre de 2003,*

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación” SECRETARÍA DEL CONGRESO

Calle de Serrano 113-bis

28006-MADRID

Tfno. 915 61 68 00 ext. 3105 /3117

Fax 915 85 48 94

Sitio Web: [www.domingodesoto.csic.es](http://www.domingodesoto.csic.es)

e-mail: [jmlopez@imaff.cfmac.csic.es](mailto:jmlopez@imaff.cfmac.csic.es)



### ENTIDADES

**ORGANIZAN**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Real Sociedad Española de Física	Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del CSIC	Centro de Estudios Superiores Don Bosco

**COLABORAN**

Museo Virtual del Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Instituto de Historia del CSIC	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Instituto Superior de Formación del Profesorado	Centro de Apoyo al Profesorado Vallecas	

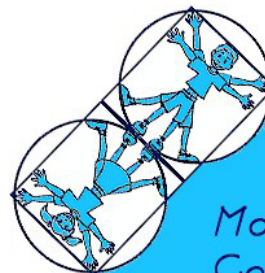
**PATROCINAN**

Fundación Banco Bilbao Vizcaya Argentaria	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología	





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**



**SUMARIO**

Motivación  
Conferencias  
Comunicaciones  
Pósters  
Índices





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



A partir de la década de los 60 del siglo pasado y debido fundamentalmente a los éxitos de la URSS en la carrera espacial, se pusieron de manifiesto defectos de formación científica en los sistemas educativos de EEUU y de Europa. Como resultado de esta preocupación se pusieron en marcha diversos programas de investigación, tanto en métodos de enseñanza de la ciencia como en estudios de filosofía de la ciencia, que revolucionaron el escenario de las relaciones entre la comunidad científica por un lado, y la comunidad docente y la sociedad en general por el otro.

Entre los resultados más notorios de esta etapa de introspección y meditación de la sociedad respecto al papel de la ciencia, uno de los más innovadores fue el de introducir su enseñanza desde las primeras etapas de la educación. Así, en Estados Unidos se promulga la ley *Elementary Science Study* y el *Science Curriculum Improvement Study* en 1966. En el Reino Unido en 1972 se promulgó la primera ley europea introduciendo la enseñanza de la ciencia a partir de los cinco años de forma obligatoria en el currículum escolar. Esta nueva filosofía se va extendiendo de forma relativamente rápida por los demás países de la Comunidad Europea hasta llegar, en nuestro siglo, a una aceptación total de la obligatoriedad de la enseñanza de la ciencia en las etapas Infantil y Primaria.

La preocupación de estas leyes indica una toma de contacto de la sociedad con el problema, es decir, el reconocimiento de su propia identidad de “sociedad científica” que forma parte de una civilización basada culturalmente en la investigación científica. Pero, desgraciadamente, no hace más que apuntar la solución del problema. De hecho deja a la comunidad docente en la situación de precariedad y desconcierto en que quedó cuando se introdujeron las teorías de conjuntos en las mismas etapas, sin un período previo (ni tampoco posterior) de formación del profesorado tanto en las materias nuevas como en las formas didácticas de presentación que las hiciesen atractivas y, sobre todo, integradora en la vida cotidiana del alumno.

Esta situación fue puesta en evidencia en nuestro país por diversas instituciones de formación del profesorado, como Escuelas Universitarias de profesores de EGB y Centros de Recursos. Y a través de estas relaciones, que mantenemos desde hace algunos años, nuestro equipo de investigación tomó conciencia del problema y puso en marcha un proyecto cuyo objetivo era la elaboración de programas de enseñanza de la ciencia dirigidos especialmente a profesores de Infantil y Primaria





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

**CONFERENCIAS**

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





**Palabras pronunciadas por Don Alfredo Tiemblo Ramos, Director del Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del CSIC**

Me es muy grato aportar estas palabras iniciales a una ocasión como ésta, en la que, sin ánimo de entrar en debate alguno, se intenta aportar una experiencia compartida por Docentes e Investigadores a un tema tan fundamental como es el de la enseñanza.

Que el destino de los pueblos se decide en última instancia en la escuela, es un viejísimo principio del que es muy difícil dudar. Pero si siempre ha sido cierto, lo es más aún hoy día, por cuanto el desarrollo del conocimiento científico hace como nunca realidad la sospecha, siempre presentida, y hoy realizada de que saber es poder.

Es por ello que la presencia de la Ciencia en las distintas etapas de la formación y muy especialmente en sus primeras fases se presenta como un imperativo, al que, sin exageración de ningún tipo se puede calificar de histórico.

Una sensibilidad nueva se hace pues precisa, muy especialmente, aunque no sólo, en el mundo de la Ciencia -nos acompañan el Presidente del CSIC y el de la Real Sociedad Española de Física a los que quiero explícitamente agradecer su presencia-. Una sensibilidad nueva, decía, que implique a dos comunidades, la científica y la docente, en una responsabilidad común a la que cuadra un título de Ortega, pues éste es ciertamente a mi juicio el tema real de nuestro tiempo.

Una perspectiva, por desgracia no del todo superada, ve en la Ciencia un saber de especialistas que nada tiene que ver con el hombre y sus problemas fundamentales. Otra, encuentra su justificación y soporte en los desarrollos tecnológicos a los que puede dar lugar.

Olvidan, ambos puntos de vista, el carácter universal del conocimiento científico que, por este solo hecho, se acredita como una de las formas más depuradas de la cultura. Universalidad que, en un mundo fracturado por tantas formas de intransigencia, como el que estamos viviendo se manifiesta como un excelente antídoto contra los muy variados sesgos con los que la intolerancia nos acompaña día a día.

A quien le plazca puede ejercer la discrepancia en todos los terrenos, pero el Teorema de Pitágoras, la conservación de la carga o la especificidad del código genético son independientes e cualquier postura ideológica y, en consecuencia, es todo un hallazgo el constatar que existe un ámbito de la cultura en el que no hay más remedio que coincidir. La conclusión es a mi juicio obvia: cultivémosle, por tanto, desde los primeros balbuceos de la aurora de la conciencia.

El niño se interesa en su edad más tierna por el mundo que le rodea; otras cosas -qué digo yo... Julio César... o el IRPF- vendrán más tarde y en consecuencia no parece mala norma no frustrar, *ab initio*, esta legítima curiosidad.

La Ciencia además, y a mí me gusta insistir en esto, se puede y se debe “contar”. Un excelente amigo que sabe hacerlo muy bien nos va a obsequiar en este acto inaugural con una conferencia sobre un tema apasionante, que pondrá de manifiesto que, en efecto, se puede hablar de Ciencia en términos llanos sin perder, por ello, el necesario rigor.

En parecidas intervenciones he tratado de señalar la conveniencia de distinguir nítidamente entre ideas y algoritmos. Pues, las ideas que están detrás de cuantiosos epígrafes como Relatividad, Física Cuántica o Biología Molecular, son, en el fondo, bastante sencillas y no contienen otra cosa que los elementos tradicionales de lo que todo el mundo conoce con el nombre de cultura: cuestión deferente es el precio que sea menester pagar en recursos, experimentales o matemáticos por ejemplo, para desarrollarlas.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Créanme, no obstante, cuando les digo que los fundamentos de la visión científica del mundo, no son esencialmente diferentes del repertorio de ideas que cualquier persona razonablemente formada maneja como equipaje intelectual propio.

Si aludo, por ejemplo, a los Teoremas de Conservación en dinámica no estaré diciendo, en el fondo, otra cosa que aquello de que de donde no hay no se puede sacar. Si me refiero al P. de Relatividad, no afirmaré otra cosa sino que las Leyes de la Naturaleza, siendo como son Leyes, son las mismas para todos los observadores. Y si se trata del código genético, verificaré, como cabía suponer, que no viniendo los seres vivos con manual de instrucciones, no hay más remedio que admitir que de alguna manera los llevan ya incorporados.

Es por ello que el debate atañe tanto o más que a los contenidos de los programas escolares, al grado de cultura científica que tiene que poseer quien ostenta la suprema responsabilidad de enseñar. Pues no olvidemos que hay muy pocas cosas en la vida que dejen tanta huella como la imagen, casi mítica, que todos llevaremos dentro, de nuestros primeros Maestros.

Muchas gracias



### **CONFERENCIA DE APERTURA**

#### **ASTROBIOLOGÍA: LA BÚSQUEDA DE VIDA EN EL UNIVERSO**

Por Don Juan Pérez-Mercader, Director del Centro de Astrobiología CSIC/INTA (Asociado al NASA Astrobiology Institute)

##### **Resumen**

¿Qué es la vida? ¿Es la vida un imperativo cósmico? son dos preguntas que a principios del Siglo XXI se pueden enmarcar en el contexto del método científico. Esto es posible gracias al enorme progreso que ha tenido lugar durante la última década en temas tan diversos como astrofísica, planetología, biología, física y las ciencias del espacio. En esta conferencia se describirán algunos de estos avances y su integración en la nueva ciencia de la Astrobiología, con su potencial para ser a la Biología lo que la Cosmología es a la Astronomía y que promete llevarnos a la construcción de “un puente entre el Big-bang y la Astronomía” a la vez que dar respuestas, entre otras, a las preguntas enunciadas más arriba.



#### **“EDUCACIÓN Y CONOCIMIENTO”**

Por Don Sergio Rábade Romeo, Director del Centro de Estudios Superiores en Humanidades y Ciencias de la Educación “Don Bosco”, adscrito a la Universidad Complutense de Madrid.

Debo empezar haciendo una manifestación con aires de disculpa. Y espero que me comprendan: me siento incapaz de desarrollar el tema que los organizadores me han propuesto y, si me permiten la expresión, me han impuesto. Si lo tomamos literalmente, esto obligaría a afrontar sin limitaciones tanto las tareas de la enseñanza y la educación como las del conocimiento. Y tal cosa es una empresa imposible, no sólo para mis renqueantes hombros académicos, sino incluso para los del más forzado y audaz. Empresa inabarcable. Pero no creo que los que me encargaron el tema hubieran tenido esas intenciones. Creo –y espero no equivocarme– que no pretendieron que afrontase los dos macroámbitos de la educación y del conocimiento. De las tres palabras del título, creo que su intención era que nos ocupásemos de la **y**. Ése es nuestro propósito, a sabiendas de que esa **y** tiene un ámbito significativo que

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

excede con mucho los límites de esta lección.

Consciente de la situación, y tratando de hacer un esfuerzo para acercarnos a la riqueza significativa de la **y** que vincula enseñanza y educación con el conocimiento, vamos a realizar un acercamiento panorámico al tema, a sabiendas de que la visión panorámica no se propone ni permite detenerse en los detalles, a la vez que la escasez de tiempo veta los intentos de profundizar en los diversos aspectos parciales. En conformidad con ello, nuestro plan es absolutamente sencillo. Una vez contextualizado temáticamente el problema, se impone ocuparse, sumaria y nuclearmente, del sentido en que entendemos la enseñanza como elemento de la educación; en segundo lugar, hay que referirse al papel que le corresponde a la función y actividad cognoscitiva en el proceso educativo. Y, a continuación, centrarse en los dos protagonistas de todo el proceso, tratando de fijar los perfiles de cada uno de ellos que nos parecen fundamentales en su relación recíproca. Una vez más focalizando la **y**.

Contextuar un tema es señalar los puntos por referencia a los cuales debe entenderse y ser explicado ese tema. Y hay que empezar por una cierta contextualización ambiental. Me place recordar aquello de Ortega: “Cada uno de nosotros es por mitad lo que él es y lo que es el ambiente en que vive” (“La ciencia es mero simbolismo”. Obras Completas, IV, p. 98). Esta contextualización ambiental es, por tanto, fundamental. Y en este caso el punto básico de referencia es el hombre, ya que no hay duda de que es el hombre el educando y de que el conocimiento de que se trata son las diversas funciones cognoscitivas del hombre, dando por descontado que no todas esas funciones tienen igual incidencia en el proceso educativo.

Toda tarea cultural ha de entenderse en obligada referencia al hombre. La cultura es la casa del hombre, casa que él fabrica y en la que, como hombre, nace y se hace. Somos ciertamente hijos de nuestro código genético, aunque por él nos distingamos muy poco de algunos antropoides. Sin cultura no hay hombre. Y decir sin cultura es lo mismo que decir sin sociedad, como certeramente señaló Aristóteles al calificar al hombre como **zoon politikón**: sin la convivencia social o cultural seríamos superiores o inferiores al hombre, pero no hombre. Desde esta perspectiva va de suyo afirmar que no cabe entender una cultura sin tener en cuenta el concepto de hombre que esa cultura profesa. Y también en esto Aristóteles fijó el perfil básico del hombre de la cultura occidental: **zoon lógon échon**. Nos hará falta volver sobre esto, ya que nosotros intentamos educar hombres-miembros de la cultura occidental, que, para bien o para mal, es una cultura de la racionalidad.

Pero debemos desde el inicio señalar otros perfiles de nuestra concepción del hombre, sobre todo si lo consideramos como un educando. Permítaseme reducirme casi a una simple catalogación, ya que cada uno de estos perfiles sería acreedor a un desarrollo generoso. El pensamiento contemporáneo, sobre todo desde el existencialismo y el historicismo, insistió mucho en que el hombre es un ser abierto, tanto por su equipamiento facultativo (cada facultad es una ventana abierta) como por la curiosidad constitutiva de su ser: abierto a múltiple y variada estimulación, bien del mundo físico, bien, sobre todo, del mundo cultural. Pero no sólo es un ser abierto: también es un ser indigente de cultura. O lo educamos o lo dejamos reducido a una perpetua infancia. El ser humano nos da pie a ello, ya que en circunstancias normales el hombre desde niño apetece saber, siendo función del educador orientar esa apetencia hacia los campos que son fundamentales. Y es –tomando una metáfora de Ortega– un ser plástico que tiene que hacerse y que puede moldearse. Y deberá moldearse él a sí mismo cuando, haciendo uso de su libertad, asuma la rectoría de su ser. Hasta ese momento está en manos del enseñante y del educador.

Todos estos perfiles deben estar enhebrados en el cañamazo de la racionalidad antes aludida. Una racionalidad que nos es tan necesaria como el aire que respiramos: Hace años formulábamos esto así: “Sólo en la racionalidad se pueden llevar a realización las posibilidades del hombre, que no se agotan en los dinamismos fisiológicos y sensoriales. Como manipulador de la naturaleza, como miembro de sociedades complejas y dinámicas, como ser capaz de llevar a uso técnico su conocer, etc., etc., el hombre necesita estar instalado en un ámbito de racionalidad, tanto desde el hombre mismo que usa la razón, como desde la realidad que, en medida mayor o menor, se presenta ajustable a la razón” (*La razón y lo irracional*. Madrid, Univ. Complutense, 1994, p. 11). Sin embargo, no debemos ser

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

demasiado optimistas con la racionalidad. Si Ortega pudo decir que el hombre es racional con cuentagotas, esto, como es obvio es aplicable a quienes no han alcanzado la madurez intelectual.

Pues bien, este ser extraño - ¿el más extraño de la naturaleza?- dotado de esta riqueza de perfiles es el que tenemos que educar para hacerlo beneficiario de la cultura y miembro de la sociedad. Pero ¿de qué sociedad? Ya no se trata en estos momentos de una compleja sociedad industrial, aunque lo siga siendo, ni de la simple sociedad de la información de hace veinte años, sino que hemos pasado a una sociedad que ha de transformar esa información en estudio y elaboración del conocimiento, construyendo nuevos mundos significativos a partir de la información recibida. No nos olvidemos que culturalmente vivimos en mundos de significaciones mucho más que en mundos de cosas. Si no nos instalamos en esta dimensión planteando desde ella la tarea educativa desde la enseñanza más elemental, podemos estar cometiendo un fraude con los educandos que nos entrega la sociedad. Por eso, según trataremos de subrayar luego, educar es enseñar a pensar construyendo mundos de significado con los conocimientos de que podamos disponer. De no conseguir esto, nuestros conocimientos no se estructurarán en un sistema significativo, sino que serán una simple acumulación de elementos. Es decir, no basta con instruir, hay que enseñar a construir. No basta tener un montón de ladrillos, hay que saber hacer la casa. Nos agrada hacer nuestras las palabras exactas del Profesor J. Beltrán: “...los tiempos van tan rápidos que las propias denominaciones se van empujando unas a otras. Ya no basta la denominación de sociedad de la información. Hay otras denominaciones: conocimiento, aprendizaje e inteligencia, que marcan direcciones y significados muy precisos y reveladores de la nueva situación que atravesamos. En la sociedad de la información se destacan, por encima de todo, las redes de comunicación -baratas, abiertas y globales- y los bancos de datos masivos y continuamente actualizados. En la sociedad del conocimiento se acentúa el valor de los datos elaborados, integrados en estructuras de sentido, así como la fuerza del conocimiento como generador de nuevos conocimientos y, sobre todo, como realidad dinámogena, capaz de crear, cambiar y transformar la realidad. De ahí el interés por la gestión y los gestores del conocimiento” (J. Beltrán, “El profesor universitario desde la perspectiva de los alumnos”. Ponencia desarrollada en el Seminario de UIMP de Santander, 2003, p. 6)

Esperamos que estas someras reflexiones sirvan simplemente de marco de comprensión para lo que vamos decir a continuación. Y el primer punto al que me asomo con temor y temblor es decir cómo debemos entender la enseñanza y la educación. Y repito que, simplemente, me asomo. Y lo hago por las necesidades del guión y reconociendo mi incompetencia.

Acaso sea más fácil decir cómo no debe entenderse hoy la enseñanza que conduzca a una verdadera educación. Por supuesto no cabe identificarla con la simple instrucción. La instrucción es una tarea necesaria, pero previa, al auténtico quehacer educativo, ya que con ella transmitimos los conocimientos como elementos de la cultura a la que pertenecemos. Con la educación damos el paso que va de la simple instrucción a la formación. Insistimos: no minusvaloramos la instrucción como equipamiento de conocimientos, ya que sin ella el educando no lograría la integración en la cultura. Pero es más: hay que advertir también que con la simple instrucción estamos atendiendo casi en exclusiva a la dimensión intelectual del educando. Ahora bien, si atendemos sólo a esta dimensión, cabe que, en vez de formar al alumno que estamos instruyendo, lo deformemos. Si queremos formar y educar, hay que hacerse cargo también de la dimensión afectiva. No cabe comprender el conocer, sin asumir que camina codo con codo con el querer en el más amplio sentido de la palabra. Si no logramos un normal funcionamiento afectivo en el educando, hemos fracasado como enseñantes y educadores. Hasta tal punto hay que limitar esa simple visión intelectualista de las tareas educativas que cabría decir en la estela de Ortega que no hay que atender tanto a lo que se puede enseñar cuanto a lo que se puede aprender (La misión de la universidad. Obras Completas, IV, p. 327).

Es decir, atendamos más a la capacidad asimilativa del alumno que a la dotación de conocimientos que un profesor le podría transmitir. Y asimilar es hacer suyos esos conocimientos e integrarlos en la compleja estructura de su personalidad que, con frecuencia, actúa más por el querer que por el conocer. Es desde esa complejidad del

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

alumno desde donde debemos impulsar su actividad de construcción de conocimientos: relacionar, comparar, demostrar, proyectar, prever y aplicar. Realmente, si intentamos una seria enseñanza y formación con estos caracteres, dejamos muy lejos la simple transmisión del saber. En una palabra, nuestra pretensión no ha de ser sólo ni principalmente cargar de conocimientos al educando, cosa que como enseñantes tenemos que hacer, sino impulsar en él la construcción de nuevas estructuras conceptuales al ritmo que la edad del alumno permita, estructuras que no sean un simple remedo de las que el profesor o educador muestra en su ejercicio. Que esto es difícil ya lo sabemos, pero el que se arredre ante las dificultades debe renunciar a las tareas auténticamente educativas, salvo que acaso sólo aspire a ejercer con mayor o menor competencia la tarea puramente instructiva. Insistimos: no indigestemos de conocimientos al educando, sino enseñémosle a ir pensando poco a poco por su cuenta.

Esto exige crearle hábitos en cuya constitución acaso haya que llevarle de la mano en las etapas iniciales, ayudándole a conseguir la autonomía de su propio pensar. Y, aunque no sea de nuestra competencia, no podemos dejar de subrayar que este intento sólo es posible desde la afirmación de que no cabe una auténtica enseñanza con valor de formación más que desde la asunción y profesión de una escala de valores. Todo esto supone que el educador en su comportamiento ha de dar muestras de estilo personal de pensar y ha de profesar, sin exhibicionismos, una escala de valores personales. Recordemos el viejo dicho: nadie da lo que no tiene... Sólo así el educando estructurará un mundo propio enriquecido de significados. No se requieren para esto educandos superdotados, sino alumnos dotados de ese buen sentido normal en la perspectiva en la que ya en el siglo XVII decía Descartes que “el buen sentido o la razón es naturalmente igual en todos los hombres; y resulta así que la diversidad de nuestras opiniones no procede de que unos sean más razonables que otros, sino únicamente de que conducimos nuestros pensamientos por caminos diversos... Porque no basta tener un espíritu bueno, sino que lo principal es aplicarlo bien” (*Discurso del Método, I parte*).

Acabamos de recoger la importancia de la dimensión afectiva en los procesos educativos. Pero, al lado de esto, debe quedar claro que este esqueleto que estamos configurando corresponde básicamente al dinamismo cognoscitivo. Y hay que subrayar con todo énfasis que el conocimiento es base o presupuesto de toda actividad y ejercicio humanos en calidad de tales. Como, sin embargo, el tema que me han propuesto es, según dirían los griegos, una “gigantomachia”, es decir, una lucha de gigantes entre conceptos de enorme complejidad, resulta que tras las dificultades del concepto de enseñanza y formación, nos encontramos que no son menos ni menores las que arrastra tratar de definir lo que debemos entender por conocimiento. Así lo reconoce este viejo profesor que durante casi cuarenta años hubo de explicar qué debemos entender por conocimiento. Contentémonos con decir, simplificando al extremo, que conocer es tomar o tener noticia de algo. Y ello desde el más elemental acto de percepción hasta los más elevados conceptos especulativos. No es momento de entrar en análisis, pero quiero dejar claro que en esa díada sujeto-objeto en el conocimiento el papel fundamental le corresponde al sujeto desde la más elemental percepción. Por ello el conocimiento supone coincidencia y diferencia entre los diversos individuos humanos. Por las coincidencias nos entendemos y por las diferencias se perfilan las distintas individualidades cognoscitivas. Hace años escribíamos que, por muchas que sean las dificultades que a lo largo de la historia del pensamiento se hayan acumulado sobre él, “sigue el conocimiento conservando, a pesar de todas ellas, una función principalísima: la de ser el fundamento de todo lo que en el hombre llamamos vida espiritual, con toda la riqueza que esta palabra tiene en su sentido espontáneo y en su sentido filosófico... En todas nuestras actividades, en todo el dinamismo constitutivo y enriquecedor de nuestra personalidad, el conocimiento está siempre a la base y se va enhebrando en todo el desarrollo” (*Estructura del conocer humano*, c. I. “Obras Completas”. I, Madrid, Trotta, 2003, p. 105).

Si nuestra inserción en el mundo se produce por el hecho de que somos un ser de la naturaleza, la toma de conciencia de esa pertenencia a la realidad natural se la debemos al conocimiento arrancando de las más elementales experiencias espontáneas, que se continúan y se aquilatan en todo el rico complejo de conocimientos que adquirimos, primero y básicamente, en la escuela fundamental de todo hombre que es la familia, una escuela donde, si reflexionamos en serio, aprendemos mucho más de lo que vamos a aprender en las

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

instituciones educativas. Nuestro cordón umbilical con la realidad como seres conscientes que somos es prioritariamente el conocimiento, aunque por la sangre de ese cordón umbilical debe circular también la pigmentación afectiva de la que no cabe prescindir. Y hay que destacar algo que hemos apuntado antes de pasada: el conocimiento tiene una dimensión intersubjetiva: es un conocimiento mío, pero puedo hacer a los demás partícipes de él. Este carácter intersubjetivo es fundamental, por ejemplo, en los saberes científicos para poder hablar de la “comunidad científica”.

Mas parece indudable que el nivel de conocimiento que en esta reunión puede resultar más interesante es el conocimiento intelectual y racional. Con éste estamos en el nivel de conocimiento que excede la espontaneidad, nivel que, arrancando de la experiencia, - recordemos el viejo axioma: nihil est in intellectu...- se eleva hasta ese ámbito no siempre del todo claro que llamamos la abstracción. Pero sin olvidar que, próxima o remotamente, los materiales con que trabajamos en ese nivel intelectual y racional, proceden de la experiencia. Ahora bien, como los quilates de rigor que exigimos a esos conocimientos deben ser muy elevados, esto exige que debemos proceder con férreo control crítico, y ello desde un análisis y depuración de nuestras percepciones hasta la aplicación de una seria lógica del pensar conceptual. Y esas percepciones pueden ser tanto de observación más o menos espontánea como de programación de laboratorio.

No quisiera obviar una advertencia que puede resultar útil: el profesor debe tener en cuenta que en nuestros conocimientos debemos conceder una importancia mucho mayor a la objetividad o a la verdad que a la certeza., Así debe ser obviamente si reparamos que la certeza es una simple exigencia de nuestra seguridad subjetiva en el conocimiento, mientras que la objetividad -se la puede llamar verdad- tiene que ver con la correspondencia que nuestros conocimientos guarden con la realidad. Hay teorías que durante siglos han arrastrado un cortejo de certezas que, sin embargo, han acabado descubriéndose como erróneas. Y esto vale para todo ámbito de conocimiento.

Y quisiera de pasada aludir al conocimiento que calificamos de científico-positivo, que es como suele calificarse el mundo de las matemáticas y de las llamadas ciencias duras. Pudiera parecer que este conocimiento es acreedor a una mayor confianza por su estrecha vinculación con los datos que admiten medida y repetición experimental, porque, además, busca su plasmación en fórmulas matemáticas y aspira a aplicaciones prácticas. Ahora bien, si este conocimiento quiere contar con la etiqueta de rigor, tiene que someter a crítica todos los pasos que se han dado en la adquisición de tal conocimiento. No otro es el propósito, ya sea de la epistemología científica en general, ya sea el de la epistemología de cada ciencia particular.

En el proceso de enseñanza y formación uno de los aspectos irrenunciables es la educación en una actitud y espíritu crítico: no es tarea fácil ni breve, pero es tarea imprescindible desde que los niños empiezan a poder hacer uso de su razón.

Y debemos pasar ya a traer a colación el papel que corresponde en la enseñanza y educación a cada uno de los protagonistas del proceso: profesor y alumno.

Comenzamos por el profesor, repitiendo una vez más, a riesgo de resultar machacón, que no nos interesa el profesor simplemente docente que considera que su función se agota en la impartición de una serie de conocimientos. Buscamos un profesor que, por supuesto, transmita conocimientos, pero que, además, estimule, oriente, que abra horizontes, que suscite inquietudes, que ponga una sana pasión hacia el educando, ya que sólo así su tarea será auténticamente formativa: si el alumno no ve entusiasmo en el profesor, pensará -formúlelo expresamente o no- que el profesor “no cree” lo que está diciendo y que, por lo tanto, no merece interés. Hay que ser, por cierto, experto en cultura básica o en una materia, hay que dominarla, exponerla con claridad, pero si el alumno no descubre en el profesor el gusto de quien realiza una tarea que lo atrae, es muy fácil que se abra un caos separativo entre el docente el discente. Si aspiramos a una función formativa, el alumno no es sólo un número, es una persona en cuya formación quiero intervenir. Hay que conseguir que el educando se abra, que se despierte su curiosidad, que se contagie de nuestro gusto y entusiasmo. Pensar que no

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

tratamos sólo de amueblar de conocimientos sueltos una cabeza, sino que nuestro propósito aspira a estructurar su mundo mental y a configurar un elenco de hábitos que le permitan poner en práctica sus mejores capacidades personales. En resumen, introducir al alumno y al educando en el ámbito de la cultura, sea cual sea la materia que el profesor está exponiendo. Si la cultura es el modo de pensar de una sociedad en un determinado momento histórico, tan cultura es la teoría de la relatividad como el arte impresionista o la filosofía existencialista. Ya decía N. Bohr que las ciencias físicas son parte de la cultura por cuanto contribuyen de modo básico a esclarecer el panorama de nuestra propia existencia. Y pone como ejemplo la decisiva influencia de la teoría de la relatividad en nuestro modo de pensar (*Física atómica y conocimiento humano*. Madrid, Aguilar, 1964, pgs. 29-30). Naturalmente, el modo de integración en la cultura de cada uno de estos ámbitos dependerá más de los valores que le sean propios que de los conocimientos específicos de cada campo: el físico ayuda a configurar valores intelectuales, el artista, valores estéticos; el filósofo existencialista, valores antropológicos y personales. Todo eso sólo se puede llevar a cabo si el educador se persuade que es totalmente imposible ser un docente aséptico; tiene que aceptar que sus valores personales traspasan hacia el educando en un proceso inevitable. Muchas veces la huella de un profesor en el alumno tiene poco que ver con la materia explicada y tiene mucho más que ver con esa “transpiración” de valores que se manifiesta en sus actitudes en el aula y fuera de ella.

En cuanto al alumno, acaso hayamos dicho lo fundamental al referirnos al profesor. Dejemos absolutamente claro que el alumno es la razón de ser de la enseñanza, de la formación y de la educación que el alumno o educando es una persona merecedora de respeto. Hay que informarlo, educarlo y formarlo, Y lo más fácil es informarlo, instruirlo. Como dejemos dicho, esto es importante y básico, pero absolutamente insuficiente como empresa humana. El alumno exige adaptarse a él, por cómodo que resulte pensar que es el alumno el que debe adaptarse al profesor o educador. Cabría resumir la tarea frente él diciendo que le enseñamos conocimientos, pero que lo verdaderamente importante es enseñarle, a partir de esos conocimientos, a construir otros nuevos conocimientos, enseñarle a pensar, es decir, enseñarle a construir conceptos que le revelen el significado de los datos con que entra en contacto en la experiencia y en el aprender, y en esta tarea educativa hay que ser muy paciente. Bien decía Aristóteles que “el joven carece de experiencia, puesto que es la abundancia de tiempo la que produce la experiencia” (*Eth. Nic.*, VI, 9, 1142 a 14-15).

Si esta afirmación sigue siendo correcta hoy, podemos quedarnos con una conclusión clara: instruir, y mucho más educar y formar, es obra de paciencia. Es tarea siempre urgente, pero permítanme concluir con la necesaria observación: no debe confundirse urgencia con precipitación. Enseñando y educando somos, en cierto modo, escultores de personas. Y los instrumentos de esa importantísima tarea son: competencia científica y metodológica, paciencia y un tremendo respeto a esa persona a cuya formación queremos contribuir.



### “SABER, SENTIR Y QUERER, LA MATEMÁTICA: ¿ENSEÑAR A PENSAR O PERMITIR QUE SE PIENSE?”

Por Don José Antonio Fernández Bravo. Profesor del Departamento de Ciencias del Centro de Estudios Superiores en Humanidades y Ciencias de la Educación “Don Bosco”

#### Resumen

Cada vez más, la comprensión de los conceptos matemáticos como actividad escolar en Educación Infantil, depende de planteamientos metodológicos adecuados que permitan al niño generar ideas, desde: la observación, la imaginación, la intuición y el razonamiento lógico. A este afán de comprensión hay que añadir la necesidad de extensión, de los conceptos adquiridos, al entorno inmediato en el que el alumno se desenvuelve, con el claro objetivo de aplicar correctamente las relaciones descubiertas, y descubrir otras nuevas que aporten al conocimiento amplitud intelectual. Este reto a la enseñanza muestra palmariamente la

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

necesidad de aprender “haciendo”, teniendo como base el desafío, mediante el arte de preguntar con ejemplos y contraejemplos abiertos al diálogo y a la canalización de sus ideas. Exigencia de aprendizaje que puede verse amenazada por una falta de prudencia en la decisión de una metodología didáctica; cuyos procedimientos deben apoyarse, principalmente, en la curiosidad y en la necesidad, a través de la INVESTIGACIÓN y el DESCUBRIMIENTO.

### **Introducción**

Las orientaciones al hacer matemático como actividad escolar han sido siempre claras y precisas: El origen del conocimiento lógico-matemático está en la actuación del niño con los objetos y, más concretamente, en las relaciones que a partir de esta actividad establece con ellos. Entendiendo, que la Matemática es una actividad mental y, por tanto, independiente de objeto alguno.

Que el cálculo sea el instrumento de la Matemática, nadie lo pone en duda; que la Matemática sea en sí misma cálculo es totalmente discutible. En modo alguno se está diciendo que el cálculo no sea importante; más bien, que el cálculo es ese utensilio que se elige cuando se sabe qué hacer y qué conseguir con él. Reconocer una situación matemática con claridad, en la que se necesite llegar a un resultado, y elegir convenientemente el procedimiento que me permita llegar a conclusiones lógicas, pertenece, a mi juicio, al hacer matemático.

No es que tengamos un mal recuerdo de la Matemática, de lo que realmente tenemos un mal recuerdo es de su enseñanza, de la tensión que generaba una persona, que con un carné de profesor ignoraba como actividades prioritarias: la duda, la investigación, la comprobación del error, la necesidad de someter a contraste las ideas, las alternativas que probasen o refutasen, la participación como búsqueda de conocimiento, la necesidad de inventar una expresión convencional, la conducción del pensamiento erróneo mediante preguntas que a modo de retos canalizasen las conclusiones, la utilización de ejemplos y contraejemplos, la comprensión de las ideas generadoras de nuevas relaciones, el descubrimiento de distintos teoremas, la necesidad de identificarlos y ponerles un nombre, la utilización de materiales y recursos,...

El desarrollo de cuatro capacidades favorece *el pensamiento lógico-matemático*:

- La observación: Se debe potenciar sin imponer la atención del niño a lo que el adulto quiere que mire. La observación se canalizará libremente y respetando la acción del sujeto, mediante juegos cuidadosamente dirigidos a la percepción de propiedades y a la relación entre ellas. Esta capacidad de observación se ve aumentada cuando se actúa con gusto y tranquilidad y se ve disminuida cuando existe tensión en el sujeto que realiza la actividad.
- La imaginación. Entendida como acción creativa, se potencia con actividades que permiten una pluralidad de alternativas en la acción del sujeto. Ayuda al aprendizaje matemático por la variabilidad de situaciones a las que se transfiere una misma interpretación.
- La intuición: Las actividades dirigidas al desarrollo de la intuición no deben provocar técnicas adivinatorias; el decir por decir no desarrolla pensamiento alguno. La arbitrariedad no forma parte de la actuación lógica. El sujeto intuye cuando llega a la verdad sin necesidad de razonamiento. Ciertamente, no significa que se acepte como verdad todo lo que se le ocurra al niño, sino conseguir que se le ocurra todo aquello que se acepta como verdad.
- El razonamiento lógico: El razonamiento es la forma del pensamiento mediante la cual, partiendo de uno o varios juicios verdaderos, denominados premisas, llegamos a una conclusión conforme a ciertas reglas de inferencia. Para Bertrand Russell la lógica y la Matemática están tan ligadas que afirma: "la lógica es la juventud de la Matemática y la Matemática la madurez de la lógica".

### **Metodología Didáctica**

Que el alumno sea el constructor de sus propios aprendizajes, se ha dicho de mil formas diferentes durante diferentes miles de años. Yo creo en ello. No por oídas, sino por lo que la

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

experiencia me ha dictado y me dicta. Por lo que no tengo inconveniente en afirmar, desde mi experiencia, que de otro modo el aprendizaje se verá desnaturalizado, aportando al alumno un contenido, que no un conocimiento. Ya he dicho en otras ocasiones, que contenido es lo que se enseña y conocimiento es lo que se aprende.

Otra tesis en la que apoyo mi intervención como didacta de la Matemática es el cambio de: “Enunciar, memorizar, comprender” por “Comprender, enunciar, memorizar”. Me explico: Habitualmente se empieza por el enunciado de los conceptos, las relaciones o su representación convencional, como segundo paso se hace que se retenga en la memoria y, finalmente, se realizan ejercicios para su comprensión. Este orden de presentación de la enseñanza de la Matemática nunca me dio buenos resultados. Cambie, entonces. En primer lugar, elaboré actividades que mediante ejemplos y contraejemplos, y sin corregir en modo alguno el pensamiento del alumno, le ayudasen a generar ideas, a comprender el concepto identificado siempre desde su propio lenguaje. Posteriormente enunciaba correctamente el nombre o expresión convencional de aquello que habían comprendido. Por último trabajaba en su memorización. Claro está que la memoria es importante. Pero para evitar esfuerzos innecesarios conviene que memoricen cómo se llama aquello que saben qué es.

Es necesario, por tanto, como primera actividad, partir en todo momento del vocabulario del alumno. En la construcción del conocimiento científico se hace distinción entre metalenguaje y lenguaje objeto. El lenguaje objeto es el propio de la ciencia en cuestión y el metalenguaje es ese lenguaje que utiliza para describir los términos pertenecientes al lenguaje objeto. Después, muchos términos del lenguaje objeto se pueden ir explicando a través de otros términos de ese lenguaje objeto. Ciertamente, el metalenguaje del aula para la construcción del conocimiento es el propio del alumno. Posteriormente, identificaremos un término matemático a partir de su lenguaje. Llegará un momento, dependiendo de la edad, que en el vocabulario del alumno podamos encontrar ya varios términos del lenguaje objeto que utiliza la Matemática, definiendo, entonces, otros a partir de éstos. Con razón escribía Puig Adam “Si abstraer es prescindir de algo, debe existir ese algo del que se pueda prescindir”.

Apoyamos la enseñanza de la Matemática en lo que el profesor sabe, cuando deberíamos apoyarla en lo que el alumno desconoce. Damos por hecho que la simple información verbal de una situación clara para el docente, trasmite a la mente del alumno, con la misma claridad, lo que nosotros sobre ello comprendemos; y eso, mucho de aleja de la auténtica comprensión del concepto por la observación y experimentación de diversidad de situaciones en la que éste puede aparecer.

Cuando Wittgenstein (1987) afirma que, “*No existen símbolos matemáticos sino una interpretación matemática de los símbolos*”, reconoce la necesidad de subordinar la identificación, a la deducción. Identificar un símbolo es asociar; deducir es construir. Suele ser habitual confundir el significado del concepto con la representación de éste, mostrando únicamente en la enseñanza cómo se llaman las cosas sin preocuparnos de lo que realmente significan. Cada vez más en las aclaraciones curriculares sobre la enseñanza de la Matemática se advierte una clara llamada de atención al aprendizaje significativo. Este carácter de significado con el que se dirigen actualmente los procedimientos didácticos, aunque condición necesaria, no es suficiente sin un carácter de sentido que intente mejorar: la capacidad para razonar, el pensamiento crítico y la conciencia reflexiva. La asociación Nacional de Educación, en una declaración de 1961 titulada *El objetivo central de la educación norteamericana*, expone:

*“El objetivo que dirige y fortalece a todos los otros objetivos de la educación -el hilo común de la educación- es el desarrollo de la capacidad para pensar” (Mayer, 1986)*

La existencia del pensamiento pertenece, todavía hoy, a un proceso mágico. Sin embargo, la asistencia al pensamiento se recoge, por su posibilidad de contrastación, en un proceso científico. La enseñanza debe permitir que el sujeto llegue a la adquisición de los conceptos por sus propios hallazgos. Su terminología específica y la simbología pertinente deben ser el punto de llegada en la construcción del conocimiento, y no el punto de partida. Enunciar el

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

concepto es posterior a la comprensión de éste, porque creemos, al igual que Heidegger (1951), que: “El enunciado es la articulación de lo que se ha comprendido”

Estas indicaciones, tan reconocidas en la teoría como escasas en la práctica, señalan unos procedimientos a la vez que anulan otros. Se espera, que la pregunta reine de modo supremo en la expresión del profesor, pero las preguntas preestablecidas para respuestas preestablecidas no forman parte del desarrollo de la actividad intelectual. Que todo desafío implique una pregunta, no hace suponer que toda pregunta implique un desafío, porque éste aspira a provocar en el sujeto un estado de indagación cuyo resultado añada algo a lo que ya sabía. Los retos, los ejemplos y contraejemplos son los alimentos de los que se nutre la interacción profesor-alumno. Se puede partir, entonces, de las experiencias y conocimientos previos de los que aprenden, que tienen la oportunidad de jugar con las respuestas antes de escoger una de ellas; acción que resuelve con frecuencia, el grave problema para el aprendizaje que supone la falta de ideas, junto con la privación de autonomía, perseverancia y flexibilidad.

En el mejor de los casos no se trata de hacer conscientes a los escolares de nuestro pensamiento relacional, sino de dirigir el aprendizaje a lo que Bertrand Russell (1985:133) supone que “a menudo” sucede: “No sólo somos conscientes de las cosas, sino que a menudo tenemos consciencia de ser conscientes de ellas.”

Para que este “ajá” se produzca o el “ya lo veo” se constituya como resultado intelectual, se ponen, a disposición del alumno, materiales que animen la realidad y la fiabilidad de la adquisición. Así, podremos alcanzar las reglas universales desde sus particulares modos de proceder, de otra forma resultaría,

*“Didácticamente equivocado, conceptualmente hipertrófico, científicamente inútil e históricamente absurdo”,* utilizando palabras de Pascal, como las refiere Rey Pastor (1981) en su libro *Elementos de Análisis Algebraico*. Lo particular requiere el respeto a todas y cada una de las ideas de nuestros niños y niñas, abiertas a la oportunidad de adaptar, de renovar, reorganizar, cambiar, seleccionar, de realizar, de crear.

### Seguiremos trabajando por...

Según he venido observando por un análisis detallado de actuaciones que han resultado fructíferas en el aula, existen cuatro etapas fundamentales en el acto didáctico. Estas etapas observadas, las he identificado como: Elaboración, Enunciación, Concretización y Transferencia o Abstracción. Este orden de presentación de las etapas es irremplazable.

1. **Etapa de Elaboración.** En esta etapa se debe conseguir la intelectualización de la/s estrategia/s, concepto/s, procedimiento/s que hayan sido propuestos como tema de estudio.

El educador, respetando el trabajo del educando y el vocabulario por él empleado, creará, a partir de las ideas observadas, desafíos precisos que sirvan para canalizarlas dentro de la investigación que esté realizando en su camino de búsqueda. Tal planteamiento, supone evitar la información verbal, así como las palabras correctivas: “bien” o “mal”; utilizando, en todo momento, ejemplos y contraejemplos que aporten continuidad a la pluralidad de respuestas que escuchemos. Estas respuestas, ya correctas o incorrectas, se forman a través de un diálogo entre todos y de un diálogo interior, y deben ser recogidas, como hipótesis, desde la motivación de comprobarlas por sus propios medios para establecer conclusiones válidas. La curiosidad por las cosas surge por la actualización de las necesidades de nuestros alumnos; necesidades, no solamente físicas o intelectuales sino también operativas en el pensamiento para buscar soluciones a las dudas que se reflejan en focos concretos de las situaciones propuestas.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Esta etapa subraya el carácter cualitativo del aprendizaje. El respeto al niño es obligación permanente para que su originalidad y creatividad tome forma en las estrategias de construcción del concepto o relación. Y es en esta etapa, más que en ninguna otra, donde el educador pondrá a prueba el dominio que tiene sobre el tema. Un dominio sin el cual se perderá fácilmente.

2. **Etapa de Enunciación.** El lenguaje, que desempeña un papel fundamental en la formación del conocimiento lógico-matemático, se convierte muchas veces en obstáculo para el aprendizaje. Los niños no comprenden nuestro lenguaje. Si partimos de nuestras expresiones les obligaremos a repetir sonidos no ligados a su experiencia. Estas expresiones darán lugar a confusión y se verá aumentada la complejidad para la comprensión de los conceptos y la adquisición de otros nuevos. Por esto, llegados al punto en que el niño ha comprendido a partir de la generación mental de una serie de ideas expresadas libremente con su particular vocabulario, se hace necesario enunciar o simbolizar lo que ha comprendido, respecto a la nomenclatura o simbología correctas: *los convencionalismos*. Este es el objetivo de esta etapa: poner nombre o enunciar con una correcta nomenclatura y simbología. Por ello, la etapa anterior es de exagerada importancia y debe tener su particular evaluación para no considerar intelectualizado todo lo que en ella se ha visto, sino todo lo que en ella, ciertamente, se ha intelectualizado.

En esta etapa, se puede orientar al sujeto de esta forma: “Eso que tú dices... se dice...”, “Eso que tú escribes como... se escribe...”, “Lo que tú llamas... se llama...”, “Lo que tú expresas de la forma... se expresa...”, “Lo que tú indicas con... se indica...” (...)

3. **Etapa de Concretización.** Es la etapa en la que el educando aplica, a situaciones conocidas y ejemplos claros *ligados a su experiencia*, la estrategia, el concepto o la relación comprendida con su nomenclatura y simbología correctas. Se proponen actividades similares a las realizadas para que el alumno aplique el conocimiento adquirido, y evaluar en qué medida ha disminuido el desafío presentado en la situación propuesta en la etapa de Elaboración.
4. **Etapa de Transferencia o Abstracción.** Etapa en la que el niño aplica los conocimientos adquiridos a cualquier situación u objeto *independiente de su experiencia*. Es capaz de generalizar la identificación de una operación o concepto y aplicarlo correctamente a una situación novedosa, tanto en la adquisición de nuevos contenidos, como en la interrelación con el mundo que le rodea. En muchas ocasiones, no se puede estudiar después de la etapa de Concretización; se confundiría con ella y su independencia como etapa no sería significativa. Existen niños que reproducen, sin dificultad alguna, formas de figuras inmediatamente después de haberlas trabajado, y, sin embargo, muchos de ellos no reconocen esas formas en los objetos del entorno en el que desenvuelven su actividad cotidiana, unos días más tarde. Se puede decir, que estos alumnos no han asimilado la relación o conjunto de relaciones trabajadas con anterioridad sobre el concepto. Si esto ocurre, el educador revisará la preparación de las etapas anteriores y su actuación en ellas, desde una investigación-acción.

Y para terminar...

**Qué mejor que un decálogo, donde puedan recoger las hipótesis que guían mi trabajo en la búsqueda de procedimientos que faciliten el aprendizaje de la Matemática: comprendiendo el concepto o la relación en su autentica ortodoxia, permitiendo, al tiempo, que el alumno quiera saber, se sienta bien sabiendo y aplique correctamente lo que sabe a un sinfín de situaciones.**

1. Dominar la Matemática que se está enseñando, distinguiendo: la idea, de la notación de la idea.
2. Dominar el arte de preguntar, partiendo siempre del lenguaje del alumno, como modelo de duda, desafío y camino de comprensión para el aprendizaje; conduciendo al alumno mediante ejemplos y contraejemplos que fomenten la discusión y el diálogo,

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

para que sea él, y sin corrección alguna por nuestra parte, el que advierta con claridad por el diálogo interior provocado: el acierto o el error cometido.

3. Entender que: la evidencia, la realidad, la necesidad y la curiosidad son las situaciones necesarias en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Matemática; por lo que no debemos olvidar que los materiales que utilicemos pueden, por la metodología empleada, favorecer, o no, esas situaciones. Entendiéndose únicamente por material válido para el aprendizaje de la Matemática, aquel que hace uso de ellas.
4. Utilizar modelos didácticos, fomentando la investigación y el método científico, que a modo de recursos permitan el descubrimiento de los conceptos, para facilitar que el alumno llegue al saber matemático con precisión de resultados y sin equivocación alguna.
5. Enunciar, representar y simbolizar, con el rigor y la precisión que no impliquen ambigüedad alguna, después, y sólo después, de que el alumno haya comprendido el concepto o relación.
6. Presentar al alumno actividades matemáticas de cualquier tipo o modelo, desde las más sencillas a las más complejas, sólo cuando el alumno tenga suficientes mecanismos de auto corrección. Favoreciendo, también, todas las posibles estrategias correctas que surjan, del trabajo del alumno, como reacciones de la comprensión.
7. Fomentar en cualquier etapa educativa, con una correcta adaptación: la aplicación, transferencia y abstracción de los contenidos enseñados, a cualquier campo científico, natural y social.
8. Entender que la participación del alumno se expresa natural y espontáneamente como búsqueda del conocimiento. Esta participación no responde positivamente, al antojo de la enseñanza para obtener respuestas a preguntas pre-establecidas.
9. Motivar al aprendizaje de la Matemática hacia el saber, hacia el sentir y hacia el querer.
10. Escuchar al alumno, atendiendo a modo científico, la aceptación del hecho:
  - a) Que las respuestas que obtenemos no coincidan con las que esperamos, no significa en modo alguno que el niño no razone. No existe niño vivo que no piense.
  - b) El niño nunca responde por azar, si no ha sido intimidado.
  - c) El niño nunca quiere fallar o hacerlo mal, si no ha sido irritado
  - d) Ni existe, ni existirá método alguno de enseñanza superior a la capacidad de aprendizaje de la mente humana.

### Referencias y bibliografía

- COCKCROFT, W.H. (1985): *Las Matemáticas sí cuentan*. Madrid. MEC.
- DEWEY, J. (1998): *Democracia y Educación*. Madrid. Morata (Ed Original, 1916)
- FERNÁNDEZ BRAVO, J. A. (1995a): *La Matemática en Educación Infantil*. E. Pedagógicas. Madrid
- FERNÁNDEZ BRAVO, J. A. (1995b): Las cuatro etapas del acto didáctico. *Comunidad Educativa*. ICCE, nº 228
- FERNÁNDEZ BRAVO, J. A. (2000): *Técnicas creativas para la resolución de problemas matemáticos*. Praxis. Barcelona
- HEIDEGGER, M. (1951): *El ser y el tiempo*. México. FCE
- LE LIONNAIS, F. (1962): *Las grandes corrientes del pensamiento matemático*. Buenos Aires. Editorial Universitaria.
- MAYER RICHARD, E. (1986): *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona. Paidós.
- PIAGET, J., G. CHOQUET, y otros (1978): *La enseñanza de las Matemáticas modernas*. Madrid. Alianza Editorial.
- PUIG ADAM, P. (1956): *Didáctica. Matemática. Eurística*. Madrid. Institución de Enseñanza Laboral.
- REY PASTOR, J. (1981): *Elementos de Análisis Algebraico*. Madrid. Biblioteca Matemática
- RUSSELL, B. (1985): *Escritos básicos I*. Barcelona. Planeta-Agostini

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

- VAN DALEN, D.B. y W.J. MEYER (1983): *Manual de técnica de la investigación educativa*. Buenos Aires. Paidós.
- WITTGENSTEIN, L. (1987): *Observaciones sobre los fundamentos de la Matemática*. Madrid. Alianza Editorial.





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

**COMUNICACIONES**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## "LOS CUATRO PRINCIPIOS DEL RAZONAMIENTO CIENTÍFICO"

Por D. José Luis Hernández Pacheco. CES Don Bosco

### Resumen

La Ciencia no se limita a registrar, catalogar y clasificar la interminable colección de seres animados e inanimados conocidos hasta la fecha, ni a describir los fenómenos que se observan en la tierra y por todo el universo; trata, además, de explicarlos racionalmente averiguando las causas que los han originado, y busca interpretaciones lógicas a todos aquellos aspectos del mundo físico-natural inasequibles a la observación y experimentación. Por ello el estudio de las ciencias contribuye más que ninguna otra disciplina al desarrollo de la razón, esa potencia humana que, en palabras de Descartes, consiste en "... juzgar bien y distinguir lo verdadero de lo falso".

Cuando a los estudiantes se les pide que usen el razonamiento lógico en sus demostraciones, se descubre que son cuatro las últimas razones que han de utilizar para que su explicación sea suficiente: Principios teóricos, definiciones de conceptos, leyes naturales y condiciones físicas que se dan en el entorno.

Vistas desde la margen deductiva, estas cuatro razones son los principios de los que arranca cualquier razonamiento científico. Su conocimiento y utilización facilitará la didáctica de las ciencias, tanto al profesor como a los alumnos.

### Desarrollar la razón

El entendimiento, la razón y el buen sentido son sinónimos de una misma potencia humana que, según Descartes, consiste propiamente en "... juzgar bien y distinguir lo verdadero de lo falso". Ante esta definición sorprende que el primer anhelo de toda persona no sea el de cultivar, perfeccionar o mejorar su propio entendimiento, por los beneficios que ello reportaría para el resto de sus aspiraciones; antes bien, como el propio Descartes nos revela con fina ironía al comenzar su Discurso del Método, "...cada cual piensa estar tan bien provisto de él que nadie suele desear más del que tiene." En su lugar, las personas nos esforzamos en todo tipo de empresas cuyo éxito o fracaso atañe bastante a la cuota de razón con que hayamos sido agraciados.

Los educadores, no obstante, estamos obligados por ley a "... garantizar una formación integral que contribuya al pleno desarrollo de la personalidad de los alumnos.", objetivo de la Educación Primaria proclamado por la LOCE en su artículo 15. Esta obligación significa atender de forma equilibrada a todas las facultades humanas, ya sean corporales o espirituales, es decir, físicas o intelectuales.

### La correcta interpretación científica

El estudio de las Ciencias Naturales contribuye más que ninguna otra disciplina a desarrollar la razón. Esta tesis fue el objeto de otra comunicación que, con el título "**Que impere la realidad**", presentamos en el **I Congreso Nacional La Ciencia en Educación Infantil y Primaria** celebrado en Granada en septiembre del 2001. En nuestra propuesta incluíamos un método didáctico encaminado a obtener el máximo provecho educativo de esta importante cualidad. En dicho método se espera de los estudiantes una interpretación correcta de cada uno de los fenómenos naturales estudiados, y como notas distintivas de toda interpretación correcta señalamos las siguientes:

1. **Cierta.**- *Que todas las afirmaciones utilizadas sean válidas o verdaderas.*





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

2. **Lógica**-. *Que formen una estructura ordenada de modo que cada consecuente suceda y se derive con evidencia de su antecedente.*
3. **Suficiente**-. *Que llegue hasta las últimas razones disponibles en el contexto didáctico o científico en el que nos desenvolvemos.*

En las deducciones matemáticas las proposiciones vienen expresadas mediante sus correspondientes fórmulas, y han de someterse a estos mismos criterios, pero en este caso no aceptamos la simple secuencia escrita de expresiones algebraicas o aritméticas aunque parezca correcta; se exige además adjuntar a cada expresión las razones o condiciones por las cuales se admite como cierta, pues muchos alumnos acostumbran a utilizar de memoria fórmulas de las que desconocen su significado y hasta el de las letras y símbolos que en ellas aparecen. Cada razón responde al porqué de esa afirmación y como cada porqué lleva encadenado otro más fundamental siempre se llega a un principio que ya no admite razón.

### Los cuatro principios

Miles de explicaciones más o menos afortunadas leídas o escuchadas en otros tantos ejercicios revisados durante más de veinte años de experiencia docente, me han demostrado que se reducen a cuatro las últimas razones que un estudiante puede aducir en sus argumentaciones científicas, a saber: **Leyes, condiciones, postulados y definiciones**.

Al tratarse de las últimas razones que se alcanzan cuando se buscan las causas explicativas de fenómenos observables, serán a su vez las primeras que se aplican cuando, en el proceso inverso, se deducen mediante razonamiento lógico los efectos naturales estudiados por la Ciencia, lo que nos ha llevado a considerarlas como principios del razonamiento científico.

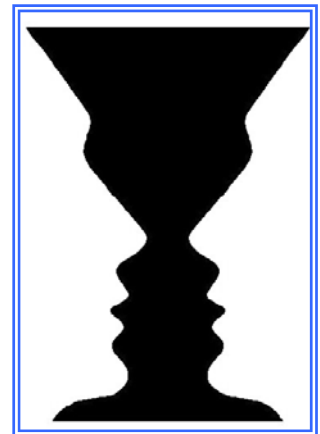
### Precisiones sobre la Ciencia

Mas antes de entrar a detallar su significado me veo en la necesidad de aclarar que, tanto los mencionados principios como el método de enseñanza en que se utilizan, responden a un concepto de Ciencia bastante alejado de algunas concepciones filosóficas de amplia aceptación en la actualidad, entre las que cabe destacar los planteamientos de Thomas Kuhn, que por otra parte gozan de gran influencia en círculos educativos, donde algunos teóricos de la enseñanza al poseer una formación más humanística que científica pretenden aplicar a la Didáctica de las ciencias unos criterios extraídos de la Filosofía de la Ciencia, que conocen, más que de la propia Ciencia, que desconocen.

Quiero por ello señalar en primer lugar las que considero cualidades esenciales de la Ciencia que, a mi juicio, confieren a su enseñanza esa enorme potencia educativa que debemos aprovechar en favor de nuestros alumnos.

### Objeto de la Ciencia

La Ciencia se ocupa del conocimiento y explicación del mundo físico-natural que percibimos, es decir, de ese conjunto inabarcable de objetos y sucesos con alguna cualidad sensible a nuestros sentidos. Desde esta concepción, el conocimiento científico será siempre comprobable en última instancia por observación.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **Validez de la observación**

Dado que en Filosofía nada escapa a la controversia, no ha faltado quien pretende desacreditar a los sentidos como fuente de conocimiento alegando falta de fiabilidad, y apoyan sus argumentos en las figuras que se muestran u otras semejantes, de las cuales los sentidos nos envían diferentes percepciones.

En la primera puede verse a una elegante joven que vuelve el rostro con desdén o bien a una anciana de triste semblante, y en la segunda la silueta negra de una copa o la blanca de dos caras que se enfrentan muy de cerca. Pero a nadie le cabe la menor duda de que el objeto contemplado en ambos casos es un dibujo. Mas la Ciencia, como acabamos de afirmar, no se ocupa del arte figurativo, sino de la realidad natural en que existimos, y en esta realidad, sea cual sea nuestra agudeza visual, todos distinguimos perfectamente entre una hermosa joven y una venerable anciana, y nadie confunde con una estilizada copa a dos personas que se miran de cerca.

Es cierto que la información proporcionada por los sentidos vendrá afectada de una cierta imprecisión, propia de las condiciones en que se efectúa la observación o las características del método de medida. Pero uno de los mayores afanes de la Ciencia es conseguir la mayor precisión, y para ello cuenta con los poderosos medios de observación y exploración que la tecnología pone a disposición de la humanidad: Lentes, microscopios, telescopios, radiotelescopios, amplificadores, receptores, sondas espaciales, todo tipo de detectores, medios cada vez más sensibles precisos y potentes que prolongan el alcance de nuestros sentidos hasta límites insospechados. La Ciencia establece con rigor el grado de incertidumbre de los datos que maneja, lo correcto sería decir que utiliza la información más exacta y con ella se han logrado tan asombrosos progresos que ya no nos asombran porque nos han hecho perder nuestra capacidad de asombro.

### **Principios de la Ciencia**

Todo el quehacer científico descansa sobre dos principios básicos que se asumen sin necesidad de declaración.

#### **Principio de existencia**

*El Universo físico-natural existe real y objetivamente, y a través de nuestros sentidos nos proporciona las evidencias sobre las cuales se crea, desarrolla y organiza todo el conocimiento científico.*

Se va en contra de este principio al afirmar que el mundo es una ilusión, un sueño, o un producto de la imaginación subjetiva y diferente para cada persona. Esto conlleva el escepticismo total, la inseguridad absoluta, la relativización de lo objetivo, la actuación desde el error y la justificación del estropicio sin afrontar consecuencias.

#### **Principio de permanencia de las leyes**

*Los fenómenos naturales no suceden de forma arbitraria o aleatoria, sino que responden a leyes inmutables y permanentes, independientemente de que sean conocidas o no por la inteligencia humana.*

Si este principio no se cumpliera sería inútil o imposible, adoptar cualquier tipo de prevención ante los fenómenos naturales y todos los inventos dejarían de funcionar, ya que si de un momento a otro cambian sus leyes de comportamiento lo que hoy produce un efecto favorable mañana puede provocar el resultado más inesperado.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **Describir el Universo**

La Ciencia trata en primer lugar de describir el universo. La interminable colección de todo tipo de seres naturales animados e inanimados, que en la tierra se organizan en los cinco reinos, junto a los innumerables objetos registrados en el cosmos, forman parte del conocimiento científico, y la presencia de cada uno de ellos ha sido y puede seguir siendo constatada por observación directa o con ayuda de los poderosos medios auxiliares que las modernas tecnologías nos proporcionan. Negar o poner en duda la existencia de un ente catalogado y clasificado científicamente es propio de ignorantes obstinados que gustan más de exhibir sus torpes opiniones que de salir de su torpeza.

La Ciencia describe, así mismo, todos los procesos, sucesos o fenómenos naturales que han sido observados, y la mejor forma de hacerlo es mediante las leyes que los determinan. No es pues de extrañar que la mayor parte de la investigación científica vaya dirigida fundamentalmente al descubrimiento de estas leyes, a las que además de su enunciado verbal se tratará de encontrar una formulación matemática, si es posible.

### **Explicar el universo**

En segundo lugar la Ciencia procura explicar el universo, siendo éste su aspecto más destacable, porque es aquí donde la razón humana participa con supremacía, lo que confiere a su estudio esa posición que yo considero preferente sobre las restantes áreas de enseñanza.

### **Lo evidente y lo explicable**

Explicar significa dar una interpretación racional a aquellos aspectos que no se muestran evidentes a la observación. Toda persona en su desarrollo intelectual va asimilando una serie de evidencias elementales que posteriormente utilizará en los procesos de razonamiento. Un cometido importante de la enseñanza elemental debe ser ayudar al niño en la adquisición de esas evidencias, que constituyen el germen de su capacidad de razonamiento. La evidencia de un hecho no es, por consiguiente, una propiedad absoluta sino relativa a cada persona. La complicada maquinaria de un reloj puede tener un funcionamiento evidente para el relojero y difícilmente explicable para el resto de las personas. Pero tratándose de acontecimientos naturales admitiremos que para nadie es evidente lo que no pueda observarse con los sentidos.

Consideremos el siguiente experimento aclaratorio. Disponemos de una balanza de brazos iguales con sus pesas. En el plato de la derecha ponemos la pesa de 200 gramos y en el de la izquierda ponemos la de 100 g. La balanza se inclina descendiendo el plato de la derecha. Este suceso resulta evidente para quienes hayan podido observar lo que hemos hecho y lo que ha ocurrido. No necesita ninguna explicación porque todos tienen asimilada la evidencia de que *“la balanza se inclina hacia el lado que más pesa”*. En realidad ésta es la ley natural de la balanza, y puede servirnos para ilustrar el principio de permanencia, pues, si violando este principio la ley dejara de cumplirse, todos comprendemos que la balanza no serviría para pesar. A continuación retiramos las pesas y cargamos los platos con sendos recipientes de idéntico aspecto pero con diferente contenido, que permanece oculto a nuestros ojos. Observamos que se desequilibra descendiendo el plato de la derecha. Nadie podía saber hacia qué lado iba a inclinarse porque no era evidente, e interpretamos lo sucedido afirmando que el recipiente de la derecha contiene una carga más pesada que el de la izquierda. Esta afirmación es una explicación lógica basada en la ley de la balanza, y podemos comprobar que estamos en lo cierto observando de cerca el contenido de ambos recipientes; pero en la Ciencia no siempre es posible comprobar sus predicciones y es entonces cuando las teorías científicas desempeñan el papel principal.

Tras esta introducción sobre nuestra noción fundamental de la Ciencia estamos en condiciones de exponer los principios del razonamiento científico.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **Las leyes naturales.**

Observando detenidamente la naturaleza, o experimentando adecuadamente sobre ella, el hombre ha descubierto las leyes naturales. Las leyes naturales residen en la propia naturaleza; son esas normas o reglas permanentes impuestas en el Universo a las que se someten todos los procesos que en él ocurren.

#### **El Método Inductivo**

El método utilizado para encontrarlas recibe el nombre de *Método Inductivo*: Después de haber observado o experimentado repetidas veces el mismo fenómeno y obtenido idénticos resultados, estos se generalizan proclamando que se cumplen siempre. Muchas corrientes filosóficas, a las que se suma Karl Popper, han rechazado reiteradamente la validez de este método porque “*nunca se puede tener la certeza de que en un ensayo posterior los resultados vayan a coincidir con todos los anteriores*”. Se me ocurre pensar que este escepticismo puede ocultar un exceso de optimismo por aquellos que lo sustentan, teniendo en cuenta que la “*ley de los mortales*” también es conocida por inducción, y quienes la ponen en duda tal vez abriguen la esperanza de que en ellos no se cumpla. En realidad la Filosofía de la Ciencia se ocupa de la Ciencia y de los enunciados que ésta genera, mientras que la Ciencia se ocupa de la Naturaleza y de las leyes por las que ésta se rige.

Por sí solo, el método inductivo ha proporcionado las mayores aportaciones al progreso de la Ciencia y los mejores adelantos al bienestar de la sociedad humana. No hay mayor logro científico que descubrir y dar forma matemática a una ley natural. En primer lugar se determinan los factores intrínsecos o variables que intervienen en el fenómeno, y después el modo y proporción en que lo hacen. Es entonces cuando la ley puede formularse mediante una ecuación matemática en que cada letra designa una variable. La Ciencia utiliza fundamentalmente el lenguaje matemático dadas las facilidades que ofrece para obtener conclusiones por razonamiento lógico con absoluta seguridad, sin embargo todas las afirmaciones relevantes, y las leyes generales siempre lo son, se enuncian verbalmente con cierta solemnidad.

No siempre las leyes se descubren al primer intento, lo que puede hacer pensar que la Ciencia comete errores, o que los comete la propia Naturaleza. Es necesario entender que la Naturaleza no se equivoca. Que un corderito nazca con tres patas no es un error casual de la Naturaleza, porque no es ley natural que haya de nacer con cuatro. Son las leyes de la genética las que rigen la herencia biológica, y con lo que se sabe de ellas podríamos criar rebaños de tres patas si así lo deseáramos.

#### **Deducción científica**

De las leyes se deduce. La deducción científica consiste sencillamente en aplicar el razonamiento lógico para determinar lo que ocurre en un caso concreto, conocida la ley general que nos dice lo que ocurre en todos los casos. En esto consisten los típicos problemas numéricos de las asignaturas de ciencias, tan temidos como admirados por los estudiantes, y que sin duda constituyen un excelente ejercicio para el entrenamiento de su inteligencia. La mejor cualidad de las leyes es que los resultados deducidos racionalmente de ellas pueden comprobarse comparándolos con los que se producen en la realidad, y así podremos asegurarnos que la ley funciona y de que nosotros hemos deducido correctamente. Podemos confiar en las leyes formuladas por la Ciencia, pues si alguna fuera equivocada en poco tiempo lo sabríamos, ya que, como sucede con una máquina mal construida, al ponerla en marcha pronto detectaríamos algún fallo.

#### **Las condiciones.**

Los factores circunstanciales que concurren en un entorno del universo son las condiciones del medio en que se producen los fenómenos naturales, y las que intervienen de forma independiente en cada proceso constituyen las variables del mismo, que aparecerán en la





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

expresión matemática de su ley. Que se den unas u otras condiciones determina no sólo la posibilidad de que un fenómeno ocurra, sino también la forma, intensidad o cuantía en que se produce. La experimentación científica consiste básicamente en modificar a voluntad aquellas variables que puedan ser controladas por el investigador, y observar el resultado que la naturaleza ofrece. Cuando un proceso depende de múltiples variables y se quiere estudiar la relación entre algunas de ellas, se varían éstas y se mantienen constantes las demás.

En el desarrollo teórico de la Ciencia, con frecuencia se llevan a cabo procesos deductivos consistentes en aplicar unas condiciones específicas a una ley general para deducir otra ley más particular, válida exclusivamente bajo las condiciones aplicadas. Unos ejemplos sencillos me ayudarán a exponer esta idea.

En cualquier máquina simple se cumple que “*El producto de la potencia por su brazo es igual al de la resistencia por el suyo*”. Matemáticamente:  $\mathbf{P \cdot bP = R \cdot bR}$ . Si en esta ley general se da la condición de que ambos brazos sean iguales,  $\mathbf{bP = bR}$ , se tiene que la potencia es igual a la resistencia, ley que cumplen algunas máquinas en particular, como la polea fija o la balanza de platos iguales.

La ley general de los gases perfectos se expresa comúnmente mediante la ecuación:  $\mathbf{PV = nRT}$ , donde, como se sabe,  $\mathbf{P}$  es la presión del gas;  $\mathbf{V}$ , su volumen;  $\mathbf{n}$ , la cantidad en moles;  $\mathbf{R}$ , la constante molar de los gases, y  $\mathbf{T}$ , la temperatura en grados Kelvin. Si se cumplen las condiciones de permanecer constantes la temperatura y la cantidad,  $\mathbf{n=K}$  y  $\mathbf{T=K'}$ , se deduce la ley de Boyle Mariotte:  $\mathbf{PV = Cte}$ . Del mismo modo, manteniendo constantes la cantidad y la presión,  $\mathbf{n=K}$  y  $\mathbf{P=K'}$ , obtendríamos la de Charles Gay-Lussac:  $\mathbf{V = Cte \cdot T}$ .

El Teorema de Bernoulli es otra ley natural que cumplen los fluidos en movimiento, cuya formulación y significado de las variables se muestran en el recuadro.

<p><b>Formulación del Teorema de Bernoulli para dos puntos, 1 y 2, de un fluido situados en la misma línea de corriente.</b></p> $\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2$	<p><math>v_1, v_2</math>: Velocidad del fluido en los puntos 1 y 2  <math>P_1, P_2</math>: Presiones del fluido en 1 y 2  <math>h_1, h_2</math>: Alturas a que se encuentran los puntos  <math>g</math>: Aceleración de la gravedad.  <math>\rho</math>: Densidad del fluido.</p>
--	---

Con la condición de que los dos puntos considerados se encuentren a la misma altura,  $\mathbf{h1=h2}$ , lo que significa que estamos ante un conducto horizontal, el Teorema de Bernoulli se simplifica para ofrecernos la expresión matemática del Efecto Venturi, otra conocida ley natural que describe muchos comportamientos paradójicos de líquidos y gases en movimiento.

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2$$

Si además de ello el fluido está en reposo, cumpliéndose por lo tanto que la velocidad en todos sus puntos es cero,  $v_1=0$  y  $v_2=0$ , por aplicación de estas nuevas condiciones a la ley de Venturi se deduce otra importante ley de la Hidrostática:  $\mathbf{P_1=P_2}$ . “*Los puntos de un líquido en equilibrio que se encuentren en la misma superficie horizontal tienen la misma presión.*”

Los datos de los ya mencionados problemas de ciencias son las condiciones que los estudiantes han de introducir en las fórmulas de las leyes naturales para deducir matemáticamente el valor de aquella variable que intencionadamente se les ocultó.

Vemos pues que, junto con las leyes, también las condiciones son proposiciones de partida en las deducciones científicas, por lo que deben ser incluidas entre los principios del razonamiento científico.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **Los postulados teóricos.**

Todos los objetos, sucesos y fenómenos del universo conocido presentan aspectos que no son observables y tal vez jamás lo sean. No vemos el interior de la Tierra, ni cómo su corteza se ha quebrado en múltiples placas; tampoco podemos ver los electrones moviéndose por el interior de un conductor eléctrico, la vibración de las moléculas al calentarse la materia o transmitirse el sonido a su través, ni podemos contemplar la secuencia evolutiva de una estrella durante millones de años, o la vertiginosa velocidad de las galaxias alejándose de nosotros. A pesar de los sofisticados medios auxiliares puestos a su servicio la capacidad de observación del género humano sigue siendo insignificante frente a la inmensidad de la creación. Por el contrario su curiosidad, su afán de saber, no conoce límites.

Llevado por este afán, allí donde la observación no alcanza, el hombre pone su imaginación y trata de encontrar explicaciones a todos aquellos aspectos que no puede contemplar como espectador. Con este fin se postulan las teorías científicas. Dice Stephen Hawking que **“Una buena teoría describirá un amplio dominio de fenómenos a partir de unos pocos postulados sencillos y efectuará predicciones que podrán ser sometidas a prueba”**.

Esencialmente una teoría científica consiste en un reducido número de principios o postulados independientes, que permitan explicar aspectos del mundo conocido inasequibles a la observación y a la experimentación. Son fruto de la imaginación humana y por lo tanto pueden estar equivocadas, mas, como todo conocimiento científico, deben ser comprobadas y el único modo de comprobación que les cabe es la deducción lógica. Por razonamiento lógico a partir de sus principios han de deducirse en primer lugar las leyes empíricas previamente conocidas por inducción, y obtener una explicación coherente de todo el conocimiento experimental que se tenía sobre el objeto de su estudio. Sólo entonces se aceptarán como válidas las afirmaciones de sus postulados y se aplicarán sin reparos en la interpretación y descripción de lo no observable.

Teoría y modelo teórico son términos equivalentes que con frecuencia se confunden, sin que se haya establecido entre ellos una clara diferenciación. Entendemos que las teorías se refieren a fenómenos que pueden tener diversas manifestaciones y efectos, tales como la luz, el electromagnetismo o la gravedad, mientras que los modelos tratan de describir objetos, como el átomo, la tierra o el universo mismo.

### **Validez y alcance.**

La validez de una teoría se mantiene mientras sea coherente con el conocimiento empírico disponible. Si un nuevo descubrimiento revela otros aspectos de la naturaleza que no son explicados por la teoría, será necesario modificarla, ampliarla, y en último caso rechazarla y sustituirla por otra más completa, si es que la hay.

En la historia de la Ciencia se refieren numerosos casos en que por deducción teórica se han hecho predicciones sobre sucesos naturales desconocidos que posteriormente han sido corroboradas por observación; en estas situaciones la teoría alcanza el éxito total, y su autor el reconocimiento unánime. Puede darse la circunstancia de que dos teorías distintas pretendan explicar los mismos fenómenos. En tanto que sus predicciones no sean ratificadas experimentalmente, no habrá razón que obligue a rechazar o aceptar ninguna de ellas, y las dos podrán tener sus propios adeptos. Sólo la contradicción con los resultados experimentales determina de forma irrefutable su rechazo. Se habría realizado entonces la prueba de falsación propuesta por Karl Popper.

Hemos visto cómo, en última instancia, también las teorías científicas son comprobadas por observación ya que es la realidad natural quien decide su aceptación o rechazo. Lo contrario se advierte con demasiada frecuencia en ciertos comportamientos humanos que niegan una realidad evidente, obstinados en mantener unos criterios ideológicos supuestamente encaminados a solucionar un problema que no hacen sino agravar.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Si la finalidad de los principios que integran las teorías es la deducción, no hay duda de que se constituyen en los primeros y más genuinos principios del razonamiento científico. Vistos desde la vertiente explicativa, son las últimas razones científicas para responder a los porqués más fundamentales; por encima de ellos la Ciencia no tiene respuestas.

### **Sobrevaloración de las teorías.**

Las teorías representan el supremo logro de la inteligencia humana, capaz de generar ideas acertadas que permiten dar una explicación completa y una interpretación correcta de acontecimientos que nadie ha podido presenciar. No es, pues de extrañar la exagerada importancia que, a mi entender, se les concede. Ciertamente que las teorías aspiran a estar en posesión de la verdad, pero el concedérsela las convierte en fuente segura de conflictos epistemológicos. Los mismos autores de libros de texto universitarios sufren la debilidad de exponer la física deduciendo las leyes a partir de las teorías, como si fueran éstas y no aquéllas quienes tienen la verdad, cuando deberían comenzar cada capítulo exponiendo las leyes tal como históricamente se descubrieron, para justificar con ellas las teorías posteriores que pretenden llegar más allá. Siendo una parte de la Ciencia se les confunde con toda ella en inconsciente sinécdoque. Se dice, por ejemplo, que el saber científico es provisional, cualidad claramente aplicable al saber teórico, pero difícil de aceptar como generalización, pues si algo caracteriza a la Ciencia es la posibilidad de alcanzar conocimientos definitivos sobre objetos y sucesos naturales que, una vez descritos, catalogados, clasificados y encontradas las leyes de su comportamiento observable, pasan a ser problemas superados, y al no haber necesidad de volver sobre ellos permiten avanzar abriendo paso a la investigación de otros nuevos. Pensemos simplemente en el teorema de Arquímedes, en las enfermedades erradicadas del mundo desarrollado, en las leyes bajo las que funciona cualquier invento de uso cotidiano desde el más simple al más sofisticado. El progreso científico no se reduce a la mera acumulación de datos y opiniones sobre lo que acontece en el universo, sino a la resolución y superación definitiva de nuevos problemas que se van planteando.

### **Definiciones de conceptos abstractos**

Con frecuencia los científicos se han visto en la necesidad taxonómica de acuñar nuevos términos, en primer lugar para superar la ambigüedad que de ordinario acompaña al lenguaje común, pero sobre todo para designar la ingente cantidad de nuevos entes naturales que, una vez descubiertos y clasificados, pasan a engrosar las listas de interminables catálogos, y también los innumerables aparatos inventados por y para la Ciencia, muchos de los cuales extienden su utilidad al servicio de toda la humanidad.

Pero no es ésta la faceta del lenguaje científico que en este momento nos interesa, sino la definición de conceptos abstractos. Cualquier fenómeno estudiado por la Ciencia requiere la invención y definición de cuantos conceptos sean necesarios para su descripción o para la formulación de sus leyes.

Se dice en Psicología Evolutiva que el niño, desde que nace, está aprendiendo conceptos concretos a través de sus sentidos por simple observación y manipulación de todo lo que tiene a su alcance. Excepto si alguna deficiencia innata o una mala orientación de su aprendizaje se lo impiden, poco a poco irá desarrollando su capacidad de abstracción que le va a permitir ejecutar operaciones mentales sin necesidad de manipular físicamente los objetos tangibles ni contemplar los acontecimientos reales que, en todo caso, puede evocar en su imaginación. Es entonces cuando está en condiciones de utilizar conceptos abstractos.

Todas las magnitudes fundamentales y derivadas, (densidad, presión, energía potencial, permisividad eléctrica, ...); unidades para medir cada una de las magnitudes, (metro, kilogramo, radian, año luz, ...) numerosas constantes universales, (de los gases, de gravitación universal, de Planck, ...); coeficientes de todo tipo, (de rozamiento, de dilatación, de conductibilidad, de solubilidad...), y otros conceptos teóricos imaginarios (par de fuerzas, cero absoluto, dipolo, línea de corriente, etc.), se definen científicamente con absoluta precisión, sin posibilidad de ambigüedad ni equívocos, hasta el punto de que la mayor parte de ellos se

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

expresan matemáticamente. Esto nos permite señalar como característica propia de la Ciencia la utilización de un lenguaje preciso.

El manejo de este tipo de conceptos entrena la capacidad de abstracción, y el profesor puede constatar que el alumno los ha asimilado cuando éste los utiliza correctamente en deducciones lógicas. Definido, por ejemplo, el concepto de **velocidad**, se puede pedir a los alumnos que deduzcan el tiempo, **t**, que un móvil invierte en recorrer un espacio, **e**.

Al hablar de estos conceptos nos estamos refiriendo a los factores que intervienen en las leyes naturales y en los principios teóricos, por los tanto van a formar parte de cualquier razonamiento científico.

### Conclusión

La inevitable carga de opinión personal que acompaña a esta exposición, como a cualquier otra, no puede invalidar el hecho de que todo razonamiento científico arranca o termina, según sea deductivo o explicativo, en alguno de estos cuatro tipos de principios. Este hecho carece de toda importancia para la Ciencia, pero no así para su enseñanza, porque facilita la metodología didáctica.



Al ser un número tan reducido, su identificación en cada tema resultará bastante fácil y será extraordinariamente esclarecedora tanto para el profesor, que podrá diseñar su unidad didáctica de forma ordenada, coherente y completa, como para los estudiantes, porque les conduce en el estudio y les permitirá descubrir sus propias dificultades allí donde las tengan.

Uno de los más notables intentos por facilitar el aprendizaje de las ciencias es la técnica heurística V de Gowin. Como le ocurre a todo buen profesor de ciencias, Bob Gowin descubrió asombrado que gran número de sus alumnos, después de haber terminado con aparente éxito una práctica de laboratorio no entienden nada de lo que han hecho. Del mismo modo se observa cómo después de aprenderse lo que ellos llaman “teoría”, que es “*todo lo que pueda ser leído en libros o apuntes o escuchado al profesor*”, son incapaces de aplicarlo en una actividad práctica. Llega a la conclusión de que en su aprendizaje “**no existe interacción activa entre la componente de pensamiento y la componente de actuación**”. Tratando de conseguir esta interacción, les exige rellenar los cuatro apartados de esta **V**, poniendo en la rama de la izquierda todo lo que pertenece a la componente de pensamiento y en la otra lo que tiene que ver con la práctica. El intento es bueno, pero las ramas están un poco confusas, pues no se sabe con exactitud qué debe figurar en cada una. Con esta comunicación creo haber dejado perfectamente resuelta la de la izquierda. **Postulados, definiciones, leyes y condiciones.**

### Bibliografía

- Descartes, R. (1981). *Discurso del método*. Barcelona: Océano.
- Kuhn, T. (1975). *La estructura de las revoluciones científicas*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1989): *¿Qué son las revoluciones científicas? Y otros ensayos*. Barcelona, Paidós.
- Hawking, S. (2002). *El Universo en una cáscara de nuez*. Barcelona: Crítica

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Novak, J y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca
- Popper, K. (1982). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos
- Martínez-Otero, V. (2003). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: CCS.
- López, J. M. (2003). *La Naturaleza del Conocimiento*. Madrid: CCS
- Burbano, S. y Burbano, E. (1986). *Física General*. Zaragoza: Librería general.
- Tipler, P. A. (1999). *Física*. Barcelona: Reverté.

“Las propiedades de los elementos químicos son función periódica de sus pesos atómicos”. Esta ley encontrada por Mendelejew le permitió deducir no sólo la existencia de varios elementos aún no descubiertos, sino muchas de las propiedades que habían de tener. Sus deducciones fueron corroboradas a medida que se iban descubriendo los elementos predichos, sin embargo la enorme satisfacción producida por estos éxitos nunca fue total por la contrariedad que le causaban los fallos advertidos en su ley, pues había al menos dos parejas de elementos que no la cumplían. Hoy sabemos que “Las propiedades de los elementos químicos son función periódica de su número atómico”, no de su peso atómico.

Para un creyente estas leyes naturales que rigen el universo han sido establecidas por su Creador, y cada avance o descubrimiento científico significa un mejor conocimiento de Dios a través de la creación. Burbano de Ercilla se lamenta por presentar la ley de Biot y Savart como empírica en lugar de deducirla teóricamente (Campo magnético creado por un elemento de corriente en un punto del espacio).



## EL DESARROLLO CURRICULAR DE LAS MATEMÁTICAS ELEMENTALES EN EL MARCO DE LAS REFORMAS EDUCATIVAS DE ESPAÑA (cuatro últimas décadas)

Por Juan Carlos Sánchez Huete (Centro de Enseñanza Superior “Don Bosco”) y Honorina Gadea Cedenilla (Fundación “Carmen Pardo Valcarce”)

### Resumen

El menoscabo realizado desde los programas oficiales a la matemática tradicional, y por ende a su enseñanza, con la mal llamada "matemática moderna" ha supuesto no pocos quebraderos de cabeza a profesores, alumnos y padres.

Las implantaciones educativas se realizan con un marcado carácter político y las decisiones se toman sin argumentos suficientes que las justifiquen y sin evaluaciones que las respalden. Para abordar las Matemáticas curriculares de nuestro sistema educativo recurriremos a las Orientaciones Pedagógicas de los años setenta, los Programas Renovados de los ochenta, la L.O.G.S.E de los noventa y L.O.C.E de 2003.

Las Orientaciones Pedagógicas creadas para la Educación General Básica se aprobaron en diciembre de 1970 y permanecieron vigentes hasta principios de la década de los ochenta. En su presentación se argumentó la llamada de Naciones Unidas a potenciar la educación como la más importante de las vías de desarrollo.

En el tortuoso camino a recorrer se quedaron las esperanzas de que todo aconteciera de «forma realista y programada». Pronto se vino encima la "contrarreforma" de los Programas Renovados. Aquí se tomó como modelo la teoría sobre los estadios evolutivos de J. Piaget para estructurar la Educación General Básica en ciclos.

En los noventa se apostó por la teoría del «aprendizaje significativo», desarrollada sobre una idea que condiciona el aprendizaje, los conocimientos previos.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

La reforma en ciernes, que preconiza la cultura del esfuerzo y la promoción de los alumnos por su rendimiento, augura un futuro incierto... los resultados se verán dentro de un lustro, probablemente.

En cuanto a las matemáticas, las reformas han variado el currículo conforme a razones de distinta índole. En el cuadro siguiente observamos cuáles han sido los cambios, algunos verdaderamente significativos-, que se han producido.

### **Introducción**

Nuestra intención, modesta y sin ánimo de crítica alguno, supone un recorrido por las distintas reformas de nuestro sistema de educación, desde 1970 hasta 2002.

El análisis de las matemáticas curriculares está centrado en los contenidos que se contemplaron en los distintos programas oficiales, a saber, Orientaciones Pedagógicas de 1970, Programas Renovados de 1980, Diseño Curricular Base de la LOGSE de 1990, y Anteproyecto de la Ley de Calidad de 2002.

¿Por qué hablamos de Matemáticas? Primero, porque durante cierta época, el menoscabo realizado desde los programas oficiales a la matemática tradicional, y por ende a su enseñanza, con la mal llamada "matemática moderna" ha supuesto no pocos quebraderos de cabeza a profesores, alumnos y padres. Por desgracia, quienes escriben, sufrieron como alumnos la implantación de la Ley General de Educación, iniciando la EGB., hecho que, no solamente supuso cursar un año más de educación básica, sino generar ciertos desajustes y lagunas que niveles superiores evidenciaron. En segundo lugar, destacar el interés que suscita esta temática como docentes. Se nos enseñó Matemáticas en los centros de Magisterio; se nos introdujo de soslayo en la Didáctica de las Matemáticas... Pero, cuando como profesores nos presentamos por primera vez ante los alumnos, todo aquello queda difuminado y los recursos más asequibles pasan, la mayoría de las veces, por la consulta al libro de texto, o a intentar explicar los conceptos como se nos explicó en la escuela, de pequeñitos.

### **En el devenir de las reformas: los cambios por los cambios**

Una primera valoración sobre estas reformas nos plantearía un cuestionamiento al sentido de las mismas, al porqué se llevan a cabo. Las implantaciones educativas se realizan, a veces, con un marcado carácter político y, las decisiones, se toman sin argumentos suficientes que las justifiquen y sin valoraciones o evaluaciones que las respalden o contradigan. Estas reformas educativas consolidan programas conforme a modelos teóricos que especifican los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde la selección de contenidos hasta las características psicológicas y evolutivas de los alumnos, todo se recoge en teorías del aprendizaje, de la enseñanza y de la instrucción para referencia de docentes.

También es un hecho que, durante décadas, alumnos y profesores han asimilado e impartido, respectivamente, unos contenidos educativos preñados de planteamientos mecanicistas desde su concepción, y que han sido las teorías del aprendizaje en boga en la mayoría de los países de nuestro entorno, las que validaban o no su presencia en los currículos.

No obstante, reflexionemos por un momento desde la base, dejemos las filosofías que guardan tantos currículos de matemáticas y, preguntémonos: ¿Para qué las estudiamos?

Bastantes padres y profesores ven en la enseñanza del cálculo y, más tarde en la iniciación matemática, un instrumento que proporciona al alumno habilidades y destrezas en la resolución de los problemas de la vida real. Nuestros propósitos obligan ir más allá e insistir en la formación intelectual ofrecida por una buena enseñanza de las Matemáticas. Se aspira a la consecución de técnicas generales que faculten para desenvolverse ante situaciones de problema, así como desarrollar estrategias mentales, de tipo lógico, que permitan a los alumnos aproximarse a campos amplios del pensamiento y de la vida. Sin negar la importancia de otras disciplinas, la formación matemática aporta al individuo un enriquecimiento

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

conceptual. La época actual posee un extenso campo de aplicación de las Matemáticas a cualquier actividad cotidiana. Además, una formación de esta índole, acostumbra a los alumnos a superar la realidad concreta para traducirla a un nuevo lenguaje depurado, más abstracto, que confiere una capacidad de razonamiento potente.

Nuestra experiencia docente en distintos cursos de EGB y Educación Primaria ha sido de gran ayuda en el análisis de esta asignatura, de manera especial en la perspectiva de los objetivos no logrados. Esta no consecución se debe, fundamentalmente, a tres razones: la mala organización de las estructuras mentales, la pésima construcción de conceptos básicos y la no adquisición de automatismos operativos, por falta de maduración, incorrecta utilización de métodos y material y dificultades perceptivas.



No obstante, la problemática del aprendizaje de las Matemáticas no debe constreñirse sólo a estas tres causas. De ellas derivan otros motivos que conducen a fracasos más específicos en esta área.

El estudio prematuro de ciertos contenidos puede ser la causa de bloqueos o fracasos, así como enfocar el aprendizaje desde leyes y principios generales para llegar supuestamente a su aplicación. Facilitar la construcción de un conocimiento supone partir de la propia experiencia, buscando un apoyo concreto que favorezca la tarea.

### Reformas educativas en nuestro país: 1970-2002

La primera de las reformas que nos ocupa, la de 1970, se puede considerar necesaria desde un contexto histórico. Desde la Ley Moyano de 1857 no hubo reforma general; sí en 1945 para la Educación Primaria. Además, en los países de nuestro entorno se realizaron en la década de los sesenta y era fundamental no perder ese tren.

Las Orientaciones Pedagógicas (nombre que recibieron los programas oficiales) creadas para la Educación General Básica se aprobaron según orden, del entonces Ministerio de Educación, el día 2 de diciembre de 1970. Permanecieron vigentes hasta principios de la década de los ochenta, momento donde fueron sustituidas por los Programas Renovados de los ciclos Inicial (1980) y Medio (1981). Los del Ciclo Superior aparecieron en Real Decreto 3087/1982, de 12 de noviembre, suspendiéndose antes de su implantación por el Real Decreto 607/1983, de 16 de Marzo.

La presentación del entonces Director General de Enseñanza Primaria, Eugenio López, de estas directrices, se argumentó en la llamada de Naciones Unidas a potenciar la educación como la más importante de las vías de desarrollo. Esta idea venía marcada por una serie de hitos que jalonan la efectividad de la renovación educativa, tales como la preparación y las aptitudes del profesorado, y el ajuste de los programas a las distintas situaciones, entre otros. La orden establecía (Vida Escolar 1970-1971: 5) que...

...la puesta en marcha del nuevo sistema educativo, de forma realista y programada, necesita la experimentación previa a la total implantación de las nuevas enseñanzas previstas en la Ley General de Educación, porque ciertamente, muchas de las innovaciones pedagógicas exigen una cuidadosa investigación, experimentación y evaluación de resultados.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

En el tortuoso camino a recorrer se quedaron las esperanzas de que todo aconteciera de «forma realista y programada». Pronto vino la "contrarreforma" de los Programas Renovados, y sólo parcialmente (en Ciclo Superior no duraron ni un curso académico).

Consecuencia de la nueva implantación curricular fue el inmediato desdén que se hizo hacia la investigación y, claro está, a la experimentación. Del mismo modo, la evaluación de resultados brilló por su ausencia y hasta una década más tarde no se realizan valoraciones concretas sobre aspectos puntuales.

¿Por qué la reforma de 1980? Los calamitosos resultados que deparó la evaluación de nuestro sistema educativo demandaba un cambio, primero estructural, (la EGB. pasó de dos etapas a tres ciclos) y de programas (en Matemáticas se quiso enmascarar la “Matemática Moderna” con su Teoría de conjuntos como bandera). Esta reforma educativa (Programas Renovados) tomó como modelo la teoría sobre los estadios evolutivos para estructurar la Educación General Básica en ciclos. Las descripciones que el autor de esta teoría, Jean Piaget, realiza sobre el modo de pensar de los niños, se utilizan con frecuencia en las instrucciones de las «Enseñanzas Mínimas» promulgadas para las áreas básicas. Como su propio autor reconoce, no versa sobre el aprendizaje; sus principios se dirigen hacia el desarrollo evolutivo intelectual y se halla en el plano del constructivismo psicológico. Este marco teórico ha versado sobre los modelos de aprendizaje que orientan las estrategias concretas empleadas en situaciones de aula. Por tanto, destacamos de la «teoría genética» de Piaget y colaboradores, lo concerniente a la fundamentación de los procesos de cambio, la formulación estructural del desarrollo operatorio y su elaboración posterior sobre las estrategias cognitivas y los procedimientos de resolución de problemas.

Con la reforma LOGSE de 1990, el gobierno del Partido Socialista quería promover un cambio en consonancia con las transformaciones sociales, culturales y políticas de nuestro país. Las Comunidades Autónomas requieren mayor protagonismo en la educación, y en otros ámbitos, y eso provocará un cambio de intenciones en la política educativa de España. En el área de la Matemáticas desaparece del currículo la famosa “Teoría de Conjuntos” y comienza a darse importancia a la Geometría, tan denostada en otros tiempos a veces, simplemente, porque aparecía al final de los libros de texto. Las fracciones retrasan su aparición hasta cursos posteriores de la Primaria; bien es cierto que es un contenido propio de la educación secundaria, cuando las estructuras mentales ya están preparadas para afrontarlo.

La reforma de los noventa apuesta por un nuevo sistema refrendado desde la teoría del «aprendizaje significativo», desarrollada sobre la idea del factor más importante que condiciona el aprendizaje, los conocimientos previos que un individuo posee. Aunque ha sido la de mayor peso específico, esta teoría no fue la única que sirvió como marco de referencia del currículum escolar de la LOGSE. La tradición piagetiana posee un fuerte arraigo y otras corrientes como la de Vigotsky, con su «teoría del origen sociocultural de los procesos psicológicos superiores», o la «teoría de la asimilación» de Ausubel y Mayer, o la «teoría de los esquemas» de Anderson, Norman, Minsky y otros, han aportado enfoques cognitivos cuyos principios básicos se reflejan en la forma de concretar el currículum.

Con la reforma LOCE de 2002, el gobierno del Partido Popular decide primar la cultura del esfuerzo, carente en el anterior sistema educativo según resultados y valoraciones realizadas, y se modifican aspectos como la promoción entre cursos y niveles. De las Matemáticas de esta reforma un detalle mínimo. El equipo encargado de diseñar el currículo pretendía incluir la Lógica Matemática como contenido de Educación Primaria. Los técnicos ministeriales lo desecharon, aduciendo razones políticas: las autonomías se podían negar. No obstante, manifestaban que si otro país diseñara su currículo de matemáticas con este aspecto tan importante de las mismas, es probable que se incluyera.

### **Desarrollo curricular de las matemáticas en las reformas de los últimos años en España**

En los últimos años, las reformas educativas han ido variando el currículo conforme a razones de distinta índole. En el cuadro siguiente observamos cuáles han sido los cambios -algunos

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**  
verdaderamente significativos-, que se han producido.

No pretendemos entrar en valoraciones sobre el por qué de unos cambios sobre otros; los comentarios que aparecen, denominados genéricamente “notas características”, provienen de publicaciones contrastadas y, por supuesto, consultadas.

<b>BLOQUES TEMÁTICOS DE MATEMÁTICAS</b>			
<b>Educación General Básica</b>		<b>Educación Primaria</b>	
<b>Orientaciones Pedagógicas 1970</b>	<b>Programas Renovados 1980</b>	<b>Diseño Curricular Base 1990</b>	<b>Ley de Calidad (LOCE) 2002</b>
CONJUNTOS NUMERACIÓN OPERACIONES MEDIDA GEOMETRÍA Y TOPOLOGÍA	CONJUNTOS Y RELACIONES CONJUNTOS NUMÉRICOS MAGNITUDES Y MEDIDAS TOPOLOGÍA Y GEOMETRÍA	NÚMEROS OPERACIONES LA MEDIDA FORMAS GEOMÉTRICAS Y SITUACIÓN EN EL ESPACIO ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	ARITMÉTICA Y MEDIDA GEOMETRÍA REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

**Notas características de 1970**

Se da una fuerte carga de la llamada “Matemática moderna”. Una de las funciones fundamentales era ordenar los conocimientos y crear estructuras formales que los recojan. Estos presupuestos se relacionan con la concepción estructuralista basada en la Teoría de Conjuntos a la que, a veces, dan ganas de renombrarla, desde la distancia, como “Tiranía de Conjuntos”.

El álgebra desplazó a la geometría y, eso, vacío de contenidos y de problemas interesantes la matemática elemental, y de intuición espacial a los alumnos de entonces.

Las distintas evaluaciones realizadas deparan estos resultados:

**Curso 73-74**

En el elevado porcentaje de evaluaciones negativas destaca, especialmente, el área de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza, responsable del mayor porcentaje de alumnos calificados negativamente, tanto en junio como en septiembre.

Preocupa el dato de que 20 de cada 100 alumnos matriculados al comenzar el curso pasarían al nivel siguiente con el área de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza por recuperar, sin considerar a los no presentados a recuperación en septiembre.

Los comentarios que aparecen en la evaluación respecto a los resultados alcanzados en las áreas son los siguientes: Lengua muy aceptables, incluso buenos; Matemáticas, ligeramente bajos; Ciencias Sociales, nivel aceptable; Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, ligeramente bajos; Idioma moderno, buenos.

**Curso 74-75**

Calificaciones negativas:

- Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza -----→ 40,58%

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Lengua -----→ 30,07%
- Idioma Moderno -----→ 26,98%
- Ciencias Sociales -----→ 25,39%

La justificación del MEC a estos resultados no deja de sorprender:

“El colectivo al que se le aplicó la prueba puede ser considerado, respecto de las posibilidades potenciales de aprendizaje, residual, porque los mejores alumnos del estrato cronológico al que pertenece se incorporó al bachillerato”.<sup>1</sup>

Ante este fragmento la pregunta que se nos ocurre es muy sencilla: ¿Los mejores alumnos son los que nacieron antes?

### Curso 75-76

Argumentan los efectos de la reforma educativa como factores no positivos sobre los alumnos que concluían en 1976 el 8º de EGB:

- Formaban un grupo de choque frente a todas las innovaciones. Da la sensación de que entonces se pretendía enfrentar a los alumnos a unos contenidos NO EXPERIMENTADOS (T. de Conjuntos) con anterioridad, de los que se desconocían sus efectos, pero de los que se padecieron sus consecuencias.
- Nunca dispusieron de texto y material para la enseñanza que cursaban.
- El profesorado vivió una época de profunda desorientación, debido a la urgencia con la que se implantaron los distintos niveles de EGB.

Como factores positivos se habla de:

- El haber estado incluido en un plan experimental que ha supuesto, en muchos casos, una fuerte motivación para el profesorado. Se contradice con lo que se decía anteriormente acerca de la desorientación del docente.
- Se menciona como algo positivo el hecho de que los alumnos han estado escolarizados en centros completos de EGB, aunque no contaran con medios extraordinarios.

### **Notas Características 1980**

Crítica: Los nuevos programas tienen poco de renovados (véase el cuadro y compárense los contenidos de 1970 y 1980).

En los documentos introductorios se habla de que en los primeros cursos de la EGB lo importante es iniciar un nuevo proceso de pensamiento; sin embargo el papel que se le otorga al razonamiento es mínimo.

La estructura cíclica (Ciclos Inicial, Medio y Superior) hace que se repitan contenidos de un curso para otro, pero a veces sin acompañarlo de un mayor grado de complejidad.

La Teoría -¿Tiranía?- de Conjuntos hace caer en una excesiva formalización. Lo ilustra la siguiente anécdota: “Niños de 6º de EGB que al preguntarle que es un conjunto lo identifican con el “redondel” y niegan, por ejemplo, que los árboles de Madrid formen un conjunto si no están rodeados por algo.

<sup>1</sup> - “Vida Escolar” Nº 177-178 marzo-abril de 1976: “La Educación General Básica, a examen. Evaluación de los resultados de la enseñanza” (Curso 73-74), página 21.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Sobre los sistemas de numeración decimal, sexagesimal y binario, ¿qué decir? Pues lo mejor, que a estas edades, nada de nada: sólo el decimal. La LOGSE hizo desaparecer del currículo a los otros dos.

La introducción del tema de fracciones: un medio, un cuarto, se debiera iniciar de una forma manipulativa y experimental, sin dar lugar a ninguna formalización ni generalización. La LOGSE obró también en consecuencia, retrasando el aprendizaje de estos conceptos

La Geometría se dejaba para el final. Así lo entendían las editoriales en los libros (eran los últimos temas) y así ocurría: muchas veces estos contenidos se daban al finalizar el curso o se posponían para el curso siguiente. La LOGSE acertó, y las editoriales también, subsanando este aspecto.

Con la línea marcada por el MEC parece verosímil que unos días se expliquen “conjuntos” y otros “cuentas”.

Pese a las declaraciones de principios lo cierto es que la teoría de conjuntos y la matemática tradicional ocupan sus puestos en los programas y, además, sin clara relación entre ellas.

En la introducción a los programas se habla de la “matematización de problemas de la vida real”, lo que a la larga se quedó en simple literatura.

Investigaciones como la nuestra<sup>2</sup> demuestran que los problemas se quedaban en la mera aplicación de un algoritmo (automatización de una rutina), lejos, muy lejos, de la búsqueda de estrategias de razonamiento.

La Estadística y la Probabilidad no se impartían ni en Ciclo Inicial ni en el Ciclo Medio.

### **Notas características de 1990**

La Evaluación de la Educación Primaria que se realizó desde el Instituto Nacional de Calidad y Evaluación (INCE) en 1999 arrojó resultados algo desalentadores. Para Matemáticas se presentó un informe con el título de “Fallos y dificultades de los alumnos en la prueba de Matemáticas” (Muestra: 562 centros / 10743 alumnos / 545 profesores). Creemos que lo escueto de la presentación puede resultar significativo:

Números y Operaciones... Más de la mitad de los alumnos manifiesta problemas con el sistema de numeración decimal, al menos con el valor de posición de un número.

También la mitad tienen dificultades para trabajar con números decimales.

Medida de magnitudes... Más del 60% tiene dificultades para transformar dos o tres unidades de medida diferentes en una sola y realizar posteriormente una operación sencilla de suma.

Más de la mitad tienen dificultades para resolver problemas en donde intervienen medidas de tiempo.

Geometría... La mitad de los alumnos tiene dificultades para resolver problemas relacionados con los elementos geométricos del plano. El 60% cuando se trata de elementos geométricos del espacio. El 75% no resuelven problemas de perímetros, áreas y volúmenes.

Organización de la información... Entre el 60% y el 70% de los alumnos han tenido dificultades

---

<sup>2</sup> SÁNCHEZ HUETE, J.C. (1998). Análisis de los libros de texto de Matemáticas del Ciclo Medio de la Educación General Básica. Tesis doctoral. Universidad Complutense, Facultad de Educación, Madrid.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

para resolver cuestiones sobre representaciones gráficas y cálculo de probabilidades.

Una de los aspectos que más nos ha llamado la atención de esta época es el tratamiento curricular que las distintas comunidades autónomas hacen de las Matemáticas:

### **Objetivos Generales de Educación Primaria referidos a Matemáticas**

- LOGSE RD 1006/1991, de 14 de Junio (BOE 26-6-1991), Artículo 13.
- ANDALUCÍA Decreto 105/92 de 9 de Junio de 1992, Artículo 4.
- CANARIAS Decreto 46/1993, de 26 de marzo (1993/044 - Viernes 09 de Abril de 1993). Artículo 4.
- GALICIA Decreto 245/1992, de 30 de Julio (DOG 158/92 de 14 de Agosto de 1992). Artículo 5.
- VALENCIA Decreto 20/1992, de 17 de febrero, Artículo 3.

b) Comunicarse a través de medios de expresión verbal, corporal, visual, plástica, musical y matemática, desarrollando el razonamiento lógico, verbal y matemático, así como la sensibilidad estética, la creatividad y la capacidad para disfrutar de las obras y manifestaciones artísticas.

d) Identificar y plantear interrogantes y problemas a partir de la experiencia diaria, utilizando tanto los conocimientos y los recursos materiales disponibles como la colaboración de otras personas para resolverlos de forma creativa.

c) Utilizar en la resolución de problemas sencillos los procedimientos oportunos para obtener la información pertinente y representarla mediante códigos, teniendo en cuenta las condiciones necesarias para su solución (ANDALUCÍA NO).

- CASTILLA LA MANCHA

c) Conocer y utilizar conceptos numéricos; automatizar las operaciones básicas; desarrollar el razonamiento para establecer relaciones; hacer representaciones gráficas y numéricas; y resolver problemas asociados a situaciones y experiencias reales.

- CATALUÑA decreto 95/1992, de 28 de abril (DOGC 1593/92 de 13 de mayo de 1992), Artículo 2.

2.11 Emplear los conceptos y las relaciones matemáticas elementales y dominar las operaciones básicas a fin de representar e interpretar el espacio, las situaciones y las experiencias, mediante lenguaje matemático. 2.14 Aplicar los conocimientos adquiridos para resolver de forma creativa problemas diversos, con los recursos apropiados y conocidos.

### **Notas características de 2002**

LEY CALIDAD. Mayo 2002. Artículo 14.

1. La finalidad de la Educación Primaria es facilitar a los alumnos los aprendizajes de la expresión oral, la lectura, la escritura, el cálculo, la adquisición de nociones básicas de la cultura, y el hábito de convivencia así como los de estudio y trabajo, con el fin de prepararlos para cursar con aprovechamiento la Educación Secundaria Obligatoria.

2. La Educación Primaria contribuirá a desarrollar en los alumnos las siguientes capacidades:

f) Iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones.

Aún es pronto para decidir si el primar la cultura del esfuerzo supondrá mejores resultados. Las modificaciones introducidas por esta nueva ley no se podrán valorar hasta dentro de un lustro, al menos. Esperamos y deseamos, que las Matemáticas de está reforma se hayan diseñado de forma que los alumnos superen los inconvenientes detectados en otros currículos.

### CONCLUSIONES, NO. Sólo una conclusión:

***La única educación eterna es ésta: estar lo bastante seguro de una cosa como para decírsela a un niño.*** (Gilbert K. Chesterton)

### Bibliografía

- ARRIETA GALLASTEGUI, J. (1985). ¿Contrarreforma en la enseñanza de las Matemáticas? En *Andecha Pedagógica*, 15-16, 18-25.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1970). Orden Ministerial de 2 de diciembre de 1970, que publica las Orientaciones Pedagógicas para la Educación General Básica. B.O.E. de 8 de diciembre.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1981). Real Decreto 69/1981 de 9 de enero de Ordenación de la Educación General Básica y fijación de las Enseñanzas Mínimas del Ciclo Inicial. B.O.E. de 17 de enero.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1982). Real Decreto 710/1982 de 12 de febrero por el que se fijan las Enseñanzas Mínimas para el Ciclo Medio de la Educación General Básica. B.O.E. de 15 de abril.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1982). Orden Ministerial de 6 de mayo de 1982, que regula las Enseñanzas Mínimas del Ciclo Medio. B.O.E. de 14 de mayo.
- COCKCROFT, W. H. (1985). *Las matemáticas sí cuentan*. Informe Cockcroft. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Servicio de Publicaciones.
- CUADERNOS DE PEDAGOGÍA (1982). Evaluación de la Educación Primaria 1999. nº 93.
- ESCUELA ESPAÑOLA (1985). *Programas Renovados de la Educación General Básica. Ciclo Superior*. Madrid: Escuela Española.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN (2001). “Fallos y dificultades de los alumnos en la prueba de Matemáticas”. Madrid: INCE.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA. (1972). *Ley General de Educación y disposiciones complementarias*. Madrid: MEC y BOE.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA. (1985). *La enseñanza de la matemática a debate*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA. (1992). *Área de Matemáticas. Primaria*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- SÁNCHEZ HUETE, J.C. (1998). *Análisis de los libros de texto de Matemáticas del Ciclo Medio de la Educación General Básica*. Tesis doctoral. Universidad Complutense, Facultad de Educación, Madrid.
- SÁNCHEZ HUETE, J. C. y FERNÁNDEZ BRAVO, J.A. (2003) *La enseñanza de la Matemática. Fundamentos teóricos y bases psicopedagógicas*. Madrid: CCS.
- THOM, R. (1978b). *Matemáticas modernas y matemáticas de siempre*. En J. Hernández (comp.), *La enseñanza de las matemáticas modernas* (pp. 140-155). Madrid: Alianza.
- VIDA ESCOLAR (1970-1971). *Educación General Básica. Nueva Orientación Pedagógica*. Nº 124-126.
- VIDA ESCOLAR (1976). *La Educación General Básica, a examen. Evaluación de los resultados de la enseñanza (curso 73-74)*. Nº 177-178.
- VIDA ESCOLAR (1980). *Programas Renovados. Documentos Base*. Nº 206.
- VIDA ESCOLAR (1982). *Programas Renovados del Ciclo Medio*. Nos 216-217.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- VILLAR PALASÍ, J. L. (1970-71). Orden de 2 de diciembre de 1970 por la que se aprueban las orientaciones pedagógicas para la Educación General Básica. En *Vida Escolar*, 124-126, 6.



### "DISEÑO DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN EDUCACIÓN PRIMARIA. TEMAS Y ORGANIZACIONES GRUPALES DE MAESTROS Y MAESTRAS EN FORMACIÓN"

Por José María Etxabe Urbieto. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco.

#### Resumen

En esta comunicación se investigan los temas y la dinámica grupal empleada al diseñar secuencias didácticas para enseñar/aprender Ciencias de la Naturaleza en Educación. Para ello se solicitó al alumnado de 2º curso de la titulación de Maestro de la E. U. de Magisterio de Donostia que elaborase secuencias didácticas sobre diferentes aspectos temáticos de conocimiento del medio. El estudio se ha realizado para ambos grupos de alumnos y alumnas (grupo de euskara y grupo de castellano) a lo largo de tres promociones consecutivas de alumnos/as de los cursos académicos 2000/01, 2001/02 y 2002/03. Se han analizado los trabajos entregados y evaluados satisfactoriamente de 89 trabajos. Del total de trabajos analizados el 32.8% corresponde a equipos de 3 personas, 37.9% equipos de 2 personas y 29.3% a trabajos individuales. Del total de temas analizados el título de un 36.0% corresponde a temas interdisciplinarios. El 64% de los temas restantes corresponde con un tema disciplinar (muy ligado a una disciplina científica) Adoptando proporciones equilibradas para los temas interdisciplinarios, se obtienen las siguientes proporciones: 56.8% para Biología, 22.8% para Física, 12.2% para Geología y Astronomía y 8.2% para Química.

Asimismo las proporciones correspondientes a los ciclos elegidos por los alumnos/as ha sido 17.8% para el 1er ciclo, 35.6 para el 2º ciclo y 41.6% para el 3er ciclo. Normalmente prefieren trabajar en primer ciclo aquellos grupos con temas de Biología (18.8% en primer ciclo respecto al total de temas de Biología frente a un 6.7% respecto al total de Física). Los temas considerados como específicamente interdisciplinarios son trabajados de forma bastante equilibrada a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria (33.3%, 36.7% y 30.0% para el 1er, 2º y 3er ciclo).

#### 1. Planteamiento del problema

El diseño de secuencias o unidades didácticas para impulsar y favorecer un aprendizaje significativo de las Ciencias de la Naturaleza implica adoptar decisiones diversas. Una de las decisiones que habrá que adoptar será la delimitación del tema sobre el cual habrá que adecuar la elección de los contenidos escolares que se van a enseñar. Estos deberán corresponderse con las Ciencias de la Naturaleza, pero ¿en qué proporción solemos enseñar y qué factores influyen respecto a cada una de las disciplinas de las que se compone el área “conocimiento del medio físico y natural”?

#### 2. Antecedentes

Con anterioridad se han estudiado diferentes factores ligados a la transposición didáctica de los contenidos escolares de Ciencias de la Naturaleza. No sólo debemos pensar en enseñar Ciencia sino en educar a los futuros ciudadanos y ciudadanas en las Ciencias de la naturaleza. Ello implica que los alumnos y alumnas de Educación Primaria deberán formarse tanto para la realización y comprensión de actividades científicas como para que, asimismo forme parte de la cultura, es decir, alfabetización científica) de toda la población (Izquierdo 2000).

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

En los Diseños Curriculares Base (MEC 1992) las Ciencias de la Naturaleza y la Tecnología (además de las Ciencias Sociales) se encuentran englobadas en el área “Conocimiento del Medio”. Si partimos de la idea de “Medio” como el conjunto de elementos, sucesos, factores y/o procesos de diversa índole que tienen lugar en nuestro entorno (de las personas) así como nuestras acciones significativas que allí tienen lugar, nos damos cuenta de la amplitud y características (dinamicidad, interdisciplinariedad, complejidad,...) del concepto medio que es al área en el que nos estamos centrando en la presente investigación. Una de las primeras ideas ligadas con la proporción disciplinar de las Ciencias de la Naturaleza, que se enseñan a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria, debe estar ligada...

- Con las claves para la interpretación / análisis / investigación como con los instrumentos cognitivos para comprender el medio.
- Con el punto de partida de la experiencia global de los alumnos y alumnas y como referente constante, introduciendo progresivamente aproximaciones cada vez más segmentadas y más metódicas (rigurosas), recuperando la perspectiva interdisciplinar a través de esta progresión analítica, accediendo a la diversidad y complejidad de la realidad de los procesos que tienen lugar en el medio (universo) respecto a la subjetividad del pensamiento, y, elaborando conceptos más complejos desde el enriquecimiento y profundización de las experiencias personales.

**Cuadro 1. Secuenciación de contenidos conceptuales a lo largo de la Educación Primaria.**

Primer Ciclo de E. P.	Segundo Ciclo de E. P.	Tercer Ciclo de E. P.
Sistema de referencia egocéntrico / Domocéntrico	Elementos de los paisajes (entornos) cercanos. Elementos del medio.	Percepción y representación de objetos del medio en el plano.
Situaciones problemáticas para investigar el medio.	Interacciones y cambios (causas) de los cambios en el entorno cercano.	Sistema solar. Componentes y dinamicidad. Causas.
Nociones espaciales desde el entorno cercano (deformaciones en la percepción del espacio).	Estructuración del espacio en mapas y planos.	Cambios y evolución en sistemas físicos y naturales. Cambios en sistemas biológicos y relaciones de covariación.
Conocimiento de aparatos y objetos del entorno.	Dinamicidad de los fenómenos físicos y naturales.	Complejidad progresiva de los significados. Conceptos absolutos y relativos. Influencia de los significados cotidianos. Regularidades: definiciones.
Animales, plantas y objetos inertes. Del medio físico al medio natural. Complejidad del medio social.	Conocimiento más analítico de máquinas, aparatos, materiales constituyentes,...	Acción humana sobre los elementos del medio. Infraestructuras, medios de comunicación y aparatos que circulan sobre ellas.
Elementos del medio físico: agua, aire, suelo, rocas, materiales,...	Evolución de los cambios que se producen en el medio físico y natural, tanto en objetos inertes como en los seres vivos.	Construcción de máquinas y operadores tecnológicos.
Componentes del cuerpo humano.	Seres vivos. Características para diferenciar y clasificar.	Procesos científicos.
Cambios en el medio físico y natural	Cuerpo humano. Funciones. Anatomía de aparatos del cuerpo humano.	Sociedad de consumo.
Conservación del medio y patrimonio cultural.	Asimilación del tiempo (siglo)	Asimilación temporal (varios siglos).
Asimilación del tiempo (años vividos)		

Estas ideas aplicándolas a los conceptos de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología nos llevan a la secuenciación de estos contenidos ciclo a ciclo.

Estos contenidos conceptuales mencionados en el DCB pueden correlacionarse con las siguientes disciplinas científicas diferenciadas: Física, Química, Biología, Geología, Astronomía y Tecnología. Habitualmente en los libros escolares los temas no se suelen diferenciar desde esta perspectiva sino desde el punto de vista del medio físico y natural.

### 3. Diseño Experimental

Se han investigado los temas y la dinámica grupal empleada al diseñar secuencias didácticas utilizadas para enseñar/aprender Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. Para ello se solicitó al alumnado de 2º curso de la titulación de Maestro de la E.

U. de Magisterio de Donostia / San Sebastián que elaborase secuencias didácticas sobre diferentes aspectos temáticos de conocimiento del medio.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

El estudio se ha realizado para ambos grupos de alumnos y alumnas (grupo de euskara y grupo de castellano) a lo largo de tres promociones consecutivas de alumnos y alumnas de los cursos académicos 2000/01, 2001/02 y 2002/03. Se han analizado los trabajos entregados y evaluados satisfactoriamente de 89 trabajos.

Asimismo se han analizado los temas insertados en los libros escolares de diferentes editoriales y de diferentes años de publicación para correlacionarlos con los temas elegidos por los alumnos y alumnas de la Escuela Universitaria de Magisterio. Del mismo modo que en los libros escolares se tiende a no repetir un mismo tema, se ha tratado de que los alumnos y alumnas del Título de Maestro Educación Especial tampoco repitieran los temas.

### 4. Resultados obtenidos y discusión respecto a los temas elegidos por alumnos y alumnas de la titulación de maestro.

#### 4.1. Resultados y discusión respecto a la composición de los equipos.

Del total de trabajos analizados el 32.8% corresponde a equipos de 3 personas, 37.9% equipos de 2 personas y 29.3% a trabajos individuales. Estos datos se expresan en la figura 1.

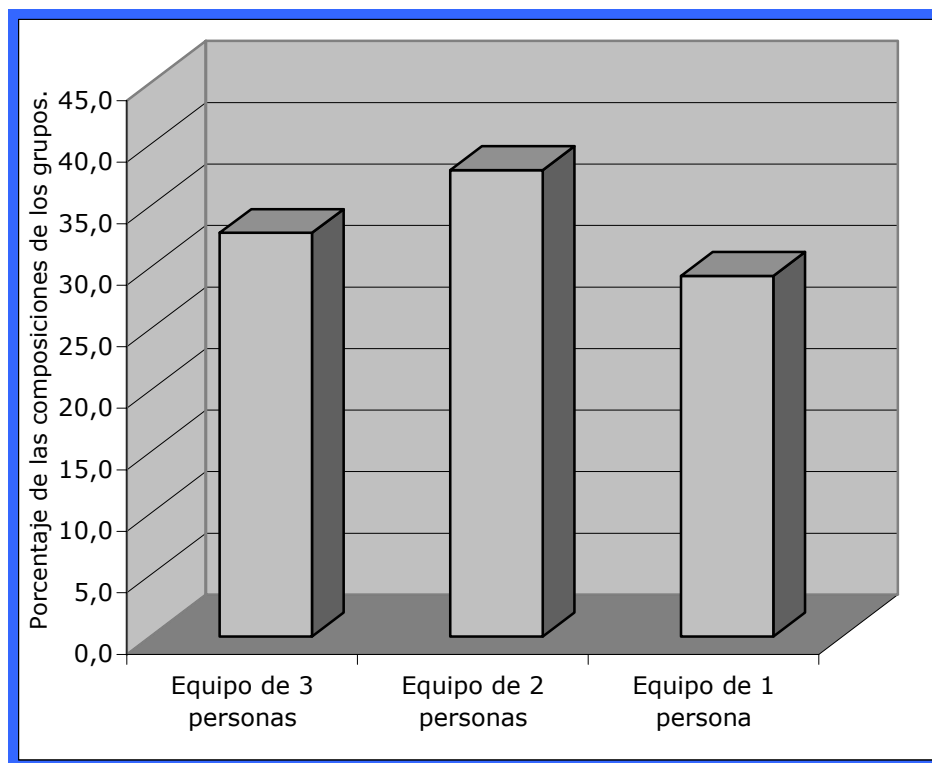


Figura 1. Porcentaje de las composiciones de los grupos.

Si bien se aconseja a los alumnos y alumnas a que formen grupos de tres personas, estos eligen en un 67.2 % grupos de 1 persona y grupos de 2 personas. Se pretende que se inicien en la labor colectiva de diseño de actividades de los maestros y maestras, que se planteen el problema de la secuenciación específica de contenidos en cada uno de los ciclos y que cada equipo trabaje sobre un tema diferente (número limitado de temas). Sin embargo el resultado obtenido no es el pretendido. Las causas van desde la escasa asistencia a clase (gran número de alumnos y alumnas que trabaja y que no puede asistir a clase así como gran número de titulados), problemas personales entre los propios alumnos y alumnas (problemática ligada a las relaciones interpersonales en el aula), funcionamiento como grupos heterogéneos y no como verdaderos equipos, diferente procedencia de los alumnos y alumnas de modo que difícilmente disponen de tiempo para trabajar en equipo, características iniciales diferentes de





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

los alumnos y alumnas (procedencia de bachillerato, formación profesional, titulados, mayores de 25 años, alumnos y alumnas con necesidades educativas especiales,...), ... Este gran número de equipos por curso implicará la repetición de algún tema así como la elección de prácticamente todos los propuestos así como la búsqueda o propuesta de nuevos temas.

### 4.2. Resultados experimentales y discusión respecto a la disciplinariedad de los temas elegidos por alumnos y alumnas de las titulaciones de maestro.

Del total de temas analizados el título de un 36.0% corresponde a temas interdisciplinares. El 64% de los temas restantes corresponde con un tema disciplinar (muy ligado a una disciplina científica) Adoptando proporciones equilibradas para los temas interdisciplinares, se obtienen las siguientes proporciones: 56.8% para Biología, 22.8% para Física y Tecnología, 12.2% para Geología y Astronomía y 8.2% para Química.

Estos datos se han representado en la figura 2. Se constata el elevado deseo en la utilización de los temas de Biología (Martínez Losada, C. y García Barros, S., 2003). Al repartir los temas los alumnos y alumnas prefieren trabajar temas de Biología; de hecho suelen ser los primeros en desaparecer de la lista ofrecida. Asimismo, habida cuenta de que en los temas interdisciplinares se suelen trabajar conceptos de Biología, se constata una elevada elección de temas catalogados como interdisciplinares (36%), muy superiores al porcentaje de Física y Tecnología, Geología y Astronomía y Química.

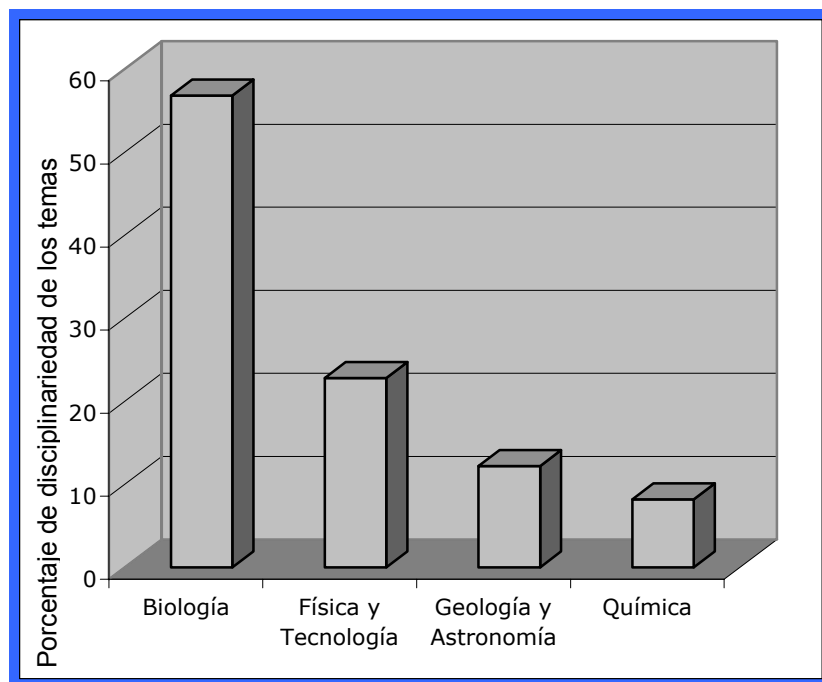


Figura 2. Porcentaje de disciplinariedad de los temas elegidos por alumnos y alumnas de las titulaciones de maestro.

### 4.3. Resultados experimentales y discusión respecto a los temas elegidos por alumnos y alumnas de las titulaciones de maestro en diferentes ciclos de Educación Primaria.

Asimismo las proporciones correspondientes a los ciclos elegidos por los alumnos y alumnas ha sido 17.8% para el 1º ciclo, 35.6 para el 2º ciclo y 41.6% para el 3º ciclo. Normalmente prefieren trabajar en primer ciclo aquellos grupos con temas de Biología (18.8% en primer ciclo respecto al total de temas de Biología frente a un 6.7% respecto al total de Física). Los temas considerados como específicamente interdisciplinares son trabajados de forma bastante



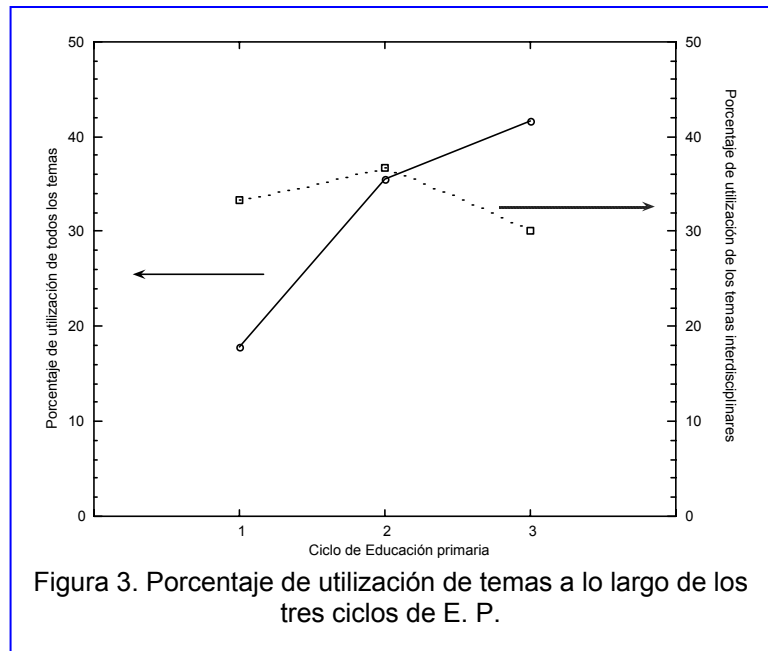




## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

equilibrada a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria (33.3%, 36.7% y 30.0% para el 1<sup>er</sup>, 2º y 3<sup>er</sup> ciclo).

En la figura 3 se representa el empleo de los ciclos elegidos por los alumnos y alumnas de los títulos de maestro. Se constata una utilización equilibrada de los tres ciclos para los temas interdisciplinarios, si bien en los temas disciplinares existe cierto temor a la ausencia de contenidos conceptuales para trabajar en primer ciclo de Educación Primaria. Además llama la atención el diferente comportamiento observado entre el primer y tercer ciclo; mientras que en el primer ciclo domina el empleo y elección de temas de carácter interdisciplinar, en el tercer ciclo es mayoritaria la utilización de temas disciplinares. El comportamiento es análogo en el segundo ciclo.



Se constata en el aula y en las sesiones de tutoría, la dificultad de realizar transposiciones didácticas de los contenidos conceptuales al primer ciclo de Educación Primaria. Ello suele solventarse enfocando los temas de Física desde la perspectiva de temas de Tecnología (objetos que funcionan realizados por los seres humanos y su relación con personas de la vida cotidiana) y desde la perspectiva de normas de higiene y salud y anatomía (temas de Biología). Se constata que prefieren en primer ciclo temas de Biología. Seguramente se

deberá a cercanía, facilidad previa, motivación e interés de los temas de Biología respecto a otras disciplinas y al carácter descriptivo de la Biología. No se dan cuenta de la enorme complejidad del estudio de los sistemas biológicos y de la importancia de otros temas que fomentan en mayor medida el desarrollo cognitivo. Hay que constatar que los equipos cuyos temas se corresponden con la Geología y la Astronomía suelen ser equipos de 3 personas, señalando en las sesiones de tutoría mayores dificultades previas para el 1<sup>er</sup>. ciclo; esta circunstancia se produce en menor medida para otros equipos con temas del ámbito de la Biología o interdisciplinarios. Los equipos cuyos contenidos están ligados a movimientos y características del sol, tierra y luna reconocen dificultades para superar el enfoque geocéntrico-egocéntrico una vez que comienzan a trabajar (con posterioridad a la elección del tema y del ciclo). Les cuesta comprender el error conceptual que se comete y los riesgos que puede acarrear desde la asimilación de dichos conceptos por parte de estos alumnos. Les cuesta comprender que no todos los temas se pueden profundizar del mismo modo en los tres ciclos de Educación Primaria, es decir, que diferentes temas poseen demandas conceptuales diferentes. Se dan cuenta de que en las Ciencias de la Naturaleza los alumnos y alumnas van formalizando progresivamente modelos teóricos.

### 4.4. Resultados experimentales y discusión respecto a los temas elegidos por los libros de texto y Diseños Curriculares Base del MEC y CAV.

La diferente proporción entre la utilización de diferentes disciplinas en los libros escolares y los Diseños Curriculares Base proporciona una información bastante coincidente tanto cualitativa como cuantitativa respecto a los resultados señalados en los apartados 4.1 y 4.2. Se constata una presencia muy superior de temas de Biología (45%) en ambos casos. Los temas de Física se emplean en un 20% aproximadamente, con una presencia más importante en tercer ciclo

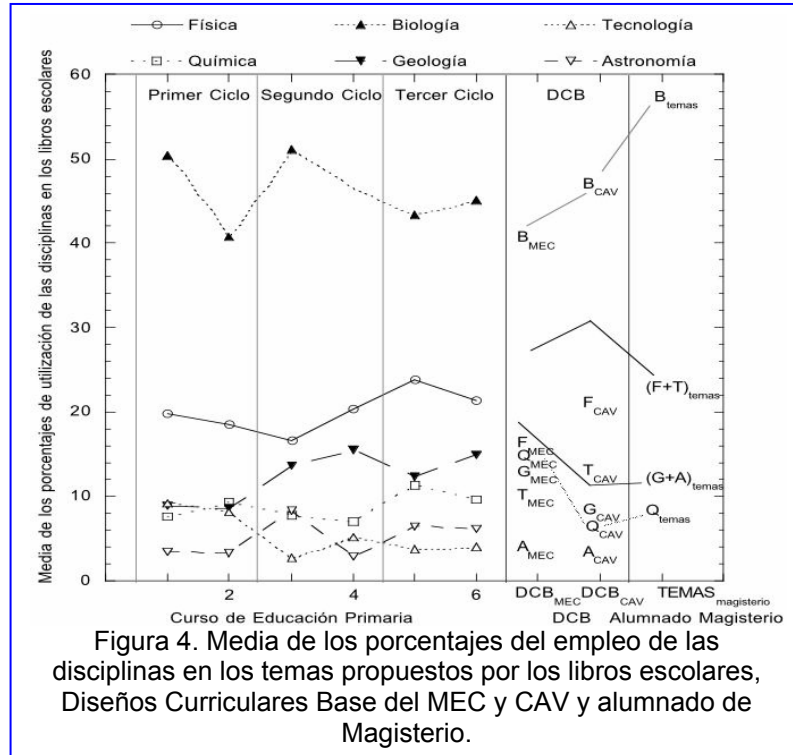
## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

que en los dos ciclos anteriores. Los temas de Geología (14%) y Química (11%) se proponen en 2º y 3º ciclo principalmente (10% en 1º ciclo). La Tecnología se manifiesta en temas de 1º ciclo (temas concretos) en mayor medida (9%) que en 2º y 3º ciclo (4%). Los temas de Astronomía se proponen de forma bastante similar, de forma ligeramente superior en 2º y 3º ciclo (8%) que en 1º ciclo (4%).



Los datos representados en la figura 4 señalan que el empleo de las Disciplinas en los libros escolares es análogo a la propuesta de los Diseños Curriculares Base, quizás la Tecnología se propone de modo ligeramente superior y la Astronomía ligeramente inferior en la propuesta de los Diseños Curriculares Base. Los alumnos y alumnas de 2º curso de Magisterio eligen preferentemente temas de Biología, mientras que eligen en menor medida temas de Física. En el resto de las disciplinas las diferencias son mínimas (empleo ligeramente inferior en Geología y empleo similar en Química y Astronomía).

Realizando un ajuste lineal se obtiene una tendencia acerca de la disciplina que se utilice en mayor medida en cursos anteriores a Educación Primaria. Suponiendo un comportamiento lineal la disciplina más utilizada sería Biología (48.6), con una utilización muy superior a Física (17.4), Tecnología (9.12), Geología (8.03), Química (7.33) y Astronomía (3.38).

Realizando el mismo ajuste podemos obtener la tendencia a lo largo de toda la Educación Primaria y una hipótesis acerca del inicio en Educación Secundaria. Suponiendo dicho comportamiento lineal la utilización más creciente a lo largo de la Educación Primaria se correspondería con la siguiente ordenación: Geología (1.23), Física (0.77), Astronomía (0.49) y Química (0.43). Por el contrario la utilización decreciente correspondería a Tecnología (-1.04) y Biología (-0.69).

### 5. Discusión y reflexiones.

El problema que hemos planteado en esta investigación didáctica ha sido el siguiente: ¿Por qué los alumnos y alumnas de las titulaciones de maestro tienden a elegir en mayor medida unos temas (conceptos) pertenecientes a unas disciplinas en detrimento de otras disciplinas?

A través de los resultados obtenidos se han tratado de analizar y comparar diferentes respuestas:

- 5.1. Debido a las características, estudios previos, práctica escolar o formación ambiental previa, percepción acerca de la facilidad de unas disciplinas, percepción de los alumnos y alumnas acerca de las características de dichas disciplinas, sus ideas sobre la enseñanza de dichos temas en Educación Primaria (sus ideas sobre la aplicabilidad práctica escolar), su motivación o interés sobre dichos temas,...





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Según lo expuesto en el Cuadro 1, en esta asignatura, se trata de que superen la visión obtenida en las figuras 2 y 4, es decir, los sistemas biológicos son tremendamente complejos de modo que la enseñanza puede partir de contenidos del medio físico para avanzar hacia el medio natural. Para estudiar muchos conceptos del medio natural deben abordarse previamente conceptos del medio físico.

- 5.2. Debido a la disciplina. Al poseer la Biología características más descriptivas y menos cognitivas que la Física la tendencia espontánea obtenida en las figuras 2 y 4 señalan que los alumnos y alumnas de 2º curso de magisterio prefieren elegir temas de Biología para trabajar las Ciencias de la Naturaleza. El enfoque en primer ciclo es más interdisciplinar que en tercer ciclo (figura 3).
- 5.3. Debido a los libros escolares y a los Diseños Curriculares Base. Los resultados obtenidos son bastante coincidentes y denotan un uso preferencial de la Biología en la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. La figura 4 señala que la disposición temático-conceptual de los libros escolares influye enormemente en las concepciones de maestros en formación al diseñar secuencias didácticas.

Las tendencias obtenidas se esquematizan la visión de la poco adecuada y muy cuestionable figura 5 que refleja la influencia de los libros escolares. Estos resultados están en desacuerdo con las ideas esbozadas en la discusión y en el cuadro 2.

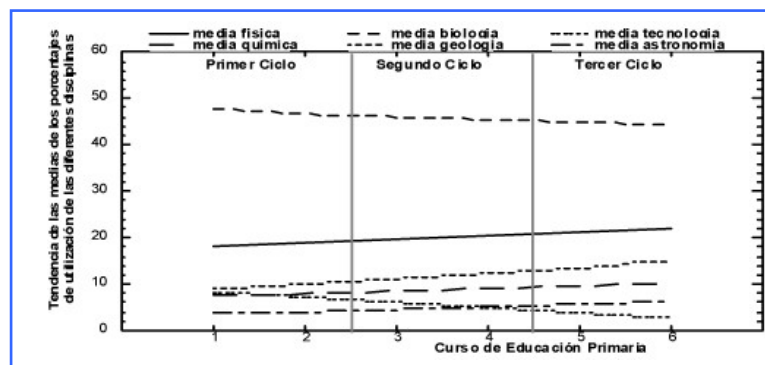


Figura 5. Tendencias en la utilización de las disciplinas a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria

- 5.4. Debido a la tradición o a la práctica escolar. Si nuestra práctica escolar ha sido, y además percibimos que está sesgada hacia la Biología, nos parece que hay que comenzar por el estudio de los seres vivos (cambios e interacciones biológicas) y no por los cambios físicos. El empleo de diferentes estrategias metodológicas y el aprendizaje habitual de modelos abstractos en la Física puede influir en los temas elegidos como adecuados para trabajar y profundizar en los diferentes ciclos de Educación Primaria. El empleo del método de resolución de problemas así como los cálculos matemáticos y la aplicación de leyes físicas implica que los alumnos y alumnas piensen que la Física es más adecuada para Educación Secundaria y la Biología más adecuada para Educación Primaria. Esta idea la podemos obtener a partir de la interpretación realizada a la figura 4.
- 5.5. Debido a las concepciones sobre el aprendizaje científico. Los alumnos y alumnas de Magisterio consideran que el aprendizaje de los conceptos biológicos es más sencillo y que puede conllevar a cometer un menor número de errores conceptuales. Asimismo pueden considerar que los alumnos y alumnas de Educación Primaria se motivan con mayor facilidad en el estudio de conceptos Biológicos y Geológicos que con los conceptos Físicos y Químicos. Esta idea la podemos obtener a partir de la interpretación realizada a la figura 4.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

De todas formas en la actualidad los maestros y maestras con experiencia conceden importancia para su labor profesional (perfil del maestro/ a) a mayor medida la presencia de las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación), los movimientos migratorios (presencia de inmigrantes), cambios en la estructuración de las familias y cambios en los valores. Ello indica que las preocupaciones docentes se hallan en nuevas situaciones sociales más que en la reflexión a los contenidos a enseñar o en la reflexión sobre las consecuencias del avance en las disciplinas (Aierza M. y equipo de la E. U. Magisterio de Donostia 2003).

Todo ello nos lleva a dudar la conveniencia de que las reformas educativas propongan de forma semiabierta contenidos mínimos a enseñar, o que, los libros escolares propongan una única forma de enseñar (contenidos cerrados).

### Síntesis y Conclusión.

Al diseñar las secuencias didácticas (trabajo dirigido obligatorio en 2º curso de la Diplomatura de Maestro) los alumnos y alumnas, individualmente o formando equipos de 2 y 3 personas, de las titulaciones de maestro tienden a elegir en mayor medida unos temas (conceptos) pertenecientes a unas disciplinas, principalmente Biología, en detrimento de las otras disciplinas. Diferentes motivos influyen en el empleo preferencial de la Biología (sobre todo en primer ciclo trabajando temas específicos e interdisciplinares) entre los cuales se subrayan las influencias de los Libros Escolares de diferentes editoriales así como las propuestas de los Diseños Curriculares Base así como de la imagen generada de dichas disciplinas en la enseñanza obligatoria. Asimismo en el primer ciclo se tienden a incluir contenidos ligados a la Tecnología (de forma interdisciplinar) y a las actividades cotidianas, se tiende a trabajar temas de Astronomía (ámbito temático complejo), la Química y la Geología se trabajan en menor medida (de modo interdisciplinar), mientras que temas de Física se amplían en el tercer ciclo.

### Bibliografía

- Aierza M., Bernarás E., Bujan K., De las Cuevas C., Elizalde L.M., Ellakuria P., Elosegí K., Etxabe J.M., Genbelzu J. y Gondat L. (2003). Maisu-Maistren Profilen inguruko ikerketa. Equipo de calidad de la Escuela Universitaria de Magisterio de Donostia. Universidad del País Vasco. Michelena Artes Gráficas. Astigarraga.
- Izquierdo, M. en Perales, F.J. y Cañal, P. (2000). Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias. Editorial Marfil. Alcoy.
- Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2003). Las actividades de Primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), 243-263.
- Ministerio de Educación y Ciencia (1992). Área Conocimiento del Medio. Educación Primaria. Secretaría de Estado de Educación. Madrid.
- Libros de texto de las editoriales ALAMBRA LONGMAN, ANAYA, EDEBE, ELKARGIE, EREIN, IBAIZABAL, SM y SANTILLANA.



### “LA ESCASA CIENCIA EN ALGUNOS TEXTOS DE EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA.”

Ana Vega Navarro. Universidad de La Laguna

En los últimos años el análisis de los contenidos y de las imágenes de los libros de texto se ha revelado especialmente interesante para poner al descubierto parte del currículum oculto que orienta la acción educativa. Sin embargo, son todavía escasos los trabajos que analizan o cuestionan los contenidos científicos que transmiten los libros escolares de ciencias. En esta comunicación quiero de nuevo llamar la atención sobre los grandes errores conceptuales que en el ámbito de la astronomía y de las ciencias de la Tierra contienen nuestros libros de Educación Infantil y de Primaria. Errores que los enseñantes debemos exigir que desaparezcan de los libros de texto que utiliza el alumnado en nuestras aulas.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación” Introducción

Asimilar, comprender e interiorizar que la Tierra es esférica y tiene movimiento no es tarea fácil. De ahí que para explicar esos conceptos los niños y las niñas señalen diferentes ideas que frecuentemente se interfieren y se mezclan con otras nociones, originando gran variedad de ideas alternativas (Nussbaum y Novack, 1976; Mali y Howe, 1979; Nussbaum, 1979; Baxter, 1989; Vosniadou y Brewer, 1992; Arnold, Sarge y Worrall, 1995; Sharp, 1996; Samarapungavan et al., 1996).

Otras investigaciones han mostrado las dificultades para comprender las fases lunares (Stahly, Krockover y Shepardson, 1999; Barnett y Morran, 2002), el ciclo día-noche (Klein, 1982; Vosniadou y Brewer, 1994; Valanides et al., 2000; Vega, 2002) y las variopintas ideas sobre las estaciones (Jones, Lynch y Reesink, 1987; Baxter, 1989; Schoon, 1992; Gould, Willard y Pompea, 2000; Roald y Mikalsen, 2001).

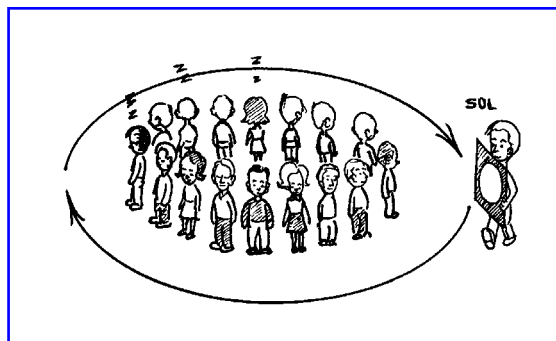
Se han propuesto diferentes estrategias e intervenciones educativas, cuyos resultados parecen indicar que un tratamiento didáctico de los conceptos clave relacionados con la Tierra puede ser efectivo, incluso con niños pequeños (Sneider y Ohadi, 1998; Sharp, 1999; Bar, Evry y Zinn, 2000; Valanides et al., 2000; Diakidoy y Kendeou, 2001; Vega, 2002). No obstante, debe tenerse en cuenta que también Kikas (1998) obtuvo buenos resultados, que se mantenían dos meses después de las actividades y las explicaciones, y sin embargo, al cabo de cuatro años, volvían a defenderse de nuevo ideas y explicaciones inadecuadas, como si nunca hubieran entendido y asimilado lo que se les había enseñado.

Las ideas alternativas en relación con los fenómenos relacionados con el sistema Tierra-Sol-Luna no son patrimonio exclusivo de los niños y de las niñas: también están presentes en las mentes de las personas adultas, incluyendo a los estudiantes de magisterio y al profesorado en ejercicio (Jones, 1988; Camino, 1995; Ojala, 1992; Mant y Summers, 1993; Atwood y Atwood, 1995, 1996; Schoon, 1995; Navarrete, 1998, 2003; Parker y Heywood, 1998; Vega, 2001, 2002).

Los datos parecen señalar que las escuelas contribuyen poco al conocimiento astronómico, ya que el alumnado no hace sino reproducir las ideas no científicas que mantienen los que son o serán sus profesores. En ese sentido, parece más que apremiante promover una mejor formación científica del profesorado, para lo que puede ser suficiente un breve tiempo de instrucción (Atwood y Atwood, 1997; Schoon y Boone, 1998; Trundle, Atwood y Christopher, 2002; Navarrete, 2003).

Algunos autores observaron en su día que muchos errores conceptuales podían derivar de engañosas representaciones mentales causadas por las ilustraciones de los libros de texto (Ojala, 1992; Vega, 1996; Lucas y Cohen, 1999). Sin embargo, las incoherentes imágenes persisten (Martínez-Peña y Gil-Quilez, 2001; Vega, 2002), por lo que no parece que esté de más volver a plantear la cuestión.

### El Sol en movimiento alrededor de la Tierra estática



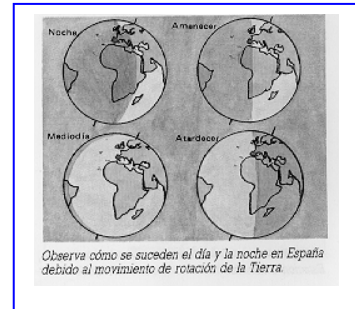
Las explicaciones infantiles sobre el día y la noche hacen que unas veces el Sol desaparezca cuando llegan para taparlo las nubes o la Luna; otras es el Sol quien se desplaza para situarse detrás de las nubes y de la Luna, o para esconderse en el cielo, detrás de las montañas o en el mar. Y con frecuencia se hace girar al Sol cada día en torno a la Tierra. Aunque no son muy frecuentes, los diseñadores y dibujantes nos presentan en los libros alguna que otra imagen del Sol desplazándose alrededor de la



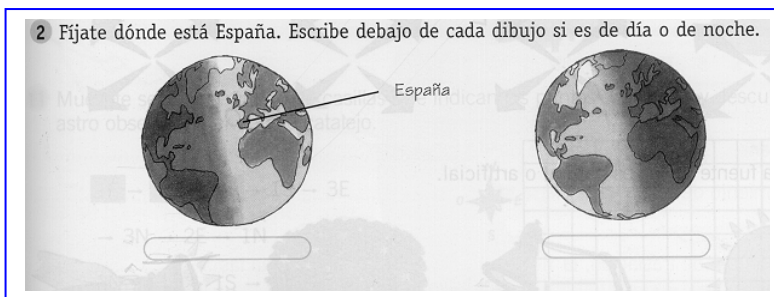


## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Tierra, como la propuesta por Sam Ed Brown para que los niños de preescolar asimilen jugando las diferencias entre el día y la noche. El juego se explica así: “que los niños se pongan en círculo dándose la espalda simbolizando la Tierra. Asignar a uno de los niños el papel de Sol, que lleva un círculo amarillo hecho con cartulina. El Sol caminará muy despacio alrededor del círculo”.



Las imágenes de otros libros no son tan explícitas y rotundas. Pero muchos dibujantes mantienen -quizás inconscientemente y a su pesar- a la Tierra estática mientras hacen girar la iluminación solar. Un examen detenido de las posiciones de la Tierra en las imágenes de abajo, tomadas de sendos libros de SM, nos revela que nuestro planeta permanece inmóvil, en tanto que lo que cambia es la iluminación solar. Está claro: los dibujantes hacen moverse al Sol alrededor de la Tierra.



De acuerdo con los niños el Sol puede acercarse y alejarse y que la Luna lo siga y aún moverse hacia arriba y hacia abajo. En los libros hay imágenes parecidas, aunque en el caso del Libro del Profesor de este libro de Santillana se mueve la linterna, que a modo de Sol parece servir para explicar el

porqué de las estaciones.

Imágenes parecidas se incluyen probablemente en otras guías, porque he podido ver con mis propios ojos cómo bastantes profesores subían y bajaban la linterna para explicar a sus alumnos que las diferencias de temperatura en invierno y verano se deben a la diferente inclinación de los rayos solares. La Tierra *estática*, como en la figura, y el Sol-linterna bajando y subido, acercándose y alejándose.

### La Luna, erróneamente asociada a la noche

Los estudios muestran que sólo una pequeña parte de los estudiantes de magisterio y profesores es capaz de dar explicaciones satisfactorias de las fases lunares y que las principales ideas alternativas son semejantes a las mantenidas por los niños, es decir que algo se interpone en el camino de la Luna, obscureciéndola parcialmente. Lo más frecuente es considerar que es la Tierra quien se interpone, tapando con su sombra una parte de la Luna. Escasos libros de texto se detienen a explicar el porqué de las fases lunares, y algunos exponen verdaderos disparates, como los del libro de María y Mike Gordon editado por Edelvives.



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



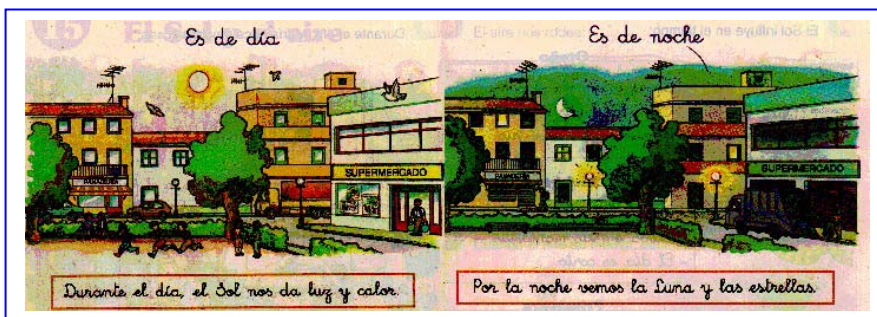


**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**



No es raro que el alumnado de mayor edad conozca la existencia de un movimiento de rotación terrestre, pero tampoco lo es que entienda que la Luna y el Sol se encuentran estáticos en posiciones diametralmente opuestas, para explicar que si el día es producto de la presencia del Sol, la noche lo es de la presencia de la Luna.

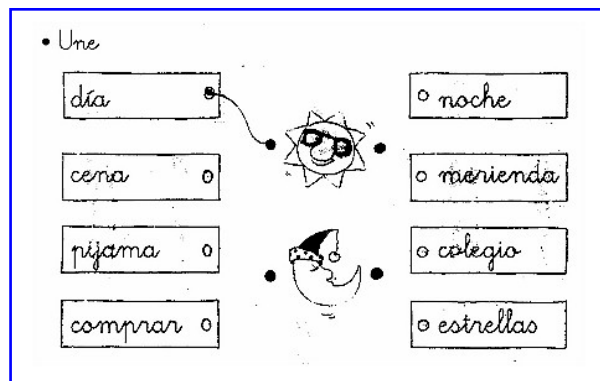
Para encontrar los orígenes de esa asociación entre la Luna y la noche habría que remontarse a las explicaciones mitológicas de nuestros antepasados, y no estaría por tanto bien responsabilizar únicamente a los dibujantes y autores de los libros de texto de esa incoherente asociación. En los primeros años de la escolaridad es habitual la asociación noche-Luna puesto que es en esta etapa educativa cuando se comienzan a presentar los conceptos de día y noche. En apariencia, las imágenes son inocentes y normales, porque obedecen a nuestra lógica: de día vemos el Sol y de noche la Luna, como se dice en este libro de texto de Vicens Vives.



Sin embargo, la inocencia de la imagen se pierde porque se dicen verdades a medias. Es cierto que durante el día el Sol nos da luz y calor; pero hay

noches que no vemos la Luna, que también puede verse muchas veces por el día. Las imágenes no son, pues, inocentes porque se insiste en asociar la Luna con la noche, lo que es bastante generalizado en los libros de Infantil y Primaria. Así, por ejemplo se hace expresamente en este libro de SM. La asociación no es fortuita, ya que esa es precisamente la

intención manifestada por los autores en la guía didáctica: se trata de “interpretar el Sol como símbolo del día y la Luna como el de la noche”.



Imágenes semejantes para contrastar la actividad diurna y nocturna, presentando a la Luna como símbolo de la noche, podemos encontrarlas en prácticamente todos aquellos libros de texto que tratan de estos conceptos. En muchos casos, se insiste en señalar que el Sol es el único astro que puede verse de día, y en

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





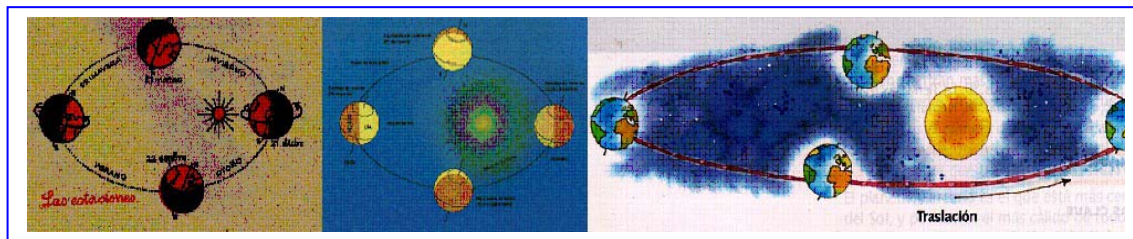
## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

consecuencia que la Luna sólo puede verse de noche.

Igual que ocurre con el alumnado, muchos profesores explican que las estaciones se originan por la mayor o menor distancia de la Tierra y el Sol, en ese proceso que Navarrete (1998) ha llamado, acertadamente, “la metáfora de la estufa”. Piensan también que la órbita terrestre en torno al Sol es una elipse de gran excentricidad, con el Sol situado en un foco sensiblemente alejado del centro, y que de ahí se deriva la diferencia estacional. La mayoría no sabe lo que es una elipse e ignora cómo se construye, pero sus ideas están influenciadas por las erróneas imágenes de los libros, muy frecuentes y reiteradas, que presentan a la Tierra trasladándose alrededor del Sol con una trayectoria elíptica de marcada excentricidad, falsa e irreal, derivada de una errónea asociación de las leyes de Kepler con la translación terrestre.



Eso es lo que hemos llamado *el hechizo de la elipse* (Vega y Marrero, 2002). Un hechizo que trasciende el marco conceptual de la forma en que la Tierra se traslada alrededor del Sol y se convierte en una gran dificultad para comprender un fenómeno tan habitual como es la sucesión de las estaciones. Basta con dejar constancia de las imágenes que aparecían en libros de texto de la autora y de sus hijos para comprender el generalizado error conceptual que se transmite en ellos.



Son esas imágenes, insistentemente reproducidas en los libros de todas las editoriales, las que quizás no permiten entender la causa real de las estaciones. Porque si las imágenes se correspondiesen con la realidad, habría que deducir de ellas una gran variación de temperaturas en función de la cercanía-lejanía de la Tierra y el Sol. Y eso es lo que piensan quienes las han tenido tantas veces delante de sus ojos, sin advertir que realmente la excentricidad de la órbita terrestre (que sólo es de 0.017) apenas puede advertirse en cualquier dibujo a escala.

### Necesidad de revisar los contenidos e imágenes de los libros de texto.

Ciertamente, como habrán señalado muchos participantes en esta reunión científica, es necesario prestar gran atención a las estrategias de enseñanza-aprendizaje y a la metodología didáctica, teniendo en cuenta que en la Educación Infantil y en las primeras etapas educativas el niño es el principal protagonista de su propio aprendizaje. También es muy importante, urgente y necesaria la formación del profesorado, porque de poco puede servir la innovación metodológica y didáctica cuando somos los profesores quienes promovemos y mantenemos las incoherencias, como ocurre en el ámbito de las relaciones Tierra-Sol-Luna de acuerdo con las investigaciones que cité al principio.

Pero creo que también es urgente y necesario revisar críticamente los libros. Aunque aquí solamente nos hemos centrado en las imágenes, hemos podido advertir la existencia de grandes lagunas, errores e incoherencias en los libros de texto a la hora de desarrollar

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

conceptos tan cotidianos como el día, la noche, las estaciones, la rotación y la traslación terrestres. Es cierto que los errores conceptuales, los disparates visuales y los descuidos se pueden entender y disculpar. Pero cuando se generalizan y se presentan de manera reincidente y repetitiva creo que es oportuno denunciar las inercias editoriales, escasamente preocupadas por el rigor científico de los textos que producen y por la inexistencia de revisores encargados de controlar la escasa ciencia que transmiten esos libros de texto.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, P.; Sarge, A.; Worrall, L. (1995). Children's knowledge of the Earth's shape and its gravitational field. *International Journal of Science Education*, 17, 635-641.
- Atwood, R.K.; Atwood, V.A. (1996). Preservice elementary teacher's conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 553-563.
- Atwood, R.K.; Atwood, V.A. (1997). Effects of instruction on preservice elementary teacher's conceptions of the causes of night and day and the seasons. *Journal of Science Teacher Education*, 8 (1), 1-13.
- Atwood, V.A.; Atwood, R.K. (1995). Preservice elementary teacher's conceptions of what causes day and night. *School Science and Mathematics*, 95, 290-294.
- Barnett, M.; Morran, J. (2002). Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24, 859-879.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 81-96
- Diakidoy, I-A.; Kendeou, P. (2001). Facilitating Conceptual Change in Astronomy: A Comparison of the Effectiveness of Two Instructional Approaches. *Learning and Instruction*, 11 (1), 1-20.
- Jones, B. (1988). Primary teacher student's explanations of the day and night, the seasons and crescent Moon. Comunicación presentada en *Conference of the New Zealand Association for Research in Education*. Massey University.
- Jones, B.L.; Lynch, P.; Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 9 (1), 43-53.
- Kikas, E. (1998). The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena. *Learning and Instruction*, 8 (5) 439-454.
- Klein, C. A. (1982). Children's concepts of the Earth and Sun: a cross cultural study. *Science Education*, 65, 95-107.
- Lucas, K. B.; Cohen, M. R. (1999). The Changing Seasons: Teaching for Understanding. *Australian Science Teachers' Journal*, 45 (4), 9-17.
- Mali, G.B.; Howe, A. (1979). Development of Earth and gravity concepts among nepali children. *Science Education*, 63, pp. 685-691
- Mant, J.; Summers, M. (1993). Some primary-school teacher's understanding of the Earth place in the universe. *Research Papers in Education*, 8 (1), 101-129
- Martínez-Peña, B.; Gil-Quilez, M.J. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23, 1125-1135.
- Navarrete, A. (1998). Una experiencia de aprendizaje sobre los movimientos del sistema Sol/Tierra/Luna. *Investigación en la Escuela*, 35, 5-20.
- Navarrete, A. (2003). *Obstáculos y dificultades en la evolución de las estructuras conceptuales y epistemológicas de los futuros maestros: Un estudio de casos sobre el fenómeno de las estaciones*. Tesis doctoral. Cádiz: Universidad.
- Nussbaum, J. (1979). Childrens conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross-age study. *Science Education*, 63, 83-93.
- Nussbaum, J.; Novak, J.D. (1976). An assessment of childrens concepts of the Earth utilizing structural interviews. *Science Education*, 60, 535-550
- Ojala, J. (1992). The third planet. *International Journal of Science Education*, 14, 191-200





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Parker, J.; Heywood, D. (1998). The Earth and beyond: developing primary teachers's understanding of basis astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20 (5), 503-520.
- Roald, I.; Mikalsen, O. (2001). Configuration and Dynamics of the Earth-Sun-Moon System: An Investigation into Conceptions of Deaf and Hearing Pupils. *International Journal of Science Education*, 23, 423-440.
- Samarapungavan, A.; Vosniadou, S.; Brewer, W. (1996). Mental models of the Earth, Sun and Moon: indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11, 491-521
- Schoon, K.J. (1992). Students alternative conceptions of Earth and space. *Journal of Geological Education*, 40, 209-214.
- Schoon, K.J. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the Earth ad space sciences: a survey of pre-service elementary teachers. *Journal of Elementary Sciences Education*, 7 (2), 27-46.
- Schoon, K.J.; Boone, W.J. (1998). Self-Efficacy and Alternative Conceptions of Science of Preservice Elementary Teachers. *Science Education*, 82 (5) 553-568.
- Sharp, J.G. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18 (6), 685-712.
- Sharp, J. G. (1999). Teaching and Learning Astronomy in Primary Schools. *School Science Review*, 80, 75-86.
- Sneider, C.I.; Ohadi, M.M. (1998). Unraveling Student's Misconceptions about the Earth shape and gravity. *Science Education*, 82 (2), 265-284
- Stahly, L.; Krockover, G.; Shepardson, D. (1999). Third grade student's ideas about the lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*; 36, 159-177.
- Trundle, K.C.; Atwood, R.K.; Christopher, J.E. (2002). Preservice Elementary teachers' conceptions of Moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 633-658.
- Valanides, N., Gritsi, F., Kampeza, M., Ravanis, K. (2000). Changing Pre-School Children's Conceptions of the Day-Night Cycle. *International Journal of Early Years Education*, 8 (1), 27-39.
- Vega, A. (1996). Ideas Precopernicanas en nuestros libros de texto. *Revista de Educación*, 311, 339-354.
- Vega, A. (2001). Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): Representaciones del profesorado acerca del día y la noche. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 31-44
- Vega, A. (2002). *Sol y Luna, una pareja precopernicana. Estudio del día y la noche en Educación Infantil*. Tesis doctoral. La Laguna: Universidad.
- Vega, A.; Marrero, J. (2002). El hechizo de la elipse. Comunicación presentada en *Relación Secundaria-Universidad, Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, vol. 2, págs. 624-632, La Laguna: Universidad.
- Vosniadou, S.; Brewer, W.F. (1992). Mentals models of the Earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585
- Vosniadou, S.; Brewer, W.F. (1994). Mentals models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-283.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **“ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS UTILIZADAS POR ALUMNOS Y ALUMNAS DE LA TITULACIÓN DE MAESTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL AL DISEÑAR ACTIVIDADES DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA”**

Por Jose Maria Etxabe Urbieto. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. EU Magisterio de San Sebastián / Donostia. Universidad del País Vasco.

#### **Resumen**

Los maestros y maestras en las aulas de Educación Primaria enseñan Ciencias de la Naturaleza, Tecnología y Ciencias Sociales en el área conocimiento del medio. Se generan diferentes procesos de comunicación en contextos sociales reglados denominados aula (normal, laboratorio, extraescolares,...). En la presente comunicación se pretenden analizar la relación entre las estrategias metodológicas propuestas por los futuros maestros y maestras en cada una de las fases correspondiente a la estructuración de los aprendizajes propuesto por Jorba et al (1997). Para ello se solicitó al alumnado de 2º curso de la titulación de Educación Especial que elaborase secuencias didácticas (trabajo dirigido obligatorio para superar la materia troncal) sobre diferentes aspectos temáticos de conocimiento del medio (aparato excretor, agua, atmósfera, el bosque,...) La hipótesis de partida de la investigación toma en consideración las siguientes ideas:

- Los alumnos y alumnas que se matriculan en las titulaciones de maestro poseen una formación ambiental que influye en las estrategias metodológicas y didácticas que adoptan al aplicar un modelo de secuencia didáctica.
- Asimismo es previsible que las cuatro fases propuestas en este modelo presenten comportamientos con algunas diferencias atendiendo a la utilización por parte de los futuros maestros y maestras en las secuencias didácticas diseñadas.
- Respecto a los resultados experimentales se obtienen comportamientos diferentes para cada uno de los métodos en cada una de las fases. Jorba, J. et al. (eds.) (1997): La regulación y la autorregulación de los aprendizajes. Editorial Síntesis. Madrid.

#### **Introducción**

La formación inicial de los profesionales de la educación en Educación Primaria se realiza a través de las diferentes titulaciones de Maestro. En dicha formación se encuentran ante la tarea de diseñar, desarrollar y evaluar materiales curriculares correspondientes a diferentes áreas. En términos de Sardà et al (2000) podemos considerar que esta actividad conlleva, expresar y organizar ideas sobre el proceso de enseñanza/ aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza ("conocimiento del medio" en Educación Primaria).

#### **Planteamiento del problema**

En la presente investigación se pretenden analizar la relación entre las estrategias metodológicas propuestas por los futuros maestros y maestras en cada una de las fases correspondiente a la estructuración de los aprendizajes propuesto por Jorba et al (1997). Se trata de un modelo más adecuado para Educación Primaria que el propuesto por Gil (1987 y 1991). La realización de investigaciones similares con profesorado en activo así como con libros escolares (Sanjosé y colaboradores 1993) es muy problemática debido a la utilización de modelos diferentes a la de Jorba et al (1997) así como el empleo de estrategias metodológicas condicionadas por otros factores.

Se trata de un modelo adecuado, integral y coherentes para diseñar secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria (posibilitando la integración con otras áreas diferenciadas), y en consecuencia, nos permitirá profundizar en el conocimiento y evaluación de las características de diferentes estrategias metodológicas, así como en las concepciones previas de los alumnos y alumnas de titulaciones de maestro.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación” Antecedentes**

En las sesiones teóricas y prácticas de la asignatura Didáctica del conocimiento del medio físico-natural (2º curso de la titulación Maestro de Educación Especial) se constatan y se desarrollan contenidos ligados a diferentes formas o métodos para proponer la comunicación científica escolar en Educación Primaria. A través de estas actividades docentes los futuros maestros y maestras deben diseñar y argumentar (Sardá y colaboradoras 2000) actividades englobando entre otros aspectos objetivos (Lillo 1985), contenidos y estrategias metodológicas y didácticas. Es constatable que a pesar de la enorme motivación del alumnado matriculado en esta titulación y, que aunque su interés se circunscribe principalmente en las materias específicas de la propia titulación, reconocen la dificultad, interés y formación en materias específicas (opción acertadamente adoptada por la Universidad del País Vasco al diseñar las materias obligatorias de Universidad en el plan de estudios).

En ella difícilmente se pueden abordar en el diseño y elaboración de secuencias didácticas la influencia de diferentes factores, como por ejemplo, "formación ambiental" formal, no formal e informal, conocimientos didácticos previos espontáneos, lagunas científicas conceptuales, desconocimiento de la historia, filosofía y metodología de la Ciencia (Wellington 1994) y ausencia de cuestionamientos de sus implicaciones didácticas, falta de motivación, etc. El conocimiento sobre las concepciones previas del alumnado universitario debe ofrecernos nuevas vías para caracterizar la influencia de dichos factores, posibilitando de este modo su mejora. Asimismo se obtienen nuevas representaciones sobre diferentes estrategias metodológicas susceptibles de ser utilizados por profesorado de diferentes niveles.

### **Parte experimental**

En este estudio se investiga la utilización de estrategias metodológicas para enseñar/ aprender Ciencias de la Naturaleza en el aula de Educación Primaria bajo la propuesta de Jorba et al. Para ello se solicitó al alumnado de 2º curso de la titulación de Educación Especial de la E. U. de Magisterio de Donostia de la titulación de Educación Especial que elaborase secuencias didácticas (trabajo dirigido obligatorio para superar la materia troncal) sobre diferentes aspectos temáticos de conocimiento del medio (aparato excretor, aparato circulatorio, aparato digestivo, aparato respiratorio, agua, sistema solar, atmósfera, sonido y audición, luz, visión, aire, circuitos eléctricos, calor y temperatura, fuerza y movimiento, suelo, rocas, vertebrados, invertebrados, nutrición de las plantas, reproducción de las plantas y máquinas y aparatos, etc.). El tema es libremente elegido por el alumnado una vez que se organizan en equipos. Los temas no se repiten en un mismo grupo (la asignatura es idéntica para el grupo de euskara y para el grupo de castellano).

El estudio se ha realizado para ambos grupos de alumnos y alumnas (grupo de euskara y grupo de castellano) a lo largo de tres promociones consecutivas de alumnos y alumnas de los cursos académicos 2000/01, 2001/02 y 2002/03. Se han analizado los trabajos entregados y evaluados satisfactoriamente de 89 trabajos (5370 actividades organizadas en secuencias correspondientes a 179 ciclos de Educación Primaria). Se insiste en el aula sobre el carácter formativo del trabajo en equipo, aspecto que implica adopción de responsabilidades en la realización de tareas. Del total de trabajos analizados el 32.8% corresponde a equipos de 3 personas, 37.9% equipos de 2 personas y 29.3% a trabajos individuales. Además se constata que en los dos últimos cursos ha crecido el número de alumnos y alumnas que trabaja y/o realiza una 2ª titulación así como a un desequilibrio en la matriculación entre el grupo de euskara (más numeroso) y el de castellano (menos numeroso y con alumnado de territorios históricos limítrofes), lo cual ha implicado la no asistencia regular a las clases teórico-prácticas, hecho que imposibilita el trabajo en equipo y que explica el atípico elevado número de equipos de 1 y 2 personas.

El diseño debe ser generado por cada equipo de alumnos y alumnas, de modo que deben proponer y defender secuencias didácticas con actividades para cada ciclo de Educación Primaria (equipos de 3 personas y elección libre de dos ciclos para los equipos de 2 personas),

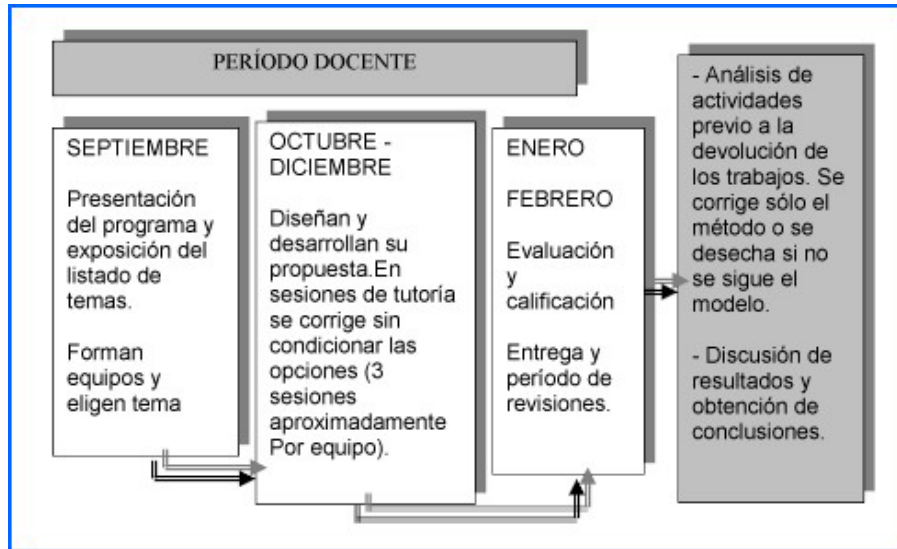
## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

con la condición explícita de utilizar el modelo de Jorba et al (1997) y tratando de generar aprendizajes significativos y relevantes (Novak 1991). En el cuadro 1 se describe el cronograma seguido a lo largo del primer cuatrimestre.



Cuadro 1. Cronograma de la investigación en los cursos académicos 2000/2001, 2001/2002 y 2002/2003.

Una descripción pormenorizada de las estrategias metodológicas y didácticas y del modelo de Jorba et al. fue proporcionado a los alumnos y alumnas al iniciar el proceso de diseño de secuencias didácticas (tema 4 del programa). Asimismo se realizaron labores de tutoría de estos trabajos sin condicionar unívocamente la toma de opciones metodológicas (solución al diseño y desarrollo de secuencias didácticas), es decir, el alumnado podía tomar opciones diferentes opciones correctas en coherencia con las características de cada una de las fases del modelo de Jorba et al. (1997) sin que ello supusiera merma en las calificaciones de los trabajos.

En esta investigación la terminología utilizada en la descripción de los métodos corresponderá con la utilizada a lo largo del desarrollo de la asignatura (posterior a la valoración previa y simultánea al diseño y desarrollo de las secuencias didácticas): Método expositivo, método de preguntas, método de resolución de problemas, método de trabajos prácticos (Grau 94, Lillo 94, Pujol 1994), método de salidas didácticas (Nuño y colaboradores 1995), método de museos de ciencias (Pérez y colaboradores 1998), método de juegos, método histórico, método de utilización de la información de los medios de comunicación, método de debates, método de proyectos, método de interpretación (Pérez de Eulate 99), método de relatos de ficción y método de técnicas instrumentales. Hay que constatar la inexistencia de resultados para los trabajos prácticos como pequeñas investigaciones. Ello señala la dificultad de plantear y desarrollar actividades utilizando esta estrategia, así como las dificultades y concepciones previas espontáneas que subyacen de la formación ambiental (importancia del recurso material sobre tendencias actuales de filosofía de la Ciencia, conocimiento superficial de los métodos o como influencia de los libros escolares).

### Resultados experimentales y discusión

Se obtienen comportamientos diferentes para cada uno de los métodos en cada una de las fases. En general, los resultados son análogos en los tres ciclos salvo en la menor utilización relativa del método de interpretación en las cuatro fases. Los resultados obtenidos se exponen entre las figuras 1 y 14.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Los resultados obtenidos se han representado en figuras individuales para dos métodos, agrupando los resultados para los cursos 2000/01 – 2001/02 y diferenciando para el curso 20002/03. De este modo se pueden constatar posibles comportamientos diferentes, o su repetitividad. Se han empleado escalas diferentes según sean los resultados para los métodos más utilizados, aquellos cuya utilización es moderada y los métodos que se usan en menor medida (baja utilización). En las 14 figuras comprendidas entre la 1 y la 14 se representa el número de actividades de cada método por ciclo y fase.

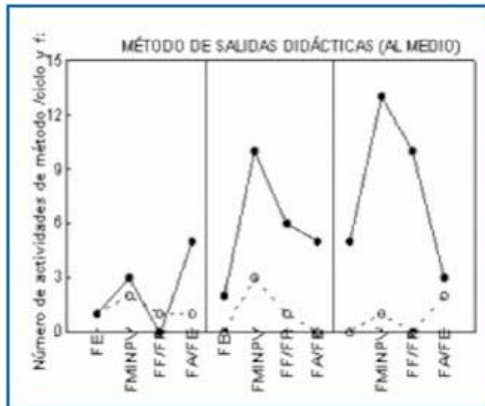


Figura 1. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de salidas didácticas (salidas al medio)

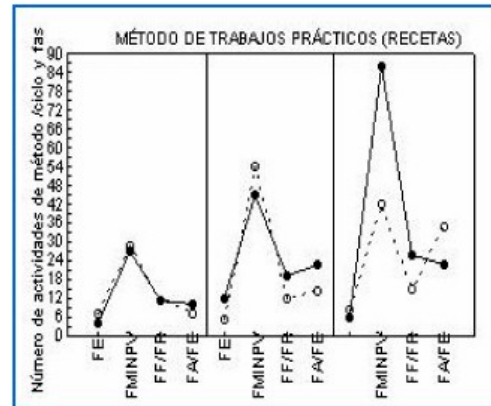


Figura 2. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de trabajos prácticos (recetas)

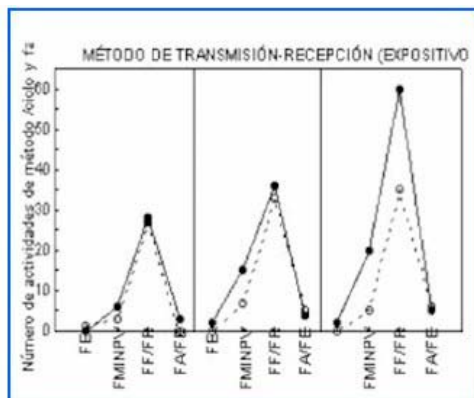


Figura 3. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de transmisión-recepción (expositivo).

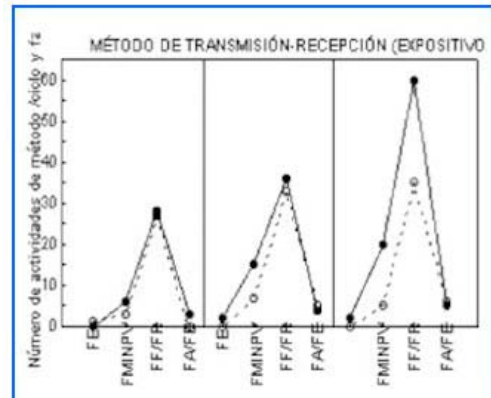


Figura 4. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de utilización de información.





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

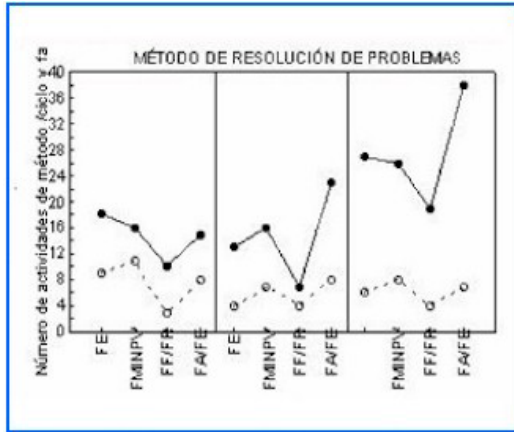


Figura 5. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de resolución de problemas.

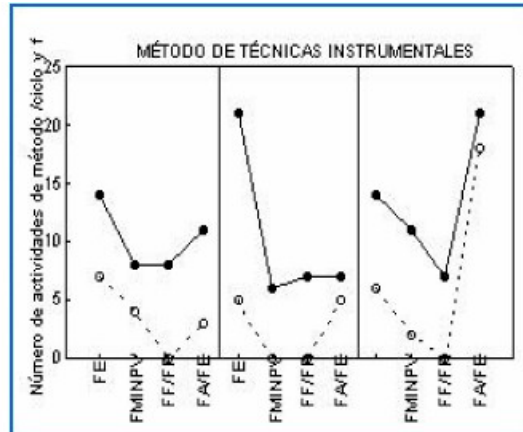


Figura 6. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de técnicas instrumentales.

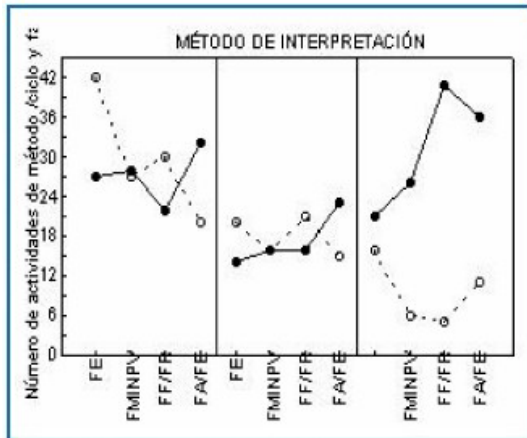


Figura 7. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de interpretación.

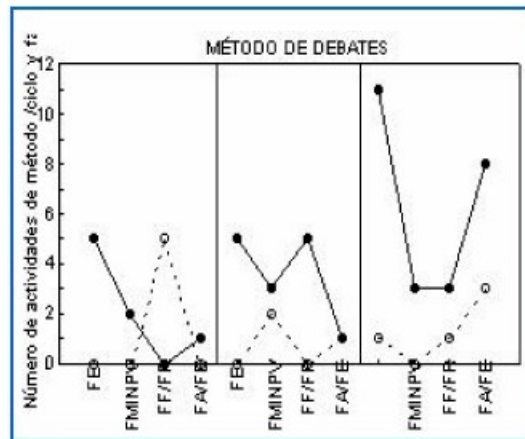


Figura 8. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de debates.

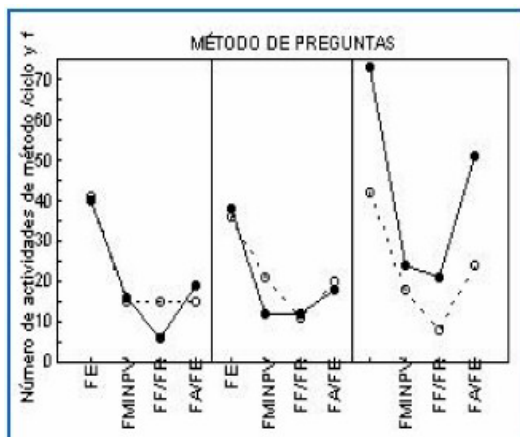


Figura 9. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de preguntas.

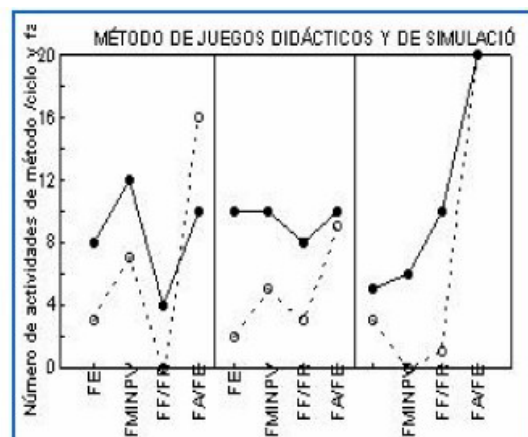


Figura 10. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de juegos didácticos y de simulación.

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

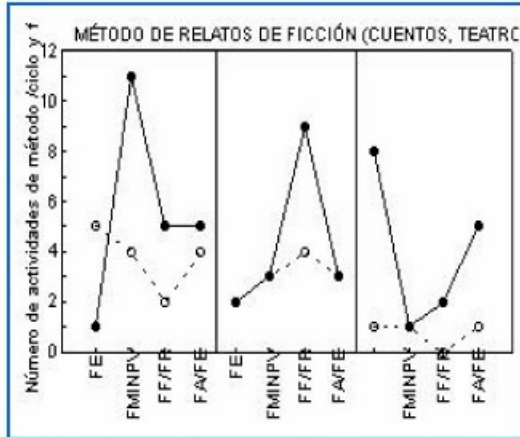


Figura 11. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de relatos de ficción (cuentos, teatro,...).

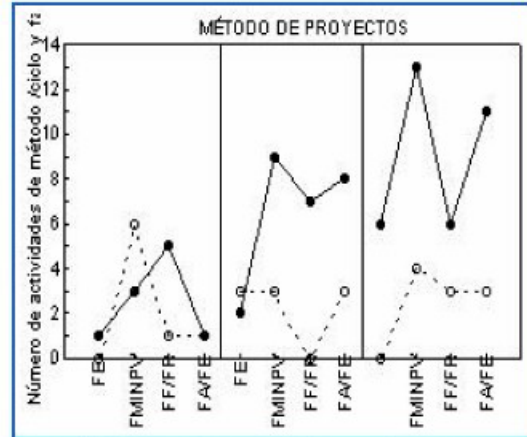


Figura 12. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de proyectos.

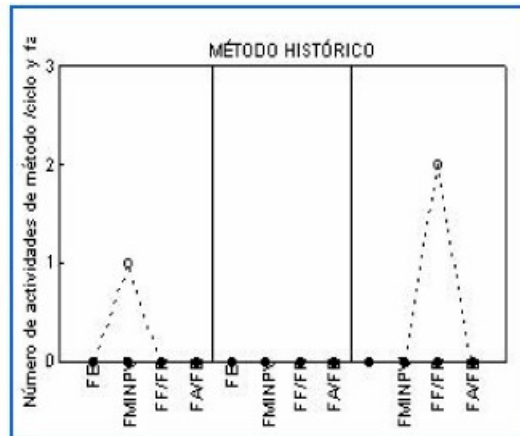


Figura 13. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método histórico.

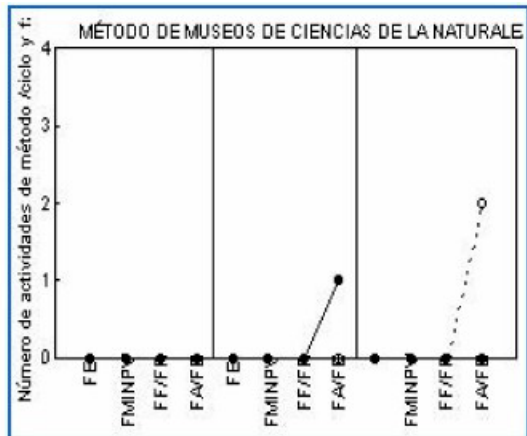


Figura 14. Representación del número de actividades por cada fase utilizadas en Educación Primaria en el método de museos de Ciencias de la Naturaleza.

- En concreto, para la fase de exploración predomina de utilización de dos métodos, el método de preguntas y método de interpretación. En menor medida se utilizan las técnicas instrumentales, trabajos prácticos y resolución de problemas. Disminuye la utilización del método de interpretación.
- Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista se propone mayor número de estrategias metodológicas siendo muy utilizados los trabajos prácticos, el método de preguntas, el método de interpretación, resolución de problemas, y el método de utilización de textos, videos, etc de los medios de comunicación
- Para la fase de formalización se propone la utilización del método expositivo y del método de interpretación. En esta fase se propone en menor medida la utilización del método de preguntas, trabajos prácticos como recetas y utilización de textos, videos, etc.
- Para la fase de aplicación/ evaluación se propone la utilización de mayor diversidad de estrategias predominando el método de preguntas, método de interpretación, juegos didácticos, trabajos prácticos y, en menor medida el método de resolución de problemas.

Por otra parte, el comportamiento observado para los tres ciclos es muy similar. En el primer ciclo además del método de interpretación utilizado de modo principal en las cuatro fases, para la fase de exploración se propone la utilización del método de preguntas, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista trabajos prácticos como recetas, para la fase de formalización las estrategias para lograr el cambio conceptual y para la fase de aplicación/

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

evaluación el método de preguntas y los juegos didácticos. En menor medida se proponen otras estrategias como resolución de problemas y relatos de ficción (excepto en la fase de formalización en el que se propone utilización de textos y debates).

Sin embargo, para el segundo ciclo se observa utilización de diferentes métodos. Para la fase de exploración se propone el método de preguntas y el método de interpretación, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista trabajos prácticos como recetas, para la fase de formalización las estrategias para lograr el cambio conceptual y el método de interpretación, y para la fase de aplicación /evaluación el método de preguntas, método de interpretación y trabajos prácticos. Los resultados son análogos al primer ciclo salvo en la menor utilización relativa del método de interpretación en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y de los juegos didácticos en la fase de aplicación/ evaluación.

Asimismo, para el tercer ciclo se observa utilización de diferentes métodos. Para la fase de exploración se propone el método de preguntas, para la fase de introducción de nuevos puntos

UTILIZACIÓN	FASE O FASES MÁS EMPLEADAS EN LOS MÉTODOS			
ALTA	Método de Preguntas	Método de Trabajos Prácticos (Recetas)	Método de Transmisión – Recepción (expositivo)	
	Método de Resolución de Problemas. Método de interpretación			Método de Resolución de Problemas. Método de interpretación
MEDIA			Método de utilización de Información.	
	Método de Técnicas Instrumentales			Método de Juegos. Método de Técnicas Instrumentales
MEDIA-BAJA		Método de Salidas al Medio		Método de Salidas al Medio
	Método de debates			Método de debates
			Método de relatos de ficción	
		Método de Proyectos		
BAJA		Método Histórico		
				Método de Museos de Ciencias

de vista trabajos prácticos como recetas, para la fase de formalización las estrategias para lograr el cambio conceptual, y para la fase de aplicación/ evaluación trabajos prácticos, el método de preguntas y los juegos didácticos.

### Reflexiones y discusiones

Los resultados obtenidos constatan sensibles diferencias en la utilización de las estrategias didácticas. En lo referente al grado de utilización se constata un diferente uso de métodos. Asimismo para cada fase se utilizan diferentes métodos. En el cuadro nº 2 se resumen los resultados expresados en las gráficas 1-14.

- Para la fase de exploración se constata la utilización de estrategias en las que se plantea al alumnado una situación (a través de preguntas, problemas, dibujos, imágenes, técnicas para obtener respuestas rápidas,...) para detectar sus conocimientos, para activar sus ideas, fomentar la cognitivdad, motivar, plantear situaciones simples y sencillas,...
- Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista se proponen actividades más largas en duración que la fase de exploración, actividades prácticas motivadoras e interesantes en las que los alumnos y alumnas deben reelaborar contenidos.
- Para la fase de formalización / reestructuración se plantean actividades en las que se transmite /expone información previamente elaborada.
- Para la fase de aplicación /evaluación se proponen numerosos métodos en los que se plantean situaciones en las que deben proponer respuestas, interpretaciones, respuestas a situaciones que ocurren en los juegos, actividades motivadoras, actividades de repaso o de recapitulación, actividades en los que los métodos fomentan el carácter grupal,....

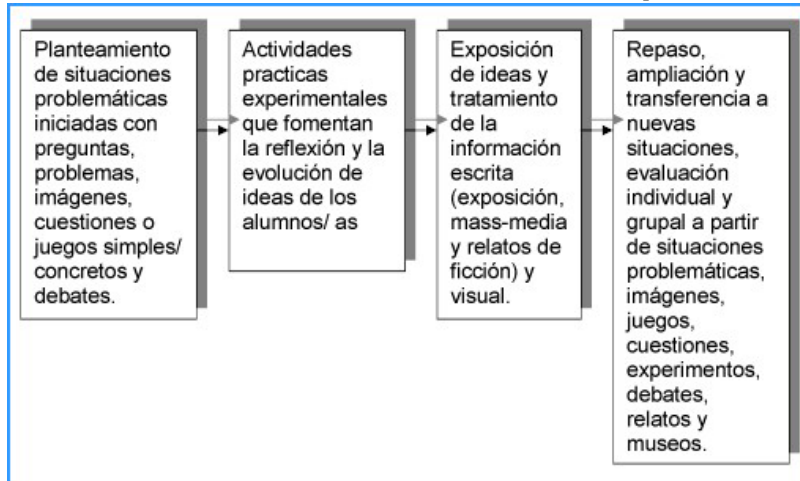
En consecuencia podemos elaborar una secuencia para las estrategias metodológicas y didácticas en coherencia con el modelo propuesto por Jorbá y colaboradores (1997). Esta secuencia se expone en el cuadro 3.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



Cuadro 3. Secuencia para las estrategias metodológicas y didácticas a partir de los resultados obtenidos en la investigación didáctica.

Se constata la siguiente variación en el uso de las estrategias (figura 15).

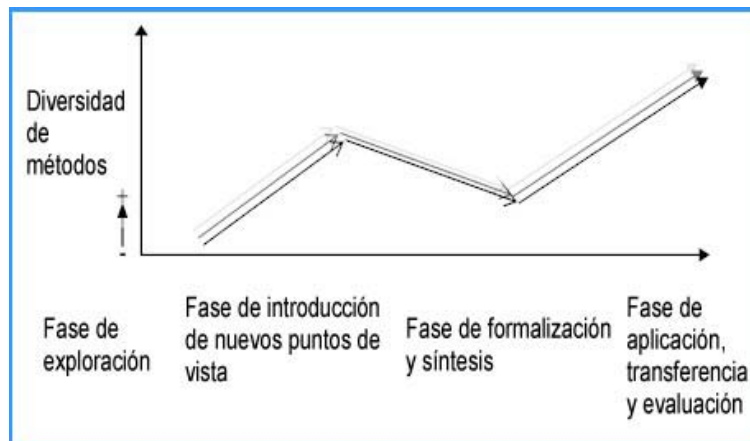


Figura 15. Variación de la diversidad de métodos.

### Síntesis y conclusión.

A pesar de las resistencias del alumnado (excesivo trabajo, complejidad, ausencia de este modelo en la práctica del aula,...) el método de Jorba y colaboradores ha resultado ser un buen modelo para diseñar secuencias de actividades en educación primaria constituyendo un buen modelo para utilizar en la formación del profesorado de Educación Primaria. El pensamiento del alumnado es práctico y funcional. La necesidad de diseñar un determinado número de actividades diferentes para cada fase y con diferentes métodos obliga a los alumnos y alumnas de la Escuela Universitaria de Magisterio a diferenciar el uso de cada estrategia, a adecuar cada método con unas características determinadas (características de cada fase).

En síntesis se constata que no sólo existen los métodos habituales en los libros escolares, sino que se puede proponer un amplio abanico de métodos de acuerdo con la secuencia de aprendizaje de contenidos.

### Bibliografía

- Gil, D. et al. (1987): Los programas guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las Ciencias. *Investigación en la escuela*, 3: 3-12
- Gil et al (1991): *La enseñanza de las Ciencias en la Educación secundaria*. ICE/Horsori. Barcelona.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Grau, R. (1994): ¿Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique*, 2, 27-35.
- González, E.M. (1992) ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 206-211.
- Jorba, J. et al. (eds.) (1997): *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Editorial Síntesis. Madrid.
- Lillo, J. et al. (1985): *Didáctica de las Ciencias Naturales 1. Aspectos generales*. Editorial Ecir. Valencia.
- Lillo, J. (1994): Los trabajos prácticos de Ciencias Naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa. *Alambique*. 2, 47-56.
- Novak, J. D. (1991): Ayudar a los alumnos a aprender a aprender. la opinión de un profesor investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 215-218
- Nuño, T. et al (1995): *Educación a favor del medio. Postgrado de Educación Ambiental (1993-1994)*. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Bilbao.
- Pérez, C. et al. (1998): *Centros de Ciencia: Espacios interactivos para el aprendizaje*. Servicio editorial de la Universidad del País Vasco. Bilbao.
- Pujol, R.M. (1994): Los trabajos prácticos en la Educación Infantil y en la Educación Primaria. *Alambique*, 2, 6-14.
- Sanjosé, V. et al. (1993): Mejorando la efectividad instruccional del texto educativo en ciencias: Primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2): 137-148.
- Sardá, A. (2000): Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422
- Wellington, J. (1994): *Secondary Science*. Routledge. London.
- <http://www.sc.ehu.es/sgweb/programas/16473C.htm>



### "HACIA UNA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS CONTEXTUALIZADA DESDE LAS PRIMERAS ETAPAS DE LA EDUCACIÓN. UN MODELO DE INICIACIÓN METODOLÓGICA"

Por Fernando García Pastor, Colegio San Juan Bautista de Madrid, y Ana Forteza Pujol, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Complutense de Madrid.

#### Resumen

Partimos de la propuesta de una alfabetización científica considerada como una enseñanza de las ciencias contextualizada; sólo así, se podrá evitar el camino acrítico y carente de contemplación de valores a que nos lleva la consideración de una ciencia como una verdad que pretende ser sólo un fin en si misma.

En nuestro modelo, las habilidades metodológicas integradas en el aprendizaje de conceptos podrán conducir en primer lugar a la reflexión personal por parte del alumno, condición que creemos necesaria y pertinente para el desarrollo personal y social de habilidad y autoconfianza en el proceso creativo de la investigación científica.

Presentamos, con este enfoque, una Ejemplificación de secuenciación de actividades de aprendizaje en el proceso de construcción del concepto físico rapidez o velocidad dentro de la Unidad temática curricular Tiempo y movimiento, y el análisis de datos obtenidos en su experimentación en un contexto específico de aprendizaje.

La introducción a la comprensión del proceso científico básico de Identificación de variables - requisito para la utilización del método heurístico de operativización de magnitudes físicas - y el uso de la técnica del Gráfico cartesiano en la representación de la función lineal - requisito para la interpretación y comprensión de una dependencia funcional lineal entre magnitudes

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

físicas - , ayudará al alumno a la posibilidad de interiorizar significativamente la fórmula física del movimiento horizontal de velocidad constante que le será de utilidad en la indagación de cuestiones problemáticas en su entorno cotidiano. Contextualizamos así un proceso en el aula que admite cierto paralelismo histórico o transposición didáctica de los experimentos galileanos en los inicios de la ciencia moderna.

### Un modelo de iniciación metodológica

El modelo de iniciación metodológica constituye una propuesta de contextualización de los procesos y técnicas de la ciencia (conocimiento metodológico) en la educación científica básica, que puede *“facilitar el desarrollo de una comprensión interiorizada y significativa de la empresa científica”* (Forteza, a. Y Lahera, j., 1998).

Asumimos la existencia de un paralelismo entre los procesos de aprendizaje de la ciencia y los procesos de creación científica, dentro de un enfoque constructivista. Desde este punto de partida, la propuesta en la educación científica básica hace necesario priorizar el tratamiento de los contenidos procedimentales de área, así como crear “contextos” en el aula en los cuales los alumnos puedan experimentar el proceso de construcción de modelos y conceptos científicos como respuesta a cuestiones problemáticas contextualizadas.

Desde nuestro punto de vista este enfoque es factible en los niveles de la enseñanza básica, puesto que *“para todos es deseable un acercamiento cognitivo, epistemológico y axiológico a la explicación científica”* (Forteza, a. Y Lahera, j., 1998).

En nuestro modelo de aprendizaje el alumno investiga problemas científicos, actuando, utilizando la metáfora de Gil (1992), como un *“investigador novel”*, de un grupo de investigación. Se trata de que el alumno participe activamente en la construcción del conocimiento, partiendo de situaciones problemáticas abiertas, *“cuya solución no será nunca directa ni inmediata”* (Forteza y Lahera 1993), que aborda de un modo científico orientado por el *“director del grupo de investigación”* (su profesor en el aula), en un proceso de investigación tutelada. De esta manera se propicia la reestructuración de ideas en el alumno durante el proceso de aprendizaje, un trabajo de profundización en el que unas ideas son sustituidas por otras (Gil 1992). Es sin duda un punto clave del modelo -característica diferenciadora de otros modelos de aprendizaje como investigación- el objetivo de integrar los aprendizajes metodológicos y conceptuales (Astolfi et al. 1991). Forteza y Lahera afirman: *“pretendemos una profundización en la naturaleza del trabajo científico por parte del alumno”* que se concreta en la práctica con el diseño de actividades idóneas de experimentación. Se trata pues de que *“el alumno se familiarice mínimamente con la metodología científica abordando problemas conocidos por quienes dirigen sus trabajos”* (Gil 1992). **El objetivo primero no es que el alumno sea capaz de demostrar o falsar algo, sino que interrelacione conceptos poniendo en práctica los procedimientos de la ciencia.**

Para lograr cambios conceptuales es necesario que al mismo tiempo se produzcan cambios metodológicos y actitudinales. En este sentido Duschl y Gitomer (1991) afirman: *“Si queremos producir una reestructuración radical de conceptos, parece que debemos enseñar también los conocimientos metodológicos de la ciencia”*. Cabe destacar como característica importante de estas propuestas didácticas la visión del aprendizaje como investigación tutelada, en clara oposición al modelo de aprendizaje por descubrimiento; en palabras de Gil (1992): *“trabajo colectivo de investigación dirigida, tan alejado del descubrimiento autónomo como de la transmisión de conocimientos ya elaborados”*.

Asumimos el paradigma constructivista de cambio conceptual de tipo evolutivo, que no considera la reestructuración de la trama conceptual del alumno como un proceso traumático, sino como un proceso inclusivo y extensivo, donde las nuevas ideas serán, en general, extensión de las anteriores. El cambio conceptual no conlleva el intercambio de una realidad por otra y por lo tanto, el profesor no deberá obligar al alumno a renunciar a sus concepciones previas sino que debe ayudarle a formar el hábito de cuestionar sus ideas y a desarrollar estrategias que le permitan contrastar concepciones alternativas

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Es obligado por tanto, la referencia a la visión que desde nuestro modelo se tiene del trabajo científico. Podemos señalar como ideas clave, las siguientes:

1. El rechazo a la idea de un único método científico rígido e inmutable frente a la complejidad de la empresa científica. En la enseñanza, habitualmente, como señala Astolfi (1984), se valora el orden y el rigor formal de las etapas del método científico que se suponen conducen a la solución de una situación problemática. Desde nuestro modelo, la metodología del proceso experimental encaja con la visión de Develay (1989), que indica que *“puede ser caracterizado por distintas etapas identificadas más que por su situación cronológica, por el conjunto de interacciones que les aúnan en un sistema coherente”*.
2. El rechazo a una visión empirista de la producción de conocimiento obviando la importancia de la teoría como origen y término del trabajo científico. A este respecto Gunstone (1991) señala (como *“mensajes constructivistas del trabajo práctico”*) que:
  - La observación depende de las teorías de los alumnos.
  - Las teorías de los estudiantes, pueden permanecer, negando la legitimidad de las observaciones.
  - Las inferencias están influenciadas por las teorías personales.
3. El énfasis en la importancia del papel de la hipótesis y el diseño de experimentos como intentos de respuesta a una situación problemática. Develay (1989) advierte de la importancia de no centrarse en la parte de manipulación del experimento (su realización práctica y el análisis de los resultados) dejando en segundo plano otras fases como son la formulación del problema, la emisión de hipótesis y la interpretación de los resultados. En ese mismo sentido Tamir y Luneta (1978) señalan algunas deficiencias importantes en el trabajo de laboratorio, entre ellas, que no hay oportunidad para plantear problemas (o al menos identificarlos), o reformular hipótesis y que hay pocas oportunidades para diseñar experimentos y trabajar de acuerdo con su diseño. Según Astolfi (1984), tan importante es enseñar a resolver la situación problemática como enseñar a plantearla. Esta etapa es importante si la finalidad de la enseñanza científica aspira a una actividad de pensamiento y no solamente a una forma de acción (Develay 1989). Nuestro modelo da importancia a la fase de formulación del problema, pero aceptando que en la mayoría de los casos debemos conformarnos con que el alumno identifique el problema y la formulación sea un proceso inducido, intentando, no obstante, que al final pueda identificar nuevos problemas. En la línea de Gunstone (1991) asumimos que en el aprendizaje:
  - a. Las demostraciones de teorías en situaciones *“ideales”*, no promueven el cambio conceptual.
  - b. Para que el trabajo práctico tenga un efecto serio en la reconstrucción y relación de conceptos, los estudiantes necesitan pasar más tiempo pensando y menos tiempo manejando aparatos.
  - c. Para muchos estudiantes, el éxito en el manejo de los aparatos se convierte en la única tarea significativa. Una vez realizado con éxito, el resto del trabajo pierde interés.
  - d. La valoración del conocimiento científico como un proceso dinámico, sometido a evolución y revisión continua, en contra de la imagen estática de la ciencia. Nuestro modelo trabaja activamente este punto al colocar a los alumnos en situación de construir conocimientos, intentando resolver situaciones problemáticas con los procedimientos de la ciencia, y anima a pensar sobre cómo es la ciencia y cómo se construye el conocimiento. Así mismo, es un factor decisivo para intentar transmitir esta imagen de la ciencia plantear los contenidos como problemas en lugar de como temas. A este respecto, Porlán señala que plantear los contenidos como temas, da una idea de solución, algo acabado, en cambio el problema es algo inacabado, lo que motiva a los alumnos a realizar aportaciones personales para resolver la situación problemática.
4. El reconocimiento del carácter colectivo de las investigaciones científicas siendo factores primordiales la colaboración y el trabajo en equipo. Consideramos importante que el alumno trabaje en equipo y conjuntamente con el resto de equipos y con el profesor,

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

haciendo especial hincapié en la puesta en común de los resultados de las investigaciones, aún siendo conscientes de las dificultades que plantea el trabajo en equipo, tanto a los alumnos como al profesor.

Respecto a los objetivos para la Enseñanza Científica Básica, nuestro Modelo puede ayudar a lograr, entre otros, los siguientes:

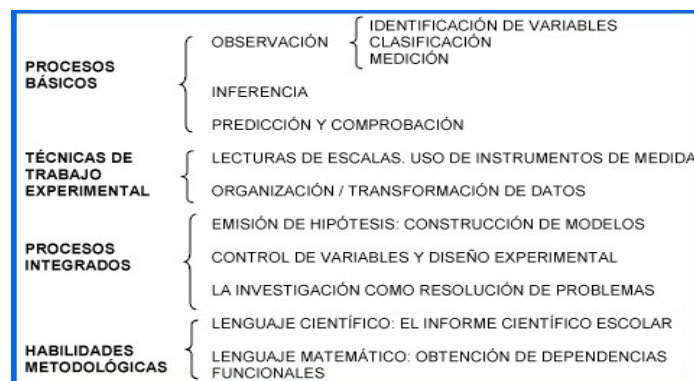
- Una posible interiorización de la naturaleza del conocimiento científico,
- El desarrollo curricular de actitudes, procesos cognitivos y Técnicas de Trabajo experimental de la ciencia,
- El desarrollo y progreso personal y social de la habilidad y autoconfianza en el proceso creativo de la investigación científica para la detección y resolución de problemas,
- Y la adquisición de nuevos conocimientos científicos.

### Los procesos científicos en la educación científica básica

En la figura 1 se muestra lo que a nuestro juicio y en estos niveles de enseñanza puede ser la categorización idónea de la transposición de los procesos de la ciencia en “métodos escolares” de acercamiento a la ciencia.

Los procesos de la Ciencia pueden clasificarse en cuatro categorías: Los Procesos Básicos y los Procesos Integrados (AAAS, 1967), que constituyen las habilidades cognitivas; las Técnicas de Trabajo Experimental como habilidades instrumentales (Bandiera, N. Et al, 1995); y la categoría de Habilidades Metodológicas, que incluye el desarrollo de dos tipos de lenguaje: el lenguaje científico para la Comunicación (Astolfi, J.P., 1991) y el lenguaje matemático para la obtención de dependencias funcionales entre variables (Shell Center for Mathematical Education, 1990).

La secuenciación de las distintas categorías y subcategorías en el proceso de aprendizaje podrá ser flexible al hacer compatible Objetivos Curriculares y Contexto Escolar.



**Fig. 1.** Categorización idónea de la transposición de los procesos de la ciencia (Forteza, A. y Lahera, J., 2001)

Por otra parte, consideramos que el aprendizaje de los procesos básicos y habilidades mentales y manipulativas debe realizarse integrado en el tratamiento de problemas, de forma coherente con nuestra visión holística del trabajo científico. Así mismo, como afirman Gott y Mashiter (1991): *El aprendizaje de los procedimientos en ciencias tiene más éxito si los alumnos trabajan en contextos familiares (motivadores), que si lo hacen de forma aislada*, y continúan diciendo que: *“los procesos se entienden como formas de*

*pensar para coordinar la comprensión conceptual y procedimental”*. No obstante, todo lo anterior no es incompatible con un entrenamiento mínimo de algunos procesos científicos básicos sobre todo en situaciones en las que el alumno no los haya desarrollado suficientemente durante su proceso educativo y deseemos que se enfrente a actividades de investigación.

### Ejemplificación de secuenciación de actividades de aprendizaje

El Modelo de Iniciación Metodológica ha sido objeto de experimentación, con anterioridad, en

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

distintos contextos de aprendizaje (Forteza, A. y Lahera, J., 1998), obteniéndose valiosos resultados, que han permitido la presentación de propuestas en el ámbito escolar y en los Planes de Formación del Profesorado.

En esta comunicación presentamos una Ejemplificación de secuenciación de actividades de aprendizaje en el proceso de construcción del concepto físico **rapidez** o **velocidad**, y una breve referencia sobre el análisis de datos obtenidos en su experimentación en un contexto específico de aprendizaje.

La experimentación ha sido realizada por el profesor investigador con un grupo de 30 alumnos de 3º de ESO, que cursan el Área de Física y Química durante el tercer trimestre del curso 2002/2003.

### ***¿Por qué el movimiento?***

Tal y como señala D.G. Crighton “*La mecánica es uno de los campos más importantes de aplicación de las matemáticas y debe jugar un papel importante en la alfabetización científica.*” Es un vehículo satisfactorio para demostrar, a todos los niveles, el concepto de matemáticas aplicadas.

Investigaciones previas sobre el aprendizaje de los conceptos cinemáticos señalan la existencia de grandes dificultades en la construcción de los conceptos tiempo, espacio y velocidad.

### ***La transposición didáctica***

Es imprescindible la adaptación o transformación del Conocimiento Científico al Contexto Escolar. En nuestra Unidad Temática Tiempo y movimiento, la transposición está basada en un paralelismo entre el método histórico (Galileo, s.XVII) y el método didáctico.

### ***Los objetivos***

El objetivo primero y fundamental es ayudar al alumno a construir el concepto de rapidez / velocidad mediante su acercamiento al método del experimento.

Podemos considerar, por tanto, dos objetivos básicos:

- La construcción del concepto de velocidad.
- La Introducción a la comprensión de los procesos científicos de identificación, operativización y control de variables.

### ***El clima de aprendizaje***

Debemos intentar crear en el aula un clima distendido y de colaboración, que fomente la comunicación en forma de discusión y diálogo entre los alumnos y entre los alumnos y el profesor. Así mismo, el aprendizaje heurístico que pretendemos promover necesita situar al alumno en una situación de cierta autonomía, con libertad para tomar decisiones y “poniendo énfasis en la construcción imaginativa, destinada a una cuidadosa contrastación” (Driver y Oldham 1986). Este planteamiento permite trabajar en los alumnos el desarrollo de actitudes como son la valoración del trabajo en equipo, la valoración y respeto a las opiniones de otras personas, la curiosidad e interés por comprender fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, la disposición al planteamiento de interrogantes, la disposición para admitir errores, la evaluación crítica, etc. Por otra parte, podemos afirmar que el contexto en que se desarrolla el aprendizaje es motivador. A los estudiantes les gustan las actividades de laboratorio, y cuando se les ofrece la oportunidad de desarrollar investigaciones con sentido y no triviales, se motivan e interesan por la ciencia (Henry 1975, Lawson et al. 1989 y Selmes et al. 1969).

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Además, si el aprendizaje llega a ser significativo y el alumno comprueba que mediante los procedimientos de la ciencia puede resolver problemas que le interesan conseguimos un alto grado de motivación. Sobre los aspectos afectivos de aprendizaje, Woolnough (1991) se pregunta: “¿Qué importancia tienen las actitudes, motivación y creencias de los alumnos para alcanzar el éxito en una determinada tarea?” y afirma que: “probablemente sean de importancia suprema, y a menudo ignoradas”. Así mismo, Woolnough sostiene que la cualidad que el alumno adquiere mediante la ciencia práctica y que es ampliamente transferible a diferentes situaciones es la autoconfianza. Si esto es cierto, debemos proponer a los alumnos actividades que les conduzcan al éxito, para estimular y hacer crecer la confianza en sus posibilidades.

### Las actividades de aprendizaje, metaaprendizaje y evaluación

Seguidamente haremos referencia a la secuenciación de actividades diseñada para el grupo de alumnos.

<p>Pregunta: Explica a tu modo qué significan las palabras rapidez y lentitud:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ <i>“La rapidez es mayor movimiento en menos tiempo y la lentitud es menor movimiento en más tiempo” (P. y Jo.)</i></li><li>■ <i>“La rapidez es un tipo de movimiento de velocidad alta que normalmente va acompañado de una aceleración” (Ru.)</i></li></ul> <hr/> <p>Pregunta: Indica tres situaciones de la vida corriente en que uses la palabra velocidad:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ <i>“En una carrera de coches y para hablar de conexión a internet” (P. y Jo.)</i></li><li>■ <i>“La velocidad de la luz es 300.000 km/sg” (Raf. y S2)</i></li></ul>
--

**Tabla 1.** Algunas de las respuestas más representativas de los alumnos a las preguntas del cuestionario. (Transcripción literal)

La fase inicial consiste en un análisis de la trama conceptual de los alumnos en referencia a los conceptos espacio, tiempo y movimiento (utilizando un cuestionario de respuesta abierta), que nos permitirá obtener los objetivos obstáculo.

A partir de estos seleccionaremos las actividades de Aprendizaje.

Las actividades de aprendizaje seleccionadas, están diseñadas para que los alumnos trabajen los procesos científicos. Principalmente, la observación -mediante la identificación de variables en contextos de la vida cotidiana y su medida-, continuando con el acercamiento a la operativización y el control de variables. En la Tabla 2 presentamos algunos fragmentos tomados de los cuadernos de los alumnos, en los que podemos estudiar el desarrollo de procesos cognitivos y Técnicas de Trabajo experimental de la ciencia.

Al final de las actividades se les proponen situaciones problemáticas y se les pide que las intenten resolver de forma científica mediante el diseño de un experimento.

Dentro de las técnicas de trabajo experimental trabajamos especialmente la Técnica del gráfico cartesiano, como instrumento esencial para el desarrollo de la habilidad metodológica de identificación de dependencias funcionales - relaciones de proporcionalidad directa e inversa -. Se ha hecho especial énfasis en intentar mostrar la estrecha relación entre las matemáticas y la física; partiendo de una gráfica de una función lineal realizada en la clase de matemáticas y mediante el diálogo socrático se intenta dar nombre a las variables y comparar la pendiente de la recta con la rapidez.

Respecto a la relación entre matemáticas y física, los alumnos G. y J.L. afirman: “La relación son los números y los cálculos que realizamos con ellos. También se puede ver que en el último ejercicio hay una operación matemática como es la regla de tres.”

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







**Actividad: Llevamos agua hasta ebullición**

"Podemos observar que el recipiente lleno de agua se puede apreciar como el agua pasa de estado líquido a gaseoso. Cuanto más caliente está el agua salen más burbujas de oxígeno. Este experimento lo hicimos aproximadamente en 15 minutos. Antes de calentar el agua la temperatura era 0 o menos de cero. La base se ha quemado debido a la temperatura." (J.y C.)

**Actividad: Identificar variables en situaciones de la vida cotidiana**

¿Qué factores afectan al calor de una habitación?

- "Si tienes calefacción lo puedes controlar con el termostato. Si no depende si da el sol, la gente que haya dentro, la altura a la que este la habitación" (J.R.)
- "Posesión de aire acondicionado. Buena ventilación(numerosas o grandes ventanas)" (C.)
- "Temperatura de la calle" (D.)
- "Tiempo y ángulo de incidencia del sol" (I.r.)
- "Estación del año, tamaño de la habitación" (E.)
- "Si hay sombra por otro edificio" (Ro.)

**Tabla 2.** Algunos fragmentos de los informes escritos de los alumnos.  
(Transcripción literal)

Durante todo el proceso de aprendizaje se reservarán tiempos para que el alumno realice actividades de metaaprendizaje y sobre cómo se construye el conocimiento (metaconocimiento), pues creemos que es de primordial importancia.

En esta misma línea, Porlán señala que “el alumno puede realizar una reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje (meta-aprendizaje), analizando la forma en que han cambiado sus concepciones, valorando la eficacia de las distintas estrategias utilizadas en la resolución de problemas, etc.; de forma que vayan desarrollando su propia capacidad de aprender a aprender”. Nuestro modelo trata de facilitar esta acción reflexiva del alumno y consideramos, como indican Astolfi et al. (1991) que puede lograrse por medio de la comunicación escrita, que se convierte en herramienta de pensamiento y huella de la actividad científica e intelectual del alumno. En la tabla 3 se muestran algunas reflexiones de los alumnos sobre su aprendizaje después de realizar la actividad.

La actividad final es una investigación dirigida, que consiste en el Estudio del movimiento de un carrito con ruedas (trolley). En la Figura 2 se presenta un esquema del modelo de resolución de problemas para la investigación escolar del alumno.

Para realizar la evaluación del alumno, plantearemos situaciones problemáticas nuevas donde pueda aplicar los procesos y conceptos trabajados durante las fases previas del proceso de aprendizaje; de esta forma podremos evaluar su validez y operatividad. Estas situaciones problemáticas las plantearemos en las actividades de evaluación (o aplicación), que serán generalmente problemas de lápiz y papel.

Los Instrumentos de evaluación han sido el diario del profesor, el cuaderno del alumno, las entrevistas personales, el análisis de los cuestionarios y alguna grabación de audio.





## 2º Congreso Nacional "La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación"

### Actividad: Cuestionario de ideas previas

"Aprendemos a valorar el movimiento desde diferentes perspectivas." (Ru.)

### Actividad: ¿Hay algo que varía?

- "Este ejercicio trata de "LA VARIABLE" " (R.)
- "Hemos aprendido que observando un objeto de diferentes formas, podemos observar las relaciones que tienen entre ellas y la forma en la que variándola, podemos crear otra relación.
- También, hemos podido observar, que variando algo del objeto, variarán todos los demás proporcionalmente a lo que hemos variado nosotros." (E. y D.)
- "El trabajo se trata de la proporcionalidad" (S. y Ric.)

### Actividad: Identificar variables en situaciones de la vida cotidiana

- "Hemos aprendido los experimentos para reconocerlos y medirlos (los cambios)" (Raf. y S2.)
- "Hemos aprendido los efectos de algunos procesos físicos naturales en objetos de la vida cotidiana" (Raf. y S2)

### Actividad: Llevamos agua hasta ebullición

"Hemos aprendido como se puede pasar el agua de estado líquido a estado gaseoso y a observar como el vapor choca en el cristal." (J.y C.)

**Tabla 3.** Algunas reflexiones de los alumnos sobre su aprendizaje.  
(Transcripción literal)

## Conclusiones

Del análisis del diario del profesor podemos obtener una importante información relativa al proceso de enseñanza y a las dificultades y exigencias que conlleva la puesta en práctica del Modelo de Iniciación Metodológica en las aulas.

Es imprescindible el proceso previo de interiorización del Modelo por parte del profesor. Una vez logrado debe superar las exigencias de su puesta en práctica que le obligan a plantear cuestiones y formular problemas, ofrecer procedimientos de resolución a situaciones problemáticas, explicar cuestiones de carácter general, orientar la búsqueda del alumno y, por supuesto, ayudarle a pensar sobre ¿cómo es la Ciencia? y ¿cómo se construye el conocimiento científico? Para ello debe incitarle a pensar sobre sus propios procedimientos o actividades intelectuales. En nuestra Ejemplificación, además, el profesor, al ser a su vez investigador se ha encontrado las dificultades propias de la investigación educativa.

Por su parte, el alumno también ha intentado superar diversos obstáculos y adaptarse a la nueva forma de aprender que se le ofrecía. Las tareas que ha tenido que desempeñar incluyen: La participación en las actividades de aprendizaje en equipo, la elaboración de los informes de investigación, la participación en los coloquios y debates científicos, etc.



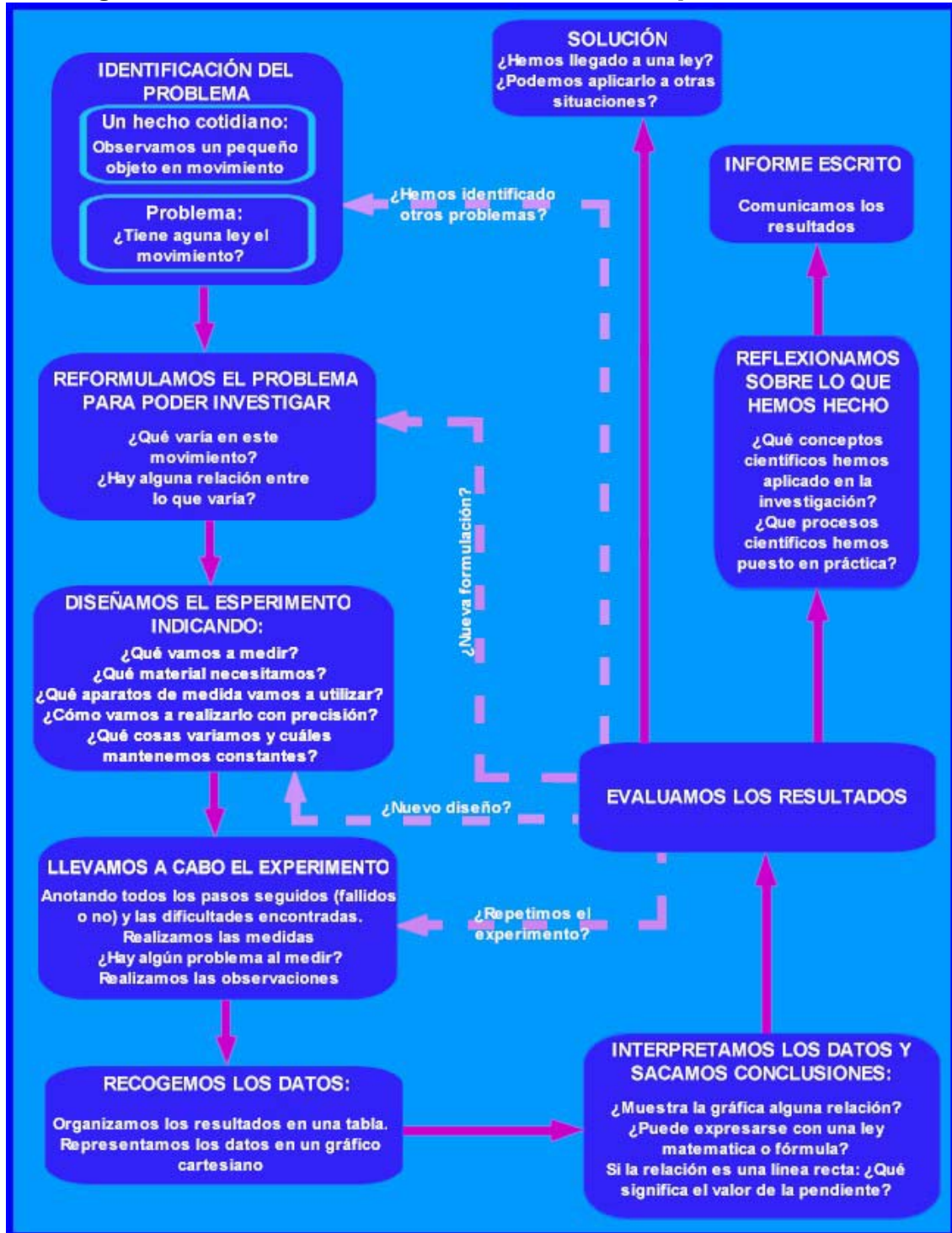


Fig. 2. Modelo de resolución de problemas para la investigación escolar del alumno. Basado en APU (Assessment of performance Unit) (DES, 1984)

### Bibliografía básica

- Astolfi, J.P. et al. (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. INRP, París.
- Forteza, A. y Lahera, J. (1998). *Los procesos científicos en el Área de Ciencias de la Naturaleza de ESO. Un planteamiento de investigación en Ciencias Físicas*. Memoria de investigación. CIDE/MEC, Madrid.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

- Fourez, G. (1994). *Alphabetisation scientifique et technique*. De Boek Universit , Bruselas.
- Kuhn, D. et al. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Academic Press. Inc. California.



### **“EL <TALLER DE CIENCIAS> COMO ELEMENTO MOTIVADOR EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL”**

Por Juliana Parras Armenteros. EU de Magisterio de Ciudad Real, de la Universidad de Castilla La Mancha.

#### **Resumen**

Una de las principales preocupaciones de los docentes de todos los niveles es la motivación del alumnado. Muchas de las asignaturas que los futuros maestros, alumnos de la especialidad de Educación Infantil, cursan no son significativas para ellos puesto que no ven una aplicación directa al aula.

A los alumnos de 2º de Educación Infantil de la escuela de Magisterio, se le ha preguntado por una serie de cuestiones, entre las que se destaca la siguiente:  crees necesaria la formación científica del profesorado de Educación Infantil? Un porcentaje elevado de las respuestas indican que no es imprescindible cursar asignaturas científicas, puesto que son contenidos que no van a trabajar en Educación Infantil. Sin embargo, cuando se les señala que el niño es curioso por naturaleza, un investigador nato, que utiliza los cinco sentidos para conocer el mundo que le rodea, se produce un cambio importante de opinión, mostrando estos alumnos un mayor interés por las Ciencias, aunque siguen pensando que es muy difícil llevar a cabo actividades científicas en el aula.

Sobre la base de estas consideraciones, durante el pasado curso académico se ha llevado a cabo una experiencia cuyo interés era que los alumnos de Magisterio se motivaran con las asignaturas impartidas, sintieran la necesidad de inculcar conceptos científicos y el método científico en Educación Infantil, incorporaran actividades de carácter científico durante el periodo de sus prácticas autónomas y en un futuro, cuando sean docentes, destinen en su aula un espacio (rincón, taller, etc.) donde realizar actividades científicas.



### **“LA JORNADA ESCOLAR COMO PROMOTORA DE LA SALUD CARDIOVASCULAR” (MODELO DE SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA)**

Por Luis Moral Moreno. CES “Don Bosco” (adscrito a la Universidad Complutense de Madrid).

#### **Resumen**

Como educadores responsables y comprometidos estamos obligados a desarrollar en nuestras intervenciones educativas, contenidos relacionados con la salud. Los niños activos de hoy tendrán muchas más posibilidades de ser adultos activos y sanos. Necesitamos profundizar en la incipiente corriente de investigación sobre los patrones de actividad física en distintos momentos y contextos del quehacer diario de los niños. Esta aproximación puede ayudarnos a comprender por qué la gente elige el comportamiento sedentario más que el físicamente activo, y lo que tiene que cambiar para hacer que la actividad física sea más atractiva. Buscamos en última instancia precisar las pautas efectivas de intervención didáctica que nos aseguren el desarrollo integrado de la condición física vinculada a la salud en las primeras etapas de la educación.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Teniendo presente las teorías al uso que intentan explicar la relación de la población con la actividad física, los métodos frecuentemente utilizados para valorar la actividad física, las recomendaciones de actividad física para la infancia y los factores interesados, proponemos un modelo de seguimiento de la actividad física de los escolares a lo largo de la jornada escolar. Un modelo que a partir de un primer diagnóstico, nos permita proponer estrategias educativas de promoción de la salud con el objetivo de influir en los hábitos de salud de la población en un futuro.

### **1. Introducción**

La comunidad investigadora se empieza a ocupar de la infancia y adolescencia de manera significativa intentando demostrar la posible influencia de la actividad física de la infancia en la edad adulta<sup>3</sup> (Malina, 1994).

Son frecuentes en la literatura estudios con jóvenes que han obtenido evidencias acerca de los múltiples beneficios de la actividad física (Teles, De Moraes y Fontoura, 2002; Rowlands, Eston, y Indeglew, 1999; Dubbert, 1992; Corbin y Pangrazi, 2003; Corbin, Pangrazi, y Welk, 2003; Baranowski et al., 1997; Cavill, 2001), biológicos (grasa corporal, salud esquelética y crecimiento), psicológicos (bienestar y autoestima), como sociales (desarrollo moral y social), así como de la posible influencia de la actividad física en los factores de riesgo de enfermedades crónicas (metabolismo de lípidos y lipoproteínas, presión sanguínea etcétera) (Biddle et al., 1998; Sallis y Patrick, 1994).

### **2. El compromiso fisiológico. Marco de estudio y definición**

El nuevo concepto de salud, con *"una perspectiva más abierta y dinámica, que se orienta principalmente a la promoción de ambientes y estilos de vida saludables... ha contribuido decisivamente a la consideración del ejercicio físico como un importante elemento de promoción para la salud."* (Devís y Peiró, 1992). Un claro ejemplo del compromiso que los estamentos oficiales competentes demuestran con esta corriente de promoción de la salud desde las primeras edades puede observarse en los recientes Reales Decretos por los que se establecen para todo el Estado las enseñanzas comunes de la Educación Infantil<sup>4</sup>, la Educación Primaria<sup>5</sup> y la Educación Secundaria Obligatoria<sup>6</sup>.

Parece evidente que no cualquier actividad escolar es suficientemente dinámica como para comprometer fisiológicamente al organismo. Es más, atendiendo a la clasificación que Pieron realiza a partir del análisis de los tiempos de las clases de Educación Física, fácilmente entendemos que no todas las tareas suponen un "compromiso motor".

Para Generelo (1998) el compromiso fisiológico<sup>7</sup> se valorará según el balance de la que denomina "participación activa", y de la frecuencia cardiaca, siendo ambos indicadores accesibles de manera inmediata para el profesor durante las actividades curriculares (e.g. en la intervención didáctica de la clase de Educación Física), o en la observación sistemática de actividades extracurriculares (e.g. recreos e intervalos entre clases), quedando más dificultada en las actividades extraescolares (e.g. escuelas deportivas, juegos infantiles espontáneos, actividades de fin de semana, etcétera).

#### **2.1. Recomendaciones a niños y jóvenes para la realización de actividad física**

<sup>3</sup> La evidencia sugiere que los jóvenes que son inactivos durante la infancia y la adolescencia tienen mucha probabilidad de convertirse en adultos inactivos (Raitakari et al., 1994).

<sup>4</sup> Real Decreto 829/2003, de 27 de junio, por el que se establecen las enseñanzas comunes de la Educación Infantil.

<sup>5</sup> Real Decreto 830/2003, de 27 de junio, por el que se establecen las enseñanzas comunes de la Educación Primaria.

<sup>6</sup> Real Decreto 831/2003, de 27 de junio, por el que se establece la ordenación general y las enseñanzas comunes de la Educación Secundaria Obligatoria.

<sup>7</sup> Generelo define compromiso fisiológico como el grado de entrega de un sujeto en una actividad física y/o deportiva desde el punto de vista fisiológico, considerando para ello el balance entre el tiempo de participación activa y la frecuencia cardiaca. Creemos que el concepto de compromiso fisiológico es más válido que el solo dato de la "participación activa", para aportarnos información de la entrega, del empeño, con el que un niño participa en cualquier práctica física.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Pivarnik y Pfeiffer (2002), Corbin y Pangrazi (2003), y Corbin, Pangrazi y Welk (2003) a partir de sus propias investigaciones y de las revisiones de otros estudios, establecen las siguientes recomendaciones para la realización de actividad física por los niños:

- Todos los niños deberían comprometerse con la realización de actividad física que mejorara su condición cardiovascular y músculo esquelético (incluyendo la fuerza y la flexibilidad).
- Deberían incluirse en los programas de actividad oportunidades para que los niños aprendieran las destrezas motrices básicas y a desarrollar por completo un fitness físico relacionado con la salud.
- La actividad infantil debería centrarse en un alto volumen y una moderada intensidad que incluyera actividades esporádicas tales como juegos activos desarrolladas varias veces al día.
- De igual forma se debería promover la realización de actividades cotidianas como andar o ir en bicicleta a la escuela o realizar tareas físicas en casa como ejemplos de conductas que les guiarán a una actividad cotidiana en la adultez.
- Las actividades físicas cotidianas deberían alcanzar al menos 60 minutos al día. La mayoría de las actividades deberían ser de moderada intensidad para así incrementar la frecuencia cardíaca y respiratoria. Deberían complementar este tipo de actividades con otras más vigorosas al menos tres veces por semana.
- Las líneas programáticas también deben poder aplicarse a los niños que están especialmente interesados en un desempeño físico de elevada intensidad, pero sólo cuando sea apropiado para su desarrollo.

Estos autores desarrollan un Modelo de Prescripción del Ejercicio, un programa que defiende elevar la frecuencia cardíaca de los niños hasta  $\geq 140$  p/min durante  $\geq 20$  minutos de manera consecutiva.

Dado lo que sabemos sobre las tasas de esfuerzo y beneficios, y las necesidades de desarrollo de los niños, es posible que las actividades físicas continuas de alta intensidad puedan hacer descender la motivación para futuras actividades.

La principal conclusión de la Conferencia Internacional para el Consenso sobre las líneas de Actividad Física para los Adolescentes celebrada en EE.UU. en 1997, recomienda que todos los adolescentes deberían ser diariamente activos, o casi diariamente, formando parte de juegos, deportes, trabajo, transporte, recreación, Educación Física, o de ejercicio planificado, en el contexto familiar, la escuela, y las actividades de la comunidad. Los adolescentes deberían realizar 3 o más sesiones a la semana de actividades que duren 20 minutos consecutivos o más y que requieran nivel de ejercitación de moderado a vigoroso.

### **2.2. Patrones de actividad infantil y juvenil en Europa**

La encuesta de Conducta de Salud de los Escolares (Health Behaviour of School Children Survey; WHO, 2000) nos ofrece los datos más extensos sobre los patrones de actividad física a lo largo y ancho de Europa de los niños de entre 11 y 15 años. Estos datos deben tratarse con precaución debido a ciertas variaciones producidas a la hora de llevar a cabo la encuesta en cada país (Cavill, 2001).

La encuesta mostró que en todos los Estados Miembros de la Unión Europea la mayoría de los niños de 11 años dicen realizar ejercicio físico 2 veces a la semana o más con gran variación entre los países. Por ejemplo, el 54% de las niñas francesas dicen pertenecer a ese nivel de actividad frente al 89% de las niñas norirlandesas, y el 76% de los niños noruegos frente al 93% de los norirlandeses.

En todos los países los niños eran más activos que las niñas, y el tiempo invertido en la actividad decrece con la edad en la mayoría de los países. A la edad de 15 años, los países más activos tienen alrededor del 90% de los chicos ejercitándose dos veces por semana (Irlanda del Norte y Austria), y el 67% de chicas (Alemania y Austria) mientras que los menos

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

activos tienen alrededor del 70% de los chicos (Dinamarca, Noruega y Suecia) y el 45% de las chicas (Grecia y Francia).

También fue medido el tiempo frente al televisor encontrando que en muchos países al menos uno de cada tres jóvenes de entre 11 y 15 años afirmaba ver la televisión 4 horas o más al día.

En España, la encuesta de García Ferrando (2000) mostraba que el 67% de los sujetos de 15 a 17 años practicaban alguna forma de actividad física 3 veces o más por semana. Esta cifra caía hasta el 49% de los sujetos de 18 a 24 años. Se encontró que los varones jóvenes eran más activos que las mujeres. Los niveles de participación habían permanecido estables durante los pasados 10 años.

Los índices de prevalencia de actividad física infantil en los Estados Miembros de la Unión Europea pueden variar tanto como los métodos utilizados en cada país. No obstante nos brindan una visión general de los niveles y tipos de actividad. En algunos países se puede observar la polarización de la actividad especialmente con los chicos: mientras crece el número global de jóvenes inactivos, hay un incremento entre los que realizan actividad vigorosa.

### **3. Teorías, factores y métodos para el seguimiento de la actividad física y el ejercicio**

Ninguna de los modelos y teorías actuales es suficiente para comprender y cambiar la actividad física vinculada a la salud. En una revisión de 45 estudios de intervención basadas en las Teorías de la Conducta, Baranowski, Anderson, y Carmack (1998) concluyeron que la habilidad de la teoría para producir resultados en los estudios de actividad física era muy limitada. Estos autores argumentaban que era preciso ampliar la investigación sobre las variables mediadoras para mejorar la comprensión de si las intervenciones basadas en teorías tienen efectos productivos. También sugieren que la predicción puede ser mejorada si los investigadores se centran en tipos determinados de actividad física desarrollados en situaciones específicas, (i.e. la marcha durante el descanso del almuerzo o subir escaleras en vez de el ascensor en un centro comercial).

En una publicación reciente Epstein (1998) recordaba a los investigadores e intervencionistas de la actividad física que tanto las aproximaciones inductivas (empíricas) como las deductivas (basadas en el testado de modelos) contribuyen al conocimiento, y que una combinación de aproximaciones es probablemente la mejor forma de asegurarnos un progreso continuo. Epstein y sus colegas (Epstein et al., 1995; Epstein et al., 1999; Epstein et al., 2000) han estado dirigiendo estudios innovadores de laboratorio y pruebas clínicas guiadas por la Teoría de la Elección de Conductas o Economía Conductual.

Es probable que esta aproximación tenga efectos sobre futuras intervenciones en la actividad física porque puede ayudarnos a comprender por qué la gente elige el comportamiento sedentario más que el físicamente activo, y lo que tiene que cambiar para hacer que la actividad física sea más atractiva. Recientes revisiones han clasificado importantes constructos teóricos para la actividad física en términos de tipos de variables o niveles de aplicación: intrapersonal-individual, interpersonal-social, y físico-ambiental (Sallis & Owen, 1998; U.S. Department of Health and Human Services, 1996).

La técnica de seguimiento de la actividad física en condiciones de campo surgió a principios de los años 70 (Bradfield et al., 1971; Selinger et al., 1974). Estas investigaciones pioneras a menudo conllevaban utilizar un considerable equipamiento que requería atención constante. Los sistemas disponibles en la actualidad permiten una libertad de movimiento y pasan inadvertidos a primera vista sin que influyan significativamente en los patrones de actividad física normales de los niños.

Creemos necesario profundizar en la incipiente corriente de investigación sobre los patrones de actividad física en distintos momentos y contextos del quehacer diario de los niños. Nuestra intención es ahondar en la estructura de la actividad física infantil a lo largo de la jornada

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

escolar, su distribución (aspectos cuantitativos) y su naturaleza (cualitativos) para establecer un primer diagnóstico sobre el que proponer estrategias educativas de promoción de la salud con el objetivo de influir en los hábitos de salud de la población en un futuro.

Si a nivel internacional existen relativamente pocos estudios al respecto (Armstrong y Van Mechelen, 1998; Pate et al., 1994; Sallis, 1993), en España, este tipo de investigaciones es incluso más escaso y no suele centrarse específicamente en la infancia y la adolescencia. Este hecho junto con los informes recientes de que un amplio porcentaje de niños y adolescentes no están realizando suficiente actividad física para su salud (Cale y Almond, 1992; Devís y Peiró, 1993; García Ferrando, 2000) son los principales alicientes que han motivado la realización de nuestra propuesta.

### **3.1. Factores determinantes de la actividad física infantil y juvenil**

Gordon-Larsen, McMurray y Popkin (2000), Deflandre et al. (2001) o los Centros para el Control de la Enfermedad y la Prevención de EE.UU. (Centres for Disease Control and Prevention, 1997) entre otros plantean una visión holística (integral) de los factores que influyen en la actividad física de los niños y adolescentes: factores demográficos (sexo, edad, raza o etnia), individuales, interpersonales y ambientales.

Deflandre et al. (2001) afirman que los factores biológicos (fitness, frecuencia cardiaca, etcétera), morfológicos (peso, altura, % de grasa), sociológicos (influencia ambiental), psicológicos (motivación), ambientales (estilo de vida) y e incluso genéticos parecen influir en la actividad física de los niños y adolescentes. Todos ellos deben ser analizados para identificar los determinantes de la actividad comúnmente considerados como beneficiosos para la salud (control de la obesidad y el colesterol, protección frente a enfermedades cardiovasculares y pulmonares, etcétera).

Atendiendo a los **factores biológicos y morfológicos** asociados con la actividad física entre la gente joven, se observa que las chicas invierten menos tiempo que los chicos en actividades físicas moderadas o vigorosas (Spady, 1980; Armstrong et al., 1990a; Armstrong y Bray, 1991; Janz et al., 1992) aunque dicha diferencia disminuye con la edad (Ilmarinen y Rutenfranz, 1980; Klausen, Rasmussen y Schibye, 1986; Janz et al., 1992). Aunque también hay estudios que no encuentran diferencias significativas en uno y otro sentido (Weymans y Reybrouck, 1989; Sallis et al., 1993).

Numerosos autores han informado de una correlación negativa entre el porcentaje de grasa corporal y la actividad física en adolescentes (Dishman, 1981; Godin y Shephard, 1984; Armstrong et al., 1990a; Sallis y Hovell, 1990; Janz et al., 1992).

Aunque algunos de ellos han informado de correlaciones positivas entre el consumo máximo de oxígeno y la actividad física de moderada a vigorosa intensidad para niños y niñas (Verschuur, Kemper y Besseling, 1984; Atomi et al., 1986) otros no (Andersen et al., 1984; Armstrong et al., 1990b). Estas divergencias pueden estar causadas por las diferencias metodológicas en la evaluación de la actividad, la duración del periodo de seguimiento o los diferentes índices utilizados en el análisis de datos.

Entre los **factores sociales** (interpersonales) asociados con la actividad física entre la gente joven aparecen agentes de socialización como los padres, los hermanos, los iguales, los profesores y los entrenadores. La influencia del rol paterno sobre el compromiso de los hijos en actividades físico-deportivas durante la infancia (Orlick, 1979; Greendorfer, 1977; Horna, 1989) parece decrecer en la adolescencia, cuando los iguales y los entrenadores adquieren más influencia.

Los estudios de Snyder y Spreitzer (1973) y Segalen (1993) han descrito los efectos de la influencia específica de los padres con respecto al género. También existen estudios donde se analiza la influencia del padre cuando ejerce un rol primario (Greendorfer y Lewko, 1978; Godin, Shephard y Calantonio, 1986), de la madre (Sallis et al., 1988) o de ambos (Butcher,

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

1983-1985; Perusse, Leblanc y Bouchard, 1988; Freedson y Evenson, 1991). Existen estudios que analizan la influencia de los hermanos (Greendorfer, 1979; Lewko y Ewing, 1980; Laasko, 1982; Weiss y Knoppers, 1982) y de los iguales (Greendorfer, 1977-1979; Greendorfer y Lewko, 1978; Patrikson, 1981; Andersen y Wold, 1992; Sallis et al., 1996). Se observa una mayor similitud entre las conductas de miembros de una misma generación que entre sujetos de diferentes generaciones (Perusse et al., 1988; Snyder y Spreitzer, 1973).

Los entrenadores y profesores también pueden influir en las actividades físicas y deportivas de la gente joven (Brustad, 1992; Kenyon, 1970).

Dentro de los **factores psicológicos** (interpersonales o individuales) asociados con la actividad física entre la gente joven, Callède (1982), Durand (1987) y Simons-Morton et al. (1988) observaron descensos en la práctica de deportes a la edad de 14 a 15 años. Las principales causas incluirían la orientación personal hacia otro tipo de actividades de ocio y tiempo libre (Durand, 1987), la falta de tiempo y el estancamiento de la habilidad (Feltz y Petlichkoff, 1983).

La motivación de logro en los jóvenes está influida directamente por su percepción de su propia habilidad y del ánimo de los padres (Brustad, 1992). Este tipo de motivación en la que el joven trata de comparar su destreza con la de otros para demostrar su expertise en una tarea y obtener aprobación social, parece estar muy influida por los padres quienes tienden a proyectar sus deseos sobre sus hijos (Silvennoinen, 1984; Silvennoinen y Oinonen, 1990). La motivación de logro parece ser más masculina y decreciente con la edad (Telega y Silvennoinen, 1979).

Cuando para los niños y los jóvenes la habilidad empieza a ser el aspecto más importante de la práctica deportiva, la auto-percepción de dicha habilidad puede fortalecer la motivación o conducir al descenso de la motivación y así al abandono (Lewko y Ewing, 1980; Klint y Weiss, 1987; Sallis y Hovell, 1990; Brustad, 1992; Sallis et al., 1992-1993). Los adolescentes que practican deporte organizado tienden a creerse más competentes, y los chicos a creerse más capaces que las chicas (Feltz y Petlichkoff, 1983).

La afiliación a un grupo es otro aspecto importante del compromiso deportivo (Klint y Weiss, 1987). Flood y Hellstedt (1991) y Curry y Weiss (1989) notaron un mayor deseo de afiliación entre chicas que entre chicos, quienes tienden a privilegiar más el aspecto competitivo.

La diversión resultante de la práctica deportiva es otro aspecto motivacional no enteramente entendido y a menudo vinculado a la motivación por afiliación. La búsqueda de placer y entretenimiento que los jóvenes hacen a través de la actividad física, puede parecer gratuita y sin sentido a los ojos de los adultos.

De igual forma, la actividad de los adolescentes puede depender de **factores ambientales y socioculturales** como el estatus socioeconómico (Dishman, Sallis y Grenstein, 1985; Sallis et al., 1992 -1996; Zakarian, Hovell y Hofstetter, 1994), la educación (Kenyon, 1966; Baেকে, Burema y Frijters, 1982; Dishman et al., 1985; Sallis y Hovell, 1990), el ambiente (urbano vs rural) (Shephard et al., 1980), la proximidad a las instalaciones deportivas (Laasko, 1982; Ross et al., 1987) y la disponibilidad de equipamiento privado (Stucky-Ropp y Dilorenzo, 1993; Sallis et al., 1996).

Como hemos podido observar, la implicación en la práctica físico-deportiva de los niños y los jóvenes supone un elevado número de interacciones entre las variables biológicas-morfológicas, sociológicas, psicológicas y ambientales.

### **3.2. Métodos para evaluar la actividad física y el gasto energético**

A pesar de que se hace preciso encontrar una forma objetiva de medir y evaluar la actividad física para poder cuantificar la relación entre la actividad física, la salud y las dolencias, más de 30 técnicas diferentes de medición han sido utilizadas para determinar el nivel de actividad

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

física en los adultos (Hatano, 1993; Voorrips, 1991; Haskell, 1992; Haskell y Yee, 1993; Arrol y Beaglehole, 1991; Dishman et al., 1992; Washburn et al., 1990; LaPorte et al., 1985), aunque la correlación y la validez de muchos de ellos no han sido establecidas con niños (véase Melanson y Freedson, 1996; Armstrong y Van Mechelen, 1998). Los estudios coinciden además en destacar las características que deberían reunir los métodos: objetividad, fiabilidad, reproducibilidad, accesibilidad o costes aceptables en su uso. Los métodos a utilizar deberían estar socialmente aceptados, y no deberían ser un obstáculo para que el niño se ejercitara con normalidad causando una mínima influencia en los patrones de actividad física normales del niño.

Los métodos más precisos que estiman la actividad física de los jóvenes provienen de medidas objetivas utilizadas durante varios días (Health Education Authority, 1997) y un periodo mínimo recomendado de seguimiento de 3 días (Bar-Or, 1983; Gretebeck y Montoye, 1989).

Introducimos a continuación una breve exposición de los métodos más usados para medir el nivel de actividad física en niños y adolescentes (Mahecha y Leandro, 1998).

### a. Métodos para evaluar la actividad física

- **Sensores o Detectores de Movimiento.** Cada vez más frecuentemente utilizados para obtener registros objetivos de la actividad física en los niños (McMurray et al., 1998). Datan de varias décadas de existencia. Se incluyen aquí los podómetros, el monitor de actividad motriz de larga escala integrada (LSI) y los acelerómetros.
- **La Observación, las Grabaciones de Actividad Física, Recuerdos y Cuestionarios.** Parte de los instrumentos más usados por su aplicabilidad a grandes grupos y con bajo coste Tienen el problema de que la actividad física es un comportamiento muy complejo para ser medido con total fiabilidad sólo con estos instrumentos.

### b. Métodos para evaluar el gasto energético

- **La calorimetría directa.** Aunque es un medio muy preciso es también muy caro por lo que deja de ser práctico a la hora de medir la actividad física habitual sobretodo para grandes muestras.
- **Monitores respiratorios de intercambio de gases portátiles (Consumo de Oxígeno).** Son instrumentos precisos que se han desarrollado en la pasada década relativamente livianos y que permiten al sujeto abandonar el laboratorio. Sin embargo todavía son incómodos y de elevado coste con grandes muestras.
- **Temperatura Corporal Central.** No es considerada una medida efectiva y sencilla para medir el gasto energético bajo otras condiciones que no sean las de laboratorio (Van Marken et al., 2001). Al combinarlo con otros instrumentos de medida de gasto energético, la temperatura central puede añadir una dimensión valiosa.
- **Tablas MET** Establecidas tras revisiones de estudios científicos, especifican el gasto energético para diversas actividades y clasifica el nivel de actividad en categorías baja, moderada, dura y muy dura. Su precisión depende de la fiabilidad del autoinforme. Los individuos varían significativamente en su consideración de la intensidad del esfuerzo, más aún si son niños o personas no habituadas al ejercicio. Su mayor limitación es la falta de precisión cuando queremos estimar el gasto energético en actividades discontinuas con intervalos de descanso.
- **Ecuación de Harris-Benedict** La literatura indica que la frecuencia de error en la estimación del gasto energético cuando se utiliza esta ecuación es alta. Además, las variaciones de la ecuación presentes en la literatura arrojan aún más dudas sobre su validez.
- **Los monitores de frecuencia cardiaca.** La mayor parte de las investigaciones existentes relacionadas con este método no se centran en el ámbito de la actividad física y el deporte, sino en un ámbito de estudio clínico o médico (Garatachea y De Paz, 2003). La temperatura ambiental u otros aspectos referidos al medio ambiente (Sengupta et al., 1979), el tipo de contracción muscular (estática vs dinámica,

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

McCloskey y Streatfield, 1975), el grupo muscular utilizado (piernas vs brazos, Vokac et al., 1975), las interferencias electrónicas con otro aparato de registro, los fármacos, los excitantes, las emociones (Saris, 1986), el estrés, la fatiga (LeBlanc, 1967), el nivel de preparación física o *fitness* de la persona (Kappagoda et al., 1979) y hasta los a veces repentinos cambios en la intensidad de la actividad física en la vida normal pueden causar una alteración en el perfil de la curva de la frecuencia cardiaca rompiendo la relación lineal de este parámetro con los índices de consumo de oxígeno y gasto energético (Laporte, Montoye y Caspersen, 1985; Luke et al., 1997; Van Den Berg-Emons et al., 1996).

Aunque el seguimiento continuo de la frecuencia cardiaca ha sido extensamente testado y se ha obtenido buenos índices de fiabilidad y validez cuando se aplica a jóvenes (Tsanakas et al., 1986; Treiber et al., 1989; Ceesay, 1989<sup>8</sup>), también existe un prolijo número de estudios donde se critica su exactitud a la hora de estimar a partir de ella el gasto energético (Ceesay et al., 1989; Eston et al., 1998; Racette, Schoeller y Kushner, 1995; Moon y Butte, 1996; Kalkwarf et al., 1989) debido sobretodo a la limitación demostrada bajo dos situaciones polares en actividades físicas de elevada y de baja intensidad (cuando se pierde la linealidad existente entre la FC y el VO<sub>2</sub>) (Rowlands et al., 1999).

- **Método de Agua Doblemente Marcada.** Es uno de los métodos más complejos descritos en la literatura para medir el gasto energético en niños (Livingstone et al., 1992). También es considerado el estándar dorado cuando no resulta práctico recluir a los sujetos en el laboratorio (Bouten et al., 1996). El método consiste en aplicar a los sujetos una dosis de deuterio, que es eliminado como H<sub>2</sub>O, y una dosis de <sup>18</sup>O, que es eliminado como H<sub>2</sub>O o como CO<sub>2</sub>. Se puede obtener la producción de CO<sub>2</sub> (i.e. el gasto energético) tomando la diferencia de los dos índices (Schoeller y Racette, 1990). Esta técnica es poco práctica para evaluar habitualmente el gasto energético diario debido a que requiere técnicos entrenados e instrumental.

Como podemos observar, los diferentes métodos que se vienen utilizando como mucho se correlacionan moderadamente por término medio. Cada método tiene sus virtudes y sus limitaciones. Los investigadores y practicantes deberían tener esto en cuenta junto con los fines que persiguen a la hora de realizar la elección de los métodos de evaluación de la actividad física.

Garatachea y De Paz (2003), entre otros autores, proponen mejorar la predicción de la energía gastada utilizando simultáneamente varios instrumentos de medida de diferente naturaleza: un pulsómetro para el registro de la frecuencia cardiaca, acelerómetros y podómetros para el registro del movimiento corporal.

### 4. Modelo de seguimiento de la actividad física durante la jornada escolar

Concluida la exposición del ámbito de trabajo que nos interesa, nuestra propuesta girará en torno al estudio de la jornada escolar como promotora de la salud cardiovascular de los alumnos de Ed. Primaria normales (con ausencia de patologías o discapacidades que pudieran afectar a dicha dimensión biológica). Para ello estableceremos un modelo de seguimiento de las actividades físicas que realizan los alumnos durante la jornada escolar. El posterior análisis de los resultados nos posibilitará valorar para cada uno de los sujetos observados en qué medida la jornada escolar está favoreciendo su salud cardiovascular.

La propuesta que aquí se introduce podría ser utilizada como una aproximación exploratoria de un programa más comprensivo<sup>9</sup> siguiendo los modelos ad hoc (Generelo, 1998). No obstante,

<sup>8</sup> Encuentra que este mismo método subestimó el VO<sub>2</sub> (equivalente de energía gastada) en solo un 1,2 % (con un rango entre -11.4 y +10.6%).

<sup>9</sup> Comprende tres fases: **conocimiento de la realidad** del compromiso fisiológico en la actividad física infantil en la jornada escolar (realizando un seguimiento por observación y descripción del fenómeno en varios casos). **Valoración del gasto energético** real de la actividad física (estudio de los efectos del compromiso fisiológico en el desarrollo del

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

la ulterior definición de las variables accesibles para el profesor con las que poder controlar en un futuro el compromiso fisiológico del alumno en clase, precisa que abordemos previamente el conocimiento del compromiso fisiológico real de la actividad física infantil (observación y definición del fenómeno).

Las variables de estudio y medición corresponden a tres dimensiones (categorías) diferenciadas de la persona: la dimensión biológica, la dimensión sociológica y la dimensión psicológica. El compromiso fisiológico constituye la variable central, y las restantes nos permitirán interpretar en mejor disposición los resultados obtenidos. Según las categorías introducimos las variables contempladas junto con los instrumentos a utilizar.

### **4.1. Dimensión biológica**

**Evaluación de las actividades físico-deportivas y seguimiento de la actividad.** Los profesores colaboradores complimentarían un **inventario de actividades** construido ad hoc y sometido al juicio de expertos. En dicho inventario incluirían cronológicamente en cada clase (contenido curricular de diferente área), las actividades realizadas por los sujetos observados, el tiempo invertido en cada actividad y una estimación de la intensidad a la que se ejercitaban los observados.

Los sujetos observados responderían a un sencillo **cuestionario auto administrable de recuerdo de actividades y sensaciones** asociadas a la jornada escolar construido *ad hoc* y sometido a juicio de expertos. En dicho cuestionario tendrían que marcar una imagen de entre varias, la que mejor expresara sus sensaciones en cada una de las clases que se habían desarrollado durante la recién acabada jornada escolar. Además deberían asociar a dicha sensación una de las causas de entre varias propuestas por nosotros.

**Estos datos se cruzarían con los resultados del seguimiento de la frecuencia cardiaca para evaluar la relación existente entre los registros de la frecuencia cardiaca, y la actividad física que desarrolla el sujeto durante la jornada escolar. Así como para evaluar el grado de acuerdo entre las valoraciones de la intensidad realizada tanto por el observador como por el observado.**

Previamente los participantes responderían a un **cuestionario auto administrable** donde informarían del número de horas efectivas de actividad física y deportiva que suelen realizar a la semana distinguiendo entre las deportivas organizadas en horario extraescolar y las no organizadas o espontáneas. En el mismo cuestionario deberían incluir los motivos para la realización de dichas actividades físico deportivas. Habría un apartado donde se incluirían preguntas relacionadas con los hábitos deportivos de sus padres, hermanos y amistades, y otro donde se abordarían el tema de las instalaciones próximas a su domicilio y el equipamiento deportivo personal.

**Estos datos se cruzarían con los resultados del seguimiento de la frecuencia cardiaca para evaluar si existe alguna relación entre la actividad física que desarrolla el sujeto durante la jornada escolar y su relación habitual con la actividad física o deportiva.**

**Seguimiento de la frecuencia cardiaca.** De acuerdo a las recomendaciones de Durant et al., 1993, los participantes llevarían un monitor de frecuencia cardiaca durante las 5 jornadas

---

niño). **Concreción y seguimiento de programas** que incluyan la atención del compromiso fisiológico.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación” escolares consecutivas que forman parte de una semana escolar.

Al igual que Strand y Reeder (1993a,b) y Raudsepp y Päll (1998) el pulsómetro grabaría el registro de frecuencia cardiaca a intervalos de 15 segundos. La frecuencia cardiaca empezaría a ser almacenada en la memoria del monitor desde momentos antes de empezar oficialmente la jornada escolar hasta poco después de acabarla tanto si la jornada es continua – intensiva (un solo bloque matinal) como si está dividida en dos bloques (mañana y tarde). Sin embargo, para estandarizar los procedimientos, los únicos datos a incluir en el posterior análisis serían estrictamente los correspondientes al horario de la jornada escolar (intervalo útil).

En el análisis posterior, se tendría presente la FC de reposo<sup>10</sup> (FCB) recogida y se calcularía para cada sujeto la FC media de cada jornada, la FC de reserva (diferencia entre la FC máxima y la de reposo), la FC media por asignaturas y por horas-clases<sup>11</sup> de la jornada escolar, y la FC media en las clases anteriores y posteriores a las clases de Educación Física.

También se calcularía el tiempo durante el cual los sujetos estuvieran a  $\geq 140$  p/min para evaluar el tiempo invertido en actividades físicas de moderadas a vigorosas (140 p/min corresponden aproximadamente al 50% de la FCR, o al 70% de la FC máx. según Armstrong et al., 1996). Y se calcularía el tiempo durante el cual los sujetos estaban a  $\geq 160$  p/min para evaluar el tiempo invertido en actividades físicas vigorosas (160 p/min corresponden aproximadamente al 70% de la FCR, o al 80% de la FC máx. según Armstrong et al., 1996). Estos criterios fueron utilizados con el mismo fin entre otros por Armstrong y Bray (1991) y Sallis et al. (1993).

**La respuesta cardiaca constituye la variable central, y las restantes nos permitirán interpretar en mejor disposición los resultados obtenidos.**

**Evaluación del Índice de Resistencia Cardiaca.** Se mediría por un método indirecto usando el test de Ruffier-Dickson adaptado para los niños (Villa, 2003). A partir de este test submaximal y continuo obtendríamos el Índice de Resistencia Cardiaca al esfuerzo. Cuanto menos elevado sean el pulso de reposo y el de recuperación tras el test, en mejor forma física se encontrará el sujeto.

Es una prueba que explora el comienzo de la aceleración y desaceleración cardiaca en el curso de una fase muy inestable, variable de un sujeto a otro con relativa independencia de las prestaciones cardiacas, ya que la regulación de la frecuencia de tipo nervioso se adaptará poco a las necesidades energéticas en el curso de una modalidad de esfuerzo demasiado breve y poco intensa.

La ecuación que nosotros aplicaríamos en nuestro estudio es  $I.R.C. = [(F1+F2+F3) - 200] / 10$ . Los resultados se ajustarían a las siguientes categorías:  $\geq 10$ , IR malo; entre  $>5$  y  $<10$ , IR mediano; entre  $\leq 5$  y  $1$ , IR bueno;  $<1$ , IR muy bueno.

**Evaluación de la Capacidad Aeróbica Máxima (VO<sub>2</sub> máx.).** Todos los niños participantes realizarían el test de postas progresivo (Léger et al., 1988). El número de paliers (intervalo de tiempo empleado) alcanzado por el sujeto antes de cesar su carrera sería utilizado como indicativo de la capacidad aeróbica máxima del niño de acuerdo con su sexo y edad.

<sup>10</sup> Determinada tras mantener una posición supina durante 20 minutos después de la noche y sin que haya habido actividad física previa.

<sup>11</sup> Periodos de tiempo ocupados por contenidos curriculares pertenecientes a una misma Área Curricular.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Este dato y el del IRC se cruzarían con los resultados del seguimiento de la frecuencia cardíaca para evaluar si existe alguna relación entre la actividad física que desarrolla el sujeto durante la jornada escolar y su nivel de fitness cardiovascular (condición física cardiovascular).

**Medidas antropométricas.** El **peso** corporal se registraría hasta aproximarse a un 0.1 Kg. de variación con los sujetos mínimamente vestidos; la **estatura** se registraría con un mismo estadiómetro hasta acercarse al 0.1 cm. de variación.

A partir de los datos, se ubicarían a los sujetos según su edad y sexo, en sus respectivos percentiles de talla y peso utilizando las curvas y tablas de crecimiento de Hernández et al. (2002).

El **Índice de Masa Corporal (IMC)** o índice de Quetelet sería calculado a partir del peso y talla utilizando las ecuaciones apropiadas para la edad y el sexo. Con alguna que otra limitación, el IMC puede ser usado como medida de escrutinio para determinar obesidad en la población infantil.

En el posterior análisis valoraríamos la relación entre los índices de obesidad individual con los niveles de actividad física que desarrollara cada sujeto durante la jornada escolar.

### 4.2. Dimensión sociológica

Para evaluar el **estatus social** de los participantes en sus respectivos grupos de clase, utilizaríamos las técnicas sociométricas. Observaríamos sus relaciones sociales, estudiando su posición dentro del grupo de clase, analizando sus elecciones y repulsiones y relacionando la posición sociométrica con la orientación de la personalidad (Moraleta, 1978).

El **test sociométrico** nos permitiría determinar el grado en que los individuos objeto de nuestro seguimiento son aceptados o rechazados en su grupo de clase en situaciones lúdicas generales e hipotéticas, y a quiénes eligen o rechazan en ese mismo contexto.

A todos los niños de los grupos de clase a los que pertenecen los sujetos muestrales, les formularíamos una misma pregunta para que eligieran a 3 de sus compañeros de clase con los que más desearían compartir actividades físicas y lúdicas generales. Y 3 de sus compañeros de clase con los que menos desearían compartir actividades físicas y lúdicas generales. Una vez obtenidos los resultados serían analizados para establecer:

- El grado de aceptación de los demás miembros de la clase (estatus sociométrico).
- Quiénes son los compañeros de cada alumno. Podremos ver si tienen estos muchos amigos diferentes o sólo algunos íntimos. Si los compañeros a los que tiene como amigos son aquellos que realmente prefiere, etcétera.
- La estructura espontánea del grupo. Si está compuesta de subgrupos o por el contrario se presenta bien integrada, estructurada. Puede ser que el test nos muestre una separación entre chicos y chicas o entre alumnos de diferente clase social. Nos permitirá apreciar también que alumnos logran superar los obstáculos y se integran en el grupo; descubrir a los líderes y aislados, así como sus características y satélites que les acompañan.

La **Matriz Sociométrica** es un cuadro de doble entrada donde se ordenan los datos individuales de rechazos y de elecciones de un mismo grupo. A partir de los datos recogidos

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

en la matriz se podría llegar a ciertos conocimientos:

- El estatus de elecciones o rechazos mediante la suma de elecciones – rechazos que recibe cada alumno de la clase.
- La expansividad positiva y la expansividad negativa por la suma respectiva de elecciones y rechazos emitidos por el sujeto.

Utilizaríamos el **Sociograma o Diana Sociométrica** de grupo para interpretar más fácilmente los datos de la matriz. El sociograma es un esquema o croquis sumamente útil y elocuente para discutir sobre los resultados obtenidos en el test al permitir apreciar de un vistazo la estructura afectiva del grupo.

Dibujaríamos en una hoja de papel tres círculos concéntricos. En el círculo interior se colocan los sujetos significativamente positivos; en el anillo intermedio, los no significativos; en el anillo exterior, los significativamente negativos. Los chicos se representan por triángulos y las chicas por círculos, con las iniciales de los sujetos en su interior. Definiríamos un sistema de representación de la dirección de las elecciones, rechazos o percepciones, y de intensidad de elección o rechazo mediante símbolos convencionales.

Por último utilizaríamos un **Sociograma Individual o Átomo Social** que es un sistema gráfico que representa el conjunto de interrelaciones que interesan a cada uno de los niños participantes en el seguimiento con el objeto de facilitar el análisis en cada caso concreto.

**Los datos resultantes de la evaluación social de los sujetos participantes se cruzarían con la actividad física que éstos desarrollan durante la jornada escolar para establecer en qué medida se relaciona su estatus social dentro de su grupo de clase con la actividad física desarrollada durante la jornada escolar.**

### 4.3. Dimensión psicológica

Pasaríamos **Tests de Personalidad** al uso que existen en la literatura para evaluar la personalidad y dentro de ella los rasgos más directamente relacionados con una posible influencia en la respuesta cardiaca (ansiedad,...).

Utilizaríamos el test de Porter y Catell (1959) CPQ (Children's Personality Questionnaire) para los sujetos de entre 8 y 12 años, y el test de Coan y Catell (1966) ESPQ (Early School Personality Questionnaire) para los sujetos de 6 a 8 años.

El **CPQ** permite puntuaciones en 14 dimensiones de la personalidad. Cada una de ellas representa un constructo que ha demostrado tener un valor general como una estructura psicológicamente significativa dentro de la personalidad.

Aparte de la valoración global del test, los factores que analizaríamos con más interés por estar más relacionados con nuestra propuesta serían: el FA (reservado vs abierto), FC (afectado por los sentimientos vs emocionalmente estable), el FD (calmoso vs excitable), el FE (sumiso vs dominante), el FF (sobrio vs entusiasta), el FH (cohibido vs emprendedor), el FJ (seguro vs dubitativo), el FO (sereno vs aprensivo), el FQ<sub>3</sub> (menos integrado vs más integrado), y el FQ<sub>4</sub> (relajado vs tenso).

El **ESPQ** permite puntuaciones en 13 dimensiones de la personalidad atendiendo a la personalidad del niño y sus posibles problemas en los primeros años de actividad escolar. Con él se puede comprender mejor las necesidades y predisposiciones de los alumnos y adaptar la actividad escolar y disciplinaria a cada uno.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Aparte de la valoración global del test, los factores que analizaríamos con más interés por estar más relacionados con nuestra propuesta serían: FA (reservado vs abierto), FC (afectado por los sentimientos vs emocionalmente estable), FD (calmoso vs excitable), el FE (sumiso vs dominante), el FF (sobrio vs entusiasta), el FH (cohibido vs emprendedor), el FJ (seguro vs dubitativo), FO (sereno vs aprensivo) y el FQ<sub>4</sub> (relajado vs tenso).

**Cruzaríamos los resultados sobre estas dimensiones con las frecuencias cardíacas que proceden de actividades físicas y de otras actividades curriculares que no llevan asociadas movimiento. La idea sería observar en qué medida la frecuencia cardíaca está sujeta a determinados rasgos de la personalidad de los sujetos.**

Pasaríamos el **Test de Ansiedad STAIC** de Spielberger et al. (1973) a niños de entre 9 y 15 años. Sólo nos interesaría la escala A-Rasgo donde el niño indicaría cómo se siente en general respondiendo para ello a 20 ítems. Esta escala intenta evaluar diferencias relativamente estables de propensión a la ansiedad.

En general los niños con elevada A-R experimentan elevaciones de la A-E más frecuentemente y con mayor intensidad frente a situaciones “amenazadoras” o peligrosas.

**Cruzaríamos los resultados de este test con los datos del cuestionario auto administrable de recuerdo de actividades y sensaciones para establecer si el sujeto tiene propensión a la ansiedad y en qué medida afecta al funcionamiento cardíaco.**

## 5. Conclusiones

La evidencia sugiere que los niños de Educación Primaria tienden a ser progresivamente más inactivos a medida que avanzan en edad. Crece alarmantemente el número de niños que desarrollan estilos de vida extremadamente sedentarios. Se necesitan tomar medidas educativas y de salud pública efectivas para incentivar un estilo de vida habitualmente más activo y así lograr una variedad de beneficios relacionados con la salud. Si dichas iniciativas son adecuadamente implementadas pueden repercutir a largo plazo en considerables beneficios económicos al servicio de salud pública.

Los nuevos estudios de seguimiento de la actividad física nos llevarán a conocer y controlar con mayor precisión los factores que determinan el balance del compromiso fisiológico. Éste sería un primer paso imprescindible para definir las pautas de intervención didáctica como estrategia para asegurar el desarrollo integrado de la condición física vinculada a la salud en las etapas de Educación Primaria.

Estamos convencidos de la necesidad de desarrollar, en nuestras intervenciones educativas, contenidos relacionados con la salud. Sería más que recomendable pasar de los “discursos” donde enmarcamos las bondades del ejercicio para la salud, a entender que la salud, como materialización de la calidad de vida, es más que un contenido: *“La atención de la salud se hace desde cualquier situación de clase, a partir de cualquier actitud nuestra como docentes”* (Generelo, 1998).

## 6. Referencias bibliográficas

- ANDERSEN, K.L.; ILMARINEN, J.; RUTENFRANZ, J.; OTTMANN, W.; BERNDT, I.; KYLIAN, H. y RUPPEL, M. Leisure time sport activities and maximal aerobic power during late adolescence. *European Journal of Applied Physiology*, 1984, 52: 431-436.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- ANDERSEN, N. y WOLD, B. Parental and peer influences on leisure time physical activity in young adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1992, 63: 341-348.
- ARMSTRONG, N. y VAN MECHELEN, W. How fit and active are children and youth?. En BIDDLE, S.; CAVILL, N. y SALLIS, J. *Young and Active?* London; Health Education Authority, 1998, p. 69-97.
- ARMSTRONG, N.; McMANUS, A.; WELSMAN, J.; KIRBY, B. Physical Activity Patterns and Aerobic Fitness Among Prepubescents. *European Physical Education Review*, 1996, 2(1): 19-29.
- ARMSTRONG, N.; BALDING, J.; GENTLE, P. y KIRBY, B. Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British children. *British Medical Journal*, 1990a, 301: 203-205.
- ARMSTRONG, N.; BALDING, J.; GENTLE, P.; WILLIAMS, J. y KIRBY, B. Peak oxygen uptake and habitual physical activity in 11 to 16 year olds. *Pediatric Exercise Science*, 1990b, 2: 349-358.
- ARMSTONG, N. y BRAY, S. Physical activity patterns defined by continuous heart rate monitoring. *Archives of Disease in Childhood*, 1991, 66(24): 5-247.
- ARROL, B. y BEAGLEHOLE, R. Potential misclassification in studies of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1991. 23(10): 1176-1178.
- ATOMI, Y.; IWAOKA, K.; HATTA, H.; MIYASHITA, M. y YAMAMOTO, Y. Daily physical activity levels in preadolescent boys related to VO2 max and lactate threshold. *European Journal of Applied Physiology*, 1986, 55: 156- 161.
- BAECKE, J.A.H.; BUREMA, J. y FRIJTERS, J.R. A short questionnaire for the assessment of habitual physical activity in epidemiological studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1982, 36: 936-942.
- BARANOWSKI, T.; ANDERSON, C. y CARMACK, C. Mediating variable framework in physical activity interventions: How are we doing? How might we do better? *American Journal of Preventive Medicine*, 1998, 15: 266–297.
- BARANOWSKI, T.; BAR-OR, O.; BLAIR, S.; CORBIN, C.; DOWDA, M.; FREEDSON, P.; PATE, R.; PLOWMAN, S.; SALLIS, J.; SAUNDERS, R.; SEEFELDT, V.; SIEDENTOP, D.; SIMONS-MORTON, B.; SPAIN, C.; TAPPE, M. y WARD, D. *Guidelines for School and Community Programs to Promote Lifelong Physical Activity Among Young People. Recommendations and Reports* [en línea]. Creado el 7 de marzo de 1997. [Consulta: 7 febrero 2003]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00046823.htm>.
- BAR-OR, O. *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner*. New York, Springer-Verlag, 1983.
- BIDDLE, S.; SALLIS, J.F. y CAVILL, N. (Eds) *Young and active?* London, Health Education Authority, 1998.
- BOUTEN, C. V.; VERBOEKET-VAN DE VENNE, W.P.; WESTERTERP, K.R.; VERDUIN, R. y JANSSEN, J.D. Daily physical activity assessment: comparison between movement registration and doubly labeled water. *Journal of Applied Physiology*, 1996, 81: 1019-1026.
- BRADFIELD, R.B.; CHAN, H.; BRADFIELD, N.E. y PAYNE, R.R. Energy expenditures and heart rates of Cambridge boys at school. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1971, 24: 1461-1466.
- BRUSTAD, R.J. Integrating socialization influences into the study of children’s motivation in sport. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1992, 14: 59-77.
- BUTCHER, J. Socialization of adolescent girls into physical activity. *Adolescence*, 1983, 18: 753-766.
- BUTCHER, J. Longitudinal análisis of adolescent girls’ participation in physical activity. *Sociology of Sport Journal*, 1985, 2: 130-143.
- CALE, L. y ALMOND, L. Physical activity levels of secondary-aged children: a review. *Health Education Journal*, 1992, 51(4): 192-197.
- CALLÈDE, J.P. *Contribution à une sociologie de la cultura: Quelques aspects de la pratique sportive*. París, Maison des Sciences de L’Homme d’Aquitaine, 1982.
- CAVILL, N. *Children and Young People – the Importance of Physical Activity*. Bruselas, ed. Susanne Logstrup – European Heart Network, 2001.
- CEESAY, S.; PRENTICE, A.; DAY, K.; MURGATROYD, P.; GOLDBERG, G. y SCOTT, W. The use of heart rate monitoring in the estimation of energy expenditure: a validation study using indirect whole-body calorimetry. *British Journal of Nutrition*, 1989, 61: 175-186.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- COAN, R.W. y CATELL, R.B. *Early School Personality Questionnaire ESPQ*. Institute for personality and ability testing (IPAT), Champaign, Illinois, EE.UU., 1966.
- CORBIN, C.B. y PANGRAZI, R.P. *Guidelines for Appropriate Physical Activity for Elementary School Children. 2003 Update (A Position Statement Council for Physical Education for Children – COPEC – of the National Association for Sport and Physical Education an association of the American Alliance for Health Physical Education and Recreation)* [en línea]. [Consulta: 23 febrero 2003]. Disponible en: [http://www.aahperd.org/naspe/pdf\\_files/input\\_activity.pdf](http://www.aahperd.org/naspe/pdf_files/input_activity.pdf).
- CORBIN, C.B.; PANGRAZI, R.P. y WELK, G.J. *Toward an Understanding of Appropriate Physical Activity Levels for Youth* [en línea]. [Consulta: 31 marzo 2003]. Disponible en: <http://www.fitness.gov/activity/activity6/toward/toward.html>.
- CURRY, T.J. y WEISS, O. Sport identity and motivation for sport participation: a comparison between American collage athletes and Austrian students sport club members. *Sociology Sport Journal*, 1989, 6: 257-268.
- DEFLANDRE, A.; LORANT, J.; GAVARRY, O. y FALGAIRETTE, G. Determinants of physical activity and physical and sports activities in French school children. *Perceptual and Motor Skills*, 2001, 92: 399-414.
- DEVÍS, J y PEIRÓ, C. El ejercicio físico y la promoción de la salud en la infancia y la juventud. *Gaceta Sanitaria*, 1992, 6(33): 263-268.
- DEVÍS, J y PEIRÓ, C. Evaluación de programas: Un programa de Educación Física y salud. *Apunts de la Educación Física y del Deporte*, 1993, 31.
- DISHMAN, R.K. Biological influences on exercise adherence. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1981, 52: 143-159.
- DISHMAN, R.K.; DARRACOTT, C.R. y LAMBERT, L.T. Failure to generalize determinants of self-reported physical activity to a motion sensor. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1992, 24(8): 904-910.
- DISHMAN, R.K.; SALLIS, J.F. y GRENSTEIN, D.R. The determinants of physical activity and exercise. *Public Health Reports*, 1985, 100: 158-171.
- DUBBERT, P.M. Physical Activity and Exercise: Recent Advances and Current Challenges. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1992, 70(3): 526-536.
- DURAND, M. *L'enfant et le sport*. París, PUF, 1987.
- EPSTEIN, L.H. Integrating theoretical approaches to promote physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 1998, 15: 257-265.
- EPSTEIN, L.H.; KILANOWSKI, C.K.; CONSALVI, A.R. y PALUCH, R.A. Reinforcing value of physical activity as a determinant of child activity level. *Health Psychology*, 1999, 18: 599-603.
- EPSTEIN, L.H.; PALUCH, R.A.; GORDY, C.C. y DORN, J. Decreasing sedentary behaviors in treating pediatric obesity. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 2000, 154: 220-226.
- EPSTEIN, L.H.; VALOSKI, A.M.; VARA, L.S.; MCCURLEY, J.; WISNIEWSKI, L. y KALARCHIAN, M.A. Effects of decreasing sedentary behavior and increasing activity on weight change in obese children. *Health Psychology*, 1995, 14: 109-115.
- ESTON, R.G.; ROWLANDS, A.V.; INDEGLEW, D.K. Validity of heart rate, pedometer, for predicting the energy cost of children's activities. *Journal of Applied Physiology*, 1998, 84(1): 362-371.
- FELTZ, D. y PETLICHKOFF, L. Perceived competence among interscholastic sport participants and dropouts. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 1983, 8: 231-235.
- FLOOD, S.E. y HELLSTEDT, J.C. Gender difference in motivation for intercollegiate athletic participation. *Journal of Sport Behavior*, 1991, 14: 159-167.
- FREEDSON, P.S. y EVENSON, S. Familial aggregation in physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1991, 62: 384-389.
- GARATACHEA, N. y DE PAZ, J.A. Exactitud del método de monitorización de la frecuencia cardiaca en la estimación del coste energético. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte* [en línea]. Marzo de 2003, nº 9 [fecha de consulta: 6 junio 2003]. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista9/monitorizacion.html>. ISSN: 1577-0354.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- GARCÍA FERRANDO, M. *Los Españoles y el Deporte: Prácticas y Comportamientos en la última década del s. XX. Encuesta sobre los hábitos deportivos de los Españoles*. Madrid, CSD, 2000, en prensa.
- GENERELO, E. Una aproximación al estudio del compromiso fisiológico en la E.F. escolar y el deporte educativo. En MARTÍNEZ DEL CASTILLO, J. (comp.). *Deporte y Calidad de Vida. (Investigación Social y Deporte, nº4)*. Madrid, Esteban Sanz, 1998.
- GODIN, G. y SHEPARD, R.J. Normative beliefs of school children concerning regular exercise. *Journal of School Health*, 1984, 54: 443-445.
- GODIN, G.; SHEPARD, R.J. y CALANTONIO, A. Children's perception of parental exercise: influence of sex and age. *Perceptual and Motor Skills*, 1986, 62: 511-516.
- GORDON-LARSEN, P.; McMURRAY, R. y POPKIN, B. Determinants of adolescent physical activity and inactivity patterns. *Pediatrics*, 2000, 105:6.
- GREENDORFER, S.L. Role of socializing agents in female sport involvement. *Research Quarterly*, 1977, 48: 304-310.
- GREENDORFER, S.L. y LEWKO, J.H. Role of family members in sport socialization of children. *Research Quarterly*, 1978, 49: 146-152.
- GREENDORFER, S.L. Childhood sport socialization influences of male and female track athletes. *Arena Review*, 1979, 3: 39-53.
- GRETEBECK, R. y MONTOYE, H. Reproducibility of objective methods for measuring physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1989, 21: S112.
- HASKELL, W. L.; LEON, A. S.; CASPERSEN, C. J.; FROELICHER, V. F.; HAGBERG, J. M.; HARLAN, W.; HOLLOSZY, J. O.; REGENSTEINER, J. G.; THOMPSON, P. D.; WASHBURN, R. A., y WILSON, P. W. F. Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1992, 24(6): 201-220.
- HASKELL, W.; YEE, M.; EVANS, A. y IRBY, P. Simultaneous measurement of heart rate and body motion to quantitate physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1993, 25(1): 109-115.
- HATANO, Y. Use of the pedometer for promoting daily walking exercise. *Journal of I.C.H.P.E.R.*, 1993, 4-8.
- HEALTH EDUCATION AUTHORITY. *Young and Active? Draft policy framework for young people and health-enhancing physical activity*. London, HEA, 1997.
- HERNÁNDEZ, M.; CATALLET, J.; NARVAIZA, J.L.; RINCÓN, J.M.; RUIZ, I.; SÁNCHEZ, E. et al. *Curvas y Tablas de Crecimiento. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo*. Bilbao, Fundación F. Orbegozo, 2002 (reimp).
- HORNA, J. The leisure component of the parental role. *Journal of leisure Research*, 1989, 21: 228-241.
- ILMARINEN, J. y RUTENFRANZ, J. Longitudinal studies of the changes in habitual physical activity of school children and working adolescents. *Children and Exercise*, 1980, 9: 149-159.
- JANZ, K.F.; GOLDEN, J.C.; HANSEN, J.R. y MAHONEY, L.T. Heart rate monitoring of physical activity in children and adolescents: The Muscatine study. *Pediatrics*, 1992, 89: 256-261.
- KALKWARF, H.J., HAAS, J.D.; BELKO, A.Z.; ROACH, R.C. y ROE, D.A. Accuracy of heart-rate monitoring and activity diaries for estimating energy expenditure. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1989; 49: 37-43.
- KAPPAGODA, C.; LINDEN, R. y NEWELL, J. Effects of the Canadian Air Force Training Program on a submaximal exercise test. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 1979, 64: 185-204.
- KENYON, G.S. The significance of physical activity as a function of age, sex and socioeconomic status of northern U.S. adults. *Internacional Review of Sport Sociology*, 1966, 1: 41-58.
- KENYON, G.S. The use of path analysis in sport psychology with special reference to involvement socialization. *Internacional Review of Sport Sociology*, 1970, 5: 191-203.
- KLAUSEN, K.; RASMUSSEN, B y SCHIBYE, B. Evaluation of the physical activity of school children during a physical education lesson. En RUTENFRANZ, J.; MORCELLIN, R. y KLIMT, F. (Eds.) *Children and Exercise: VII. Campaña (II)*, Human Kinetics, 1986, p. 93-101.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- KLINT, K.A. y WEISS, M.R. Perceived competent and motives for participating in youth sport: a test of Harter's Competent Motivation Theory. *Journal of Sport Psychology*, 1987, 9: 55-65.
- LAPORTE, R.E., MONTOYE, H.J. y CASPERSEN, C.J. Assessment of physical activity in epidemiologic research: problems and prospects. *Public Health Reports*, 1985, 100: 131-146.
- LAASKO, L. Socialization environment in childhood and youth as determinant of adult age sport involvement: a retrospective study. *International Review of Sport Sociology*, 1982, 17: 111-118.
- LEBLANC, J.A. Use of heart rate as an index of work output. *Journal of Applied Physiology*, 1967, 10: 275-280.
- LÉGER, L.; MERCIER, D.; GADOURY, C. y LAMBERT, J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 1988, 6: 93-101.
- LEWKO, J.H. y EWING, M.E. Sex differences and parental influence in sport involvement of children. *Journal of Sport Psychology*, 1980, 2: 62-68.
- LIVINGSTONE, M.B.E.; COWARD, A.W.; PRENTICE, A.M.; DAVIES, P.S.W.; STRAIN, J.J.; MCKENNA, P.G.; MAHONEY, C.A.; WHITE, J.A.; STEWART, C.M. y KERR, M.-JJ. Daily energy expenditure in free-living children: comparison of heart-rate monitoring with the doubly labeled water method. *Journal of Clinic Nutrition*, 1992, 56: 343-352.
- LUKE, A.; MAKI, K., BARKEY, N.; COOPER, R. y MCGEE, D. Simultaneous monitoring of heart rate and motion to assess energy expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1997, 29(1): 144-148.
- MAHECHA, S.M. y LEANDRO, A. Nivel de atividade física em crianças e adolescents de diferentes regioes de desenvolvimento. *Revista de APEF* [en línea]. Vol. 3, nº 4, 1998. [Consulta: 17 febrero 2003]. Disponible en: <http://www.ucb.br/mestradoef/rbcm/downloads/r5v10n4.pdf>.
- MCCLOSKEY, D. y STREATFIELD, K. Muscular reflex stimuli to the cardiovascular system during isometric contraction of muscle groups of different mass. *Journal of Physiology*, 1975, 230: 431-441.
- MCMURRAY, R.G.; HARRELL, J.S.; BRADLEY, C.B.; WEBB, J.P. y GOODMAN, E.M. Comparison of a computerized physical activity recall with a triaxial motion sensor in middle school youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1998, 30: 1238-1245.
- MELANSON, E.L. y FREEDSON, P.S. Physical activity assessment: A review of methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1996, 36: 385-396.
- MOON, J. K. y BUTTE, N. Combined heart rate and activity improve estimates of oxygen consumption and carbon dioxide production rates. *Journal of Applied Physiology*, 1996, 81(4): 1754-1761.
- MORALEDA, M. *Sociodiagnóstico del aula*. Madrid, Ed. Marova, 1978.
- ORLICK, T. Sport participation: a process of shaping behavior. *Human Factor*, 1974, 16, 558-561.
- PATE, R.R.; LONG, B.J. y HEATH, O. Descriptive epidemiology of physical activity in adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 1994, 6: 434-447.
- PATRICKSON, G. Socialization to sport involvement. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 1981, 3: 27-32.
- PERUSSE, L.; LEBLANC, C. y BOUCHARD, C. Familial resemblance in lifestyle components: results from the Canada Fitness Survey. *Canadian Journal of Public Health*, 1988, 79: 201-205.
- PIVARNIK, J.M. y PFEIFFER, K.A. *Michigan Governor's Council on Physical Fitness, Health and Sports. Position Statement: Importance of Physical Activity for Children and Youth* [en línea]. Julio de 2002. [Consulta: 3 febrero 2003]. Disponible en: <http://www.mdch.state.mi.us/pha/vipf/KidText.htm>.
- PORTER, R.B. y CATELL, R.B. *Children's Personality Questionnaire (CPQ) Form A*. Institute for personality and ability testing (IPAT), Champaign (Ill), EE.UU., 1959.
- RACETTE, S. B.; SCHOELLER, D. A. y KUSHNER, R. F. Comparison of heart rate and physical activity recall with doubly labelled water in obese women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995, 27(1): 126-133.
- RAUDSEPP, L. y PÄLL, P. Physical Activity of Children during Physical Education Classes. *Biology of Sport*, 1998, 15(4): 265-270.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- REAL DECRETO 829/2003. Boletín Oficial del Estado, nº 156, Madrid, España, 1 de julio de 2003.
- REAL DECRETO 830/2003. Boletín Oficial del Estado, nº 157, Madrid, España, 2 de julio de 2003.
- REAL DECRETO 831/2003. Boletín Oficial del Estado, nº 158, Madrid, España, 3 de julio de 2003.
- ROSS, J.C.; PATE, R.; CASPERSEN, C.J.; DAMBERG, C.L. y SVILAR, M. Home and community in children's exercise habits. (The National Children and Youth Fitness Study II). *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 1987, 58(9): 85-92.
- ROWLANDS, A.V.; ESTON, R.G. y INGLEDEW, D.K. Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8- to 10-yr-old children. *Journal of Applied Physiology*, 1999, 84(4): 1428-1435.
- SALLIS, J.F. Epidemiology of physical activity and fitness in children and adolescents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1993, 33: 403-408.
- SALLIS, J.F. y HOVELL, M.F. Determinants of exercise behavior. *Exercise Sport Science Review*, 1990, 18: 307-330.
- SALLIS, J.F. y OWEN, N. *Physical activity and behavioural medicine*. Thousand Oaks (CA), SAGE, 1998.
- SALLIS, J.F. y PATRICK, K. Physical activity guidelines for adolescents: Consensus Statement. *Pediatric Exercise Science*, 1994, 6: 302-314.
- SALLIS, J.F.; BUONO, M.J.; ROBY, J.J.; MICALE, F.G. y NELSON, J.A. Seven-day recall and other physical activity self-reports in children and adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*, 1993, 25(1): 99-108.
- SALLIS, J.F.; PATTERSON, T.L.; BUONO, M.S.; ATKINS, C.J. y NADER, P.R. Aggregation of physical activity habits in Mexican, American and Anglo families. *Journal of Behavioral Medicine*, 1988, 11: 31-41.
- SALLIS, J.F.; ZAKARIAN, J.M.; HOVELL, M.F. y HOFSTETTER, C.R. Ethnic, socioeconomic and sex differences in physical activity among adolescents. *Journal of clinical Epidemiology*, 1996, 49(2): 125-134.
- SARIS, W.H.M. Habitual physical activity in children: methodology and findings in health and disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1986, 18: 253-263.
- SCHOELLER, D.A. y RACETTE, S.B. A review of field techniques for the assessment of energy expenditure. *Journal of Nutrition*, 1990, 120(11): 1492-1495.
- SELIGER, V.S.; TREFNY, S.; BARTENKOVA, S. y PAUER, M. The habitual physical activity and fitness of 12 year old boys. *Acta Paediatrica Belgica*, 1974, 28: 54-59.
- SENGUPTA, A.; SAKA, D.; MUKLONADHYAY, S. y GOSIVAMN, P. Relationship between pulse rate and energy expenditure during graded work at different temperatures. *Ergonomics*, 1979, 22: 1207-1215.
- SHEPARD, R.J.; JEQUIER, J.; LA VALLEE, H.; LA BARRE, R. y RAJIC, M. Habitual physical activity: effects on sex, milieu, season and required activity. *Journal of Sport Medicine*, 1980, 20: 55-66.
- SILVENNOINEN, M. Relation between different kinds of physical activity and motive types among Finnish comprehensive and upper secondary schools pupils. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 1984, 6(2): 77-82.
- SILVENNOINEN, M. y OINONEN, M. Achievement expectations of children in competitive sport and of their parents. En dossier EPS nº 10, *Sport et Psychologie*, VIIème Congrès International de Psychologie du Sport. Montpellier, Oct. 3-5. 1990. París, Ediciones Revue EPS, p. 229-239.
- SIMONS-MORTON, B.G.; PARCEL, G.S.; O'HARA, N.M.; BLAIR, S.N. y PATE, R.R. Health-related physical fitness in childhood: status and recommendations. *Annual Review of Public Health*, 1988, 9: 403-425.
- SNYDER, E.E. y SPREITZER, D. Family influence and involvement in sports. *Research Quarterly*, 1973, 44: 249-255.
- SPADY, D.W. Total daily energy expenditure of healthy, free ranging schoolchildren. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1980, 33: 755-766.
- SPIELBERGER, C.D.; EDWARDS, C.D.; LUSHENE, R.E.; MUNTUORI, J. y PLATZEK, D. *STAIC, State-Trait Anxiety Inventory for Children*. Palo Alto (CA), Consulting Psychologists Press, 1973.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- STRAND, B. y REEDER, S. Analysis of Heart Rate Levels During Middle School Physical Education Activities. *Journal of Physical Recreation and Dance*, 1993a, 64(3): 85-91.
- STRAND, B. y REEDER, S. Using Heart Rate Monitors in Research on Fitness Levels of Children in Physical Education. *Journal of teaching in Physical Education*, 1993b, 12: 215-220.
- STUCKY-ROPP, R.C. y DILORENZO, T.M. Determinants of exercise in children. *Preventive Medicine*, 1993, 22: 880-889.
- TELEMA, R. y SILVENNOINEN, M. Structure and development of 11 to 19 years-olds' motivation for physical activity. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 1979, 1: 23-31.
- TSANAKAS, J.N.; BANNISTER, O.M.; BOON, A.W. y MILNER, R.D.G. The 'Sport Tester': A device for monitoring the free running test. *Archives of Disease in Childhood*, 1986, 61: 912-914.
- TELES, L.O.; DE MORAIS, P.P. y FONTOURA, H. Relação entre atividade física, saúde e qualidade de vida. Notas Introdutórias. *Revista Digital de Educación Física y Deportes* [en línea]. Septiembre de 2002, año 8, n° 52, Buenos Aires [fecha de consulta: 14 marzo 2003]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com>.
- TREIBER, F.A.; MUSANTE, L.; HARTDAGAN, S.; DAVIS, H.; LEVY, J. y STRONG, W.B. Validation of a heart rate monitor for children in laboratory and field settings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1989, 21: 338-342.
- U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *Physical activity and health: A report of the Surgeon General*. Atlanta (GA), Autor, 1996.
- VAN DEN BERG-EMONS, R.; SARIS, W.; WESTERTERP, K. y VAN BAAK, M. Heart rate monitoring to assess energy expenditure in children with reduced physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1996, 28(4): 496-501.
- VAN MARKEN LICHTENBELT, W.D.; WESTERTERP-PLANTENGA, M.S. y VAN HAYDONEK, P. Individual variation in the relation between body temperature and energy expenditure in response to elevated ambient temperature. *Physiologic Behavior*, 2001, 73 (1-2): 235- 242.
- VERSCHUUR, R.; KEMPER, H.C.G. y BESSELING, C.W.M. Habitual physical activity and health in 13 and 14 year-old teenagers. En ILMARINEN, J. y VAELIMAEKI, I. (Eds.). *Children and Sport: paediatric work physiology*. Berlin, Springer Verlag., 1984, p. 255-261.
- VILLA, J.G. *Test indirectos de laboratorio que valoran el metabolismo aeróbico, la condición aeróbica o la capacidad funcional aeróbica máxima (VO2máx.)* [en línea]. [Consulta: 3 febrero 2003]. Disponible en: <http://www.cienciasport.com/articulos/fisiología/tests>.
- VOKAC, Z.; BELL, H.; BAUTZ-HOLTER, H. y RODAHL, K. Oxygen uptake/heart rate relationship in leg and arm exercise, sitting and standing. *Journal of Applied Physiology*, 1975, 39: 54-59.
- VOORRIPS, L.E. **et alii**. A physical activity questionnaire for the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1991, 23(8): 974-979.
- WASHBURN, R.A. **et alii**. The validity of objective physical activity monitoring in older individuals. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1990, 61(1): 114-117.
- WEISS, M.R. y KNOPPERS, A. The influence of socializing agents on female collegiate volleyball players. *Journal of Sport Psychology*, 1982, 4: 267-279.
- WEYMANS, M. y REYBROUCK, T. Habitual level of physical activity and cardiorespiratory endurance capacity in children. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1989, 58: 803-807.
- WHO. *Health behaviour in school-aged children: WHO cross-national study (HBSC), International Report World Health Organization Regional Office for Europe*, 2000.
- ZAKARIAN, J.F.; HOVELL, M.F. y HOFSTETTER, C.R. Correlates of exercise in predominantly low SES and minority high school population. *Preventive Medicine*, 1994, 23: 314-321.



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### “PLANTEAMIENTO DE UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA: DESARROLLO DEL SIGNIFICADO “EL CONTEXTO DE APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS”. UN MODELO DE SISTEMATIZACIÓN DE DETERMINANTES PARA SU CLARIFICACIÓN Y DESEABLE EVALUACIÓN”

Por Ana Forteza Pujol (Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Complutense de Madrid) y Fernando García Pastor (Colegio San Juan Bautista de Madrid)

#### Resumen

Presentamos una síntesis del progreso en la investigación educativa, a lo largo de los últimos 35 años, acerca de la conceptualización, evaluación e investigación de los determinantes y efectos de los aspectos sociales y psicológicos de los Contextos de Aprendizaje en aulas y escuelas.

Seguidamente, realizamos un análisis de las principales líneas de investigación, haciendo especial referencia a las nuevas direcciones deseables: clima social, semiótica, hermenéutica y exigencias para el profesor.

La reflexión siguiente se centra en la consideración del Contexto de Aprendizaje deseable o idóneo en un modelo constructivista del aprendizaje, y su especial importancia para la construcción del conocimiento. En esta dirección situamos nuestra línea de trabajo en un intento de conceptualizar y fundamentar teóricamente las hipótesis de actuación en el aula.

Proponemos una sistematización del Modelo de Contexto de Aprendizaje de las Ciencias distinguiendo tres fases interrelacionadas: La concepción fundamentada de las variables determinantes del Contexto - analizables y evaluables - que están a su vez, determinadas por un conjunto de dimensiones estructurantes que deben ser coherentes con las bases fundamentantes del Modelo de Aprendizaje.

#### 1. Introducción

Es constatable en los dos últimos tercios del siglo xx el desarrollo de la problemática y reformulación del concepto amplio del *contexto* en un diversificado campo intelectual: la psicología en sus enfoques social y cognitivo y las ciencias sociológicas han aportado análisis lingüísticos, simbólicos y culturales desde las nuevas visiones de la hermenéutica, semiología y las ciencias de la comunicación.

En un campo más cercano, las ciencias de la educación se han enriquecido desde la sociología y las ciencias cognitivas con la emergencia de interesantes concepciones teóricas: campo recontextualizador, la estructura condicionante en el discurso pedagógico, los condicionantes del cambio cognitivo, que dejan abiertas interesantes líneas de investigación.

Igualmente una perspectiva cognitiva de los procesos de enseñanza conduce a la necesidad de una teoría de la educación que implica una decisión racional sobre la selección de contenidos y métodos de enseñanza, el qué y el cómo enseñar juntamente con la existencia de **condiciones implícitas o explícitas** que puedan propiciar el desarrollo afectivo concomitante con el aprendizaje cognitivo.

En este camino y evitando reduccionismos se ha contemplado la complejidad situacional de las experiencias escolares junto al carácter intencional del pensamiento y creencias pedagógicas del profesor, que se manifestará a través del lenguaje (el campo semántico) y de códigos simbólicos, y que condicionará la reflexión durante la acción. **La dimensión comunicativa y social, el conjunto de interacciones e intercambios entre los componentes físicos y humanos del sistema – aula, que a su vez se enlazan y entretienen, condicionará de forma determinante el proceso de aprendizaje.**

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Las consideraciones anteriores quieren apuntar nuestra intención de abordar el tema que nos ocupa desde una actitud indagadora que renuncia a la simplificación -que podría ser sinónimo de reduccionismo- tendiendo puentes entre los distintos campos disciplinares, sin la pretensión de síntesis unitaria y totalizante sino en la convicción de que la complejidad del hecho educativo exige un tratamiento complejo que posibilite una mejor comprensión de la realidad que siempre conduce a actuaciones más idóneas.

Este es, en principio, el planteamiento básico de la investigación en las didácticas específicas, y concretamente en el campo que nos atañe: la didáctica de las ciencias experimentales, que pretende ser un cuerpo de hipótesis pedagógicas fundamentadas desde fuentes epistemológicas (naturaleza, estructura y metodología del conocimiento científico), metacientíficas y cognitivas que permitan el desarrollo investigativo en el campo de las ciencias sociales, que conduzca a nuevos paradigmas educativos. Nos alejamos de la pedagogía para volver ella...

Hemos asistido en las dos últimas décadas a un gran desarrollo, coherente aunque no exento de controversias, de la investigación en el campo de la educación científica o didáctica de las ciencias experimentales, que converge en una nueva visión o una nueva forma de contemplar el conocimiento, y un referente para la construcción fundamentada de hipotéticos modelos de aprendizaje, de enseñanza y de currículo, que podrán ser puestos a prueba en el aula: nos referimos al constructivismo en la educación científica.

La experiencia de construcción personal o social de significados tiene lugar en un **contexto**, así como la evaluación de los significados construidos. Y la enseñanza tendrá a su vez como principal objetivo la creación de *zonas de desarrollo próximo* y la intervención en ellas con procesos forzosamente determinados por criterios y creencias de nivel epistemológico, axiológico y ontológico que configuran el *currículo no visible*, incidiendo en las prácticas pedagógicas y emitiendo un mensaje implícito y un sentido a los cursos de ciencias de la educación básica.

### 2. La investigación educativa del contexto de aprendizaje

En los últimos treinta años se ha dado un progreso notable en la conceptualización, evaluación e investigación de determinantes y efectos de los aspectos sociales y psicológicos de los contextos de aprendizaje en aulas y escuelas.

El punto de partida de esta línea de investigación puede situarse en los trabajos de Lewin (1936), que considera el comportamiento humano como una interacción del contexto y de las características personales del individuo, Murray (1938) y Pace y Stern (1970).

Sin duda son una referencia histórica las investigaciones de

- Helbert Walberg (Learning Environment Inventory, LEI). Harvard Project Physics (Walberg & Anderson, 1968).
- Rudolf Moos. Classroom Environment Scale (CES) (Moos 1979, Moos & Trickett 1987). Estudio del clima social, basado en estudios de psiquiátricos y correccionales.

Los libros de Fraser (1986), Fraser y Walberg (1991), Moos (1979) y Walberg (1979), las revisiones de Fraser (1994), McAuley (1990), Von Saldern (1992), y las monografías de Fisher (1994: American Educational Research Association's Special Interest Group on the study of Learning Environments).

Destacan también los estudios del Concepto Didáctico “Contexto de Aprendizaje” a partir de las percepciones de estudiantes y profesores contrastadas con la observación directa y el análisis sistemático de un observador externo (Brophy & Good 1986) y la combinación métodos cuantitativos y cualitativos (Fraser & Tobin 1991).

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Por otra parte, encontramos en los estudios dos enfoques: El estudio del Contexto a nivel de clase o de colegio (“school-level environment”), este último estudia los aspectos psicosociales del contexto de todo el colegio. Todos ellos han partido de los instrumentos y la metodología de estudios del mundo de los negocios.

El desarrollo de los dos enfoques ha sido simultáneo pero sería deseable ir hacia una confluencia de las dos áreas.

También es posible diferenciar las investigaciones por el nivel de análisis del Contexto, así se distingue entre alpha press (Murray), que utiliza un observador externo no participante, private beta press (Stern, Stein y Bloom 1956), que estudia cada persona del grupo de estudiantes, consensual beta press (Stern, Stein y Bloom 1956), que emplea el punto de vista compartido por el grupo, las ideas mayoritarias en la clase. Los resultados desde distintos niveles de análisis pueden diferir y necesitan de diferentes instrumentos de evaluación.

### **Instrumentos para evaluar el Contexto de aprendizaje**

Algunos instrumentos para evaluar el Contexto son: LEI, CES, ICEQ, MCI, CUCEI, SLEI, CLES, WIHIC. En su mayoría son cuestionarios con afirmaciones a las que el alumno señala su grado de acuerdo o desacuerdo.

También podemos destacar CIPQ (Classroom Interaction Patterns Questionnaire), que es un cuestionario de las percepciones de los alumnos sobre el comportamiento de los profesores (Woods y Fraser 1995) y CLEQ, que es un cuestionario sobre aspectos culturales (Fisher y Waldrup 1997).

Durante el desarrollo de esta línea de investigación se han producido cambios importantes en los instrumentos de evaluación del Contexto de Aprendizaje: Establecen una diferenciación entre el contexto actual y el ideal o deseable y se han adaptado ICEQ, MCI y CES reduciendo el número de cuestiones (algunos investigadores y profesores preferirían cuestionarios más cortos).

Respecto a la validación de los instrumentos, cabe mencionar que los instrumentos previamente mencionados han sido aplicados a un gran número de estudiantes de distintos niveles y se ha estudiado su consistencia interna, la correlación, etc.

Por otra parte, se ha realizado poca investigación para ayudar a los profesores a evaluar y mejorar el contexto de sus propios colegios.

### **La investigación con instrumentos de evaluación del Contexto de Aprendizaje**

Es posible hacer una clasificación de las investigaciones:

- a. La investigación de las relaciones entre los resultados de los estudiantes (aprendizaje cognitivo y afectivo) y el Contexto (percepciones de las características psicosociales de sus clases) constituye la tradición más fuerte en la investigación del Contexto de Aprendizaje (Fraser & Fisher 1982; Haertel, Walberg & Haertel 1981; McRobbie & Fraser 1993). Numerosos programas de investigación han mostrado que las percepciones de los estudiantes explican las diferencias entre los resultados del aprendizaje, a menudo, más allá de lo atribuible a las características previas de los estudiantes (revisión de 40 estudios: Fraser 1994). Otro meta-análisis de Fraser, Walberg, Welch y Hattie (1987) proporciona más evidencia sobre la relación entre Contexto de Aprendizaje y resultados de los estudiantes.
- b. La utilización de las dimensiones del Contexto de Aprendizaje como variables de criterio, incluyendo la evaluación de las innovaciones educativas, las investigaciones de las diferencias entre las percepciones de los estudiantes y los profesores de una misma clase y otros estudios que utilizan las dimensiones del Contexto de Aprendizaje como

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

variables de criterio en investigaciones encaminadas a identificar como varía el Contexto de aprendizaje con factores tales como la personalidad del profesor, el tamaño de la clase, el nivel de estudios, la materia, la naturaleza del contexto escolar y el tipo de colegio (Fraser 1994). En la tabla 1 se muestra un resumen de estudios de este tipo.

Anderson & Walberg 1972	Clases de gran tamaño asociadas a mucha formalidad.
Kent & Fisher 1997	Asociación entre la personalidad del profesor y el Contexto de aprendizaje.
Knight 1992	Diferencias de percepción del Contexto en estudiantes africanos, americanos e hispanos.
Levy, Wubbels, Brekelmans & Morganfield 1994	Diferencias culturales (basadas en el lugar de nacimiento y en la lengua hablada en casa) en la percepción de los estudiantes de la relación profesor-alumno.
Fisher, Fraser & Wubbels 1993; Fisher, Grady & Fraser 1995; Fraser & Rentoul 1982; Dorman, Fraser & McRobbie 1997	Establecimiento de relaciones entre el Contexto de Aprendizaje en el aula y el Contexto escolar  Las clases están, de alguna manera, aisladas del colegio.
Owens & Straton 1980; Byrne, Hattie & Fraser 1986; Fisher, Fraser & Rickards 1997; Fraser, Giddings & McRobbie 1995; Hendeerson, Fisher & Fraser 1995	Las chicas frente a los chicos: prefieren la cooperación, participación, personalización, estructuración del profesor y perciben el Contexto más favorable en la misma clase. Los chicos prefieren la competición, el individualismo.

Tabla 1. Resumen de estudios tipo 2

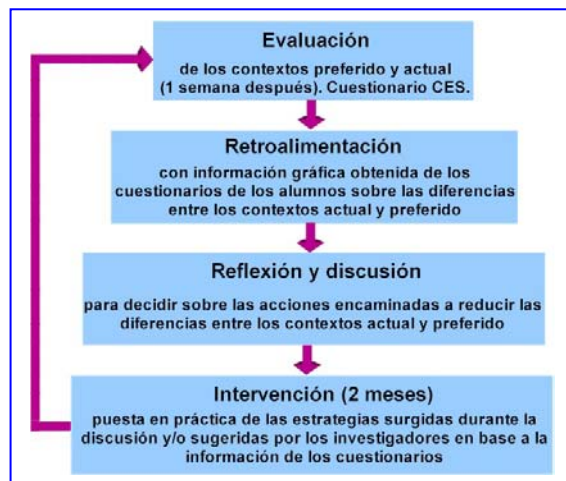
- c. Person-Environment Fit Studies o si los estudiantes consiguen mejores resultados en su Contexto de Aprendizaje preferido. Utilizando los formularios de exploración del Contexto “es posible investigar si los logros de los estudiantes dependen, no solo de la naturaleza del Contexto actual de la clase, sino también de la coincidencia entre las preferencias de los estudiantes y el Contexto actual” (Fraser & Fisher 1983b, 1983c; Wong & Watkins 1996), y estudiar si los resultados son mejores cuando hay una gran similitud entre ambos contextos.

En su investigación, Fraser y Fisher utilizan el ICEQ e intentan la predicción de los resultados del postest a partir del pretest, la capacidad general, 5 variables de individualización “actuales” y 5 que indican la interacción actual-preferido. Los resultados sugieren que la congruencia entre los contextos actual y preferido (person-environment fit) podría ser tan importante como la individualización, a la hora de predecir los logros de

los estudiantes para algunos objetivos afectivos y cognitivos. La implicación práctica de este resultado es que los logros de la clase respecto a algunos objetivos podría mejorarse intentando cambiar el Contexto de Aprendizaje actual de forma que sea más congruente con el preferido por la clase.

### Intentos del profesor de mejorar los Contextos de Aprendizaje de aula y de colegio

Aunque se ha realizado mucha investigación sobre el Contexto de Aprendizaje, se ha hecho menos para ayudar a los profesores a mejorar los Contextos de sus propias clases



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**  
y colegios.

Mediante un proceso retroalimentado la información basada en las percepciones de los alumnos y profesores puede emplearse para mejorar los Contextos escolar y de aula (Fraser 1981). En un intento de mejorar el Contexto de Aprendizaje en el aula, Fraser & Fisher (1986) utilizan una versión corta (24 ítems) de CES, con 22 chicos/as de grado nueve estudiantes de ciencias en un colegio de Tasmania. El procedimiento seguido consta de 5 pasos.

En la tabla 2 se presenta un resumen de las investigaciones realizadas para intentar mejorar el Contexto de Aprendizaje en el aula.

	Utiliza la aproximación de Fraser & Fisher 1980
Woods y Fraser 1995	16 profesores, cuestionario CIPQ  Los profesores con información de retroalimentación reducen diferencias entre los Contextos actual y preferido
	Utiliza la aproximación de Fraser & Fisher 1980
Yarrow, Millwater & Fraser 1997	117 estudiantes para profesores en sus clases de universidad: cuestionario CUCEI  117 estudiantes para profesores durante sus prácticas en clases de primaria: cuestionario MCI. Realizan Investigación Acción
	Utiliza la aproximación de Fraser & Fisher 1980
Fraser, Docker y Fisher 1988	24 profesores primaria que quieren mejorar su Contexto Escolar, cuestionario WES
	Estudio de casos
Fisher & Fraser 1991	Estudio similar al anterior. 15 profesores de primaria
	Fisher, Fraser & Bassett 1995 con niños pequeños
	Fraser & Deer 1983; Fraser, Docker & Fisher 1988 en Primaria
	Fraser, Seddon & Eagleson 1982; Thorp, Burden & Fraser 1994; Woods & Fraser 1996: Secundaria
	Fisher & Parkinson in press; Yarrow, Millwater & Fraser 1997: Enseñanza Superior

Tabla 2. Investigaciones para mejorar el Contexto de Aprendizaje en el aula

**Líneas de investigación en curso: actuales y futuras**

- **Combinación de Métodos cuantitativos y Cualitativos**

El objetivo de esta línea de investigación es la utilización combinada de ambos métodos en la misma investigación, por ejemplo, las entrevistas a los alumnos complementan la información obtenida en los cuestionarios que analizan los aspectos psicosociales del Contexto.

- **Contexto de Aprendizaje escolar**

Los investigadores en Didáctica de las Ciencias has prestado más atención a los Contextos de Aprendizaje a nivel de aula que a nivel de colegio, no obstante, sería deseable que las investigaciones futuras pusieran más énfasis en el estudio del Contexto a nivel de colegio y en la integración en un mismo estudio de ambos Contextos.

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- **Psicología escolar**

El estudio del Contexto de Aprendizaje proporciona una buena oportunidad tanto a los psicólogos escolares como a los profesores para estudiar importantes aspectos de la vida en las aulas, y para utilizar las discrepancias entre las percepciones de los estudiantes sobre los Contextos actual y preferido como indicadores del proceso de mejora en las aulas.

- **Relaciones entre Contextos de Aprendizaje**

Aunque la gran mayoría de estudios realizados se han centrado en un contexto determinado, hay un gran potencial de investigación en la consideración simultánea de las relaciones entre dos o más Contextos. Hay interesantes estudios que analizan la relación entre los Contextos hogar-colegio y su influencia en la determinación de los resultados escolares.

- **Formación del profesorado**

Aunque de la investigación precedente han surgido un número importante de ideas y de técnicas potencialmente validas, se ha realizado muy poco progreso en la incorporación de las mismas a los programas de formación del profesorado. Existen varios estudios de casos que indican la utilidad de incluir la evaluación del Contexto de Aprendizaje como parte de las actividades de formación del profesorado.

- **Transición de Educación Primaria a Secundaria**

Las investigaciones sobre el Contexto de Aprendizaje también se han centrado en los efectos que tiene el paso de la Etapa de Primaria a la de Secundaria en los alumnos.

### 3. **Objetivos básicos del trabajo de investigación**

Podemos considerar como objetivos básicos del trabajo de investigación que estamos realizando los siguientes:

- Contribuir a la conceptualización didáctica de la idea de “contexto de aprendizaje de la ciencia” (CAC).
- Aportar una sistematización del CAC coherente con las bases de fundamentación didáctica del “modelo aprendizaje científico” (MAC)
- Acotar las dimensiones estructurantes del CAC que configuran las variables determinantes que pueden ser sujeto de análisis y evaluación.

Nuestra propuesta considera el Contexto de Aprendizaje estructurado en base a tres dimensiones: axiológica, lingüística y sociocultural. Estas dimensiones condicionan las variables determinantes del Contexto: El espacio físico-ambiental, los materiales curriculares y el “clima de aprendizaje”, que serán analizables y evaluables desde criterios hermenéuticos y semióticos.

Es importante destacar que las dimensiones estructurantes del CAC deben ser coherentes con las bases epistemológicas y cognitivas fundamentantes del modelo de aprendizaje científico.

En la figura 1 se muestra un intento de sistematización del CAC.

Seguidamente vamos a profundizar ligeramente en las dimensiones estructurantes del CAC. Comenzamos por la *dimensión axiológica* tomando como punto de partida la pregunta: ¿Cuáles son los valores de la ciencia? Una posible respuesta es la siguiente:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

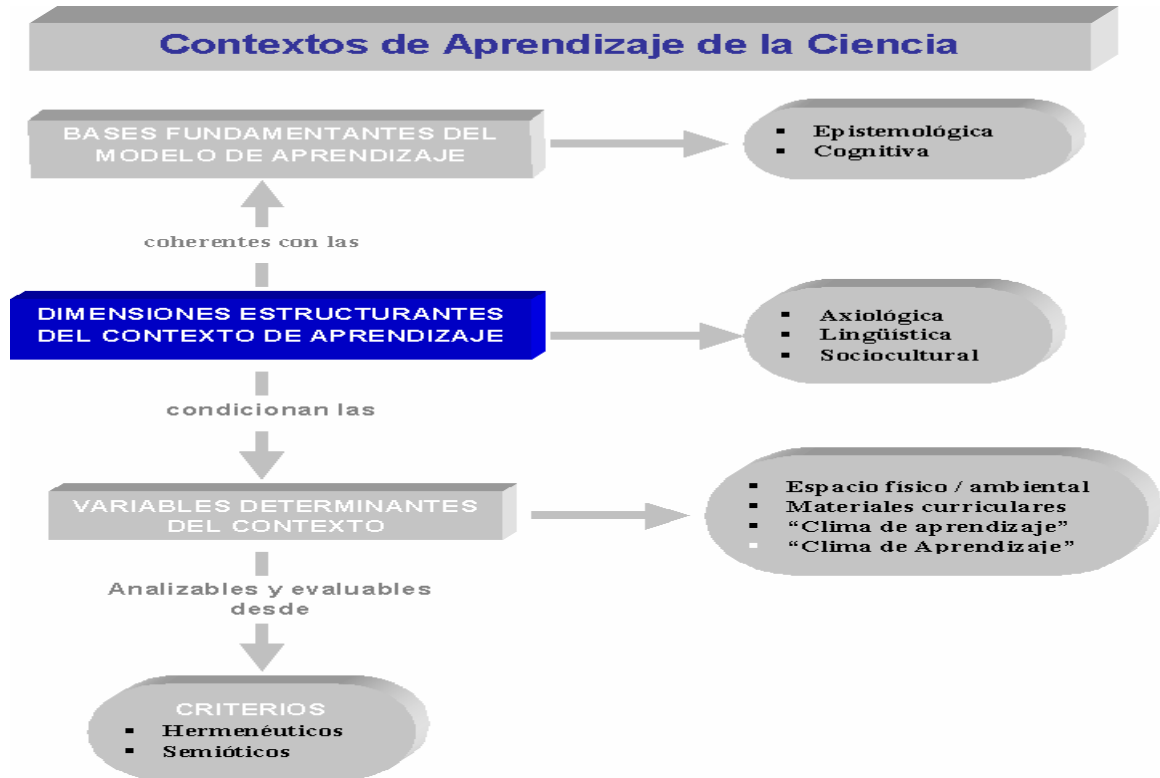




**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

“... La ciencia adquiere su auténtico sentido por sus fines, y no por sus orígenes. Ni la base empírica ni la base sociológica iniciales bastan para explicar la ciencia. En tanto acción humana intencional, la ciencia trata de contribuir a mejorar el mundo, y no sólo el mundo físico, sino también el mundo social y el mundo histórico. Ello implica, sin duda, mejorar nuestro conocimiento...” Echeverría (1998).

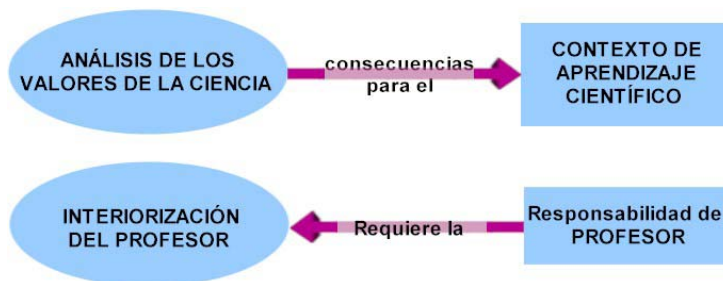
Es necesario también encontrar respuesta a otras preguntas tales como: ¿Por qué se mueve la ciencia?, ¿cuál es el motor del desarrollo del conocimiento científico?, ¿y de los científicos?, podría afirmarse que la resolución de problemas puede considerarse el motor de la ciencia.



**Fig. 1.** Contexto de Aprendizaje de la Ciencia. Un intento de sistematización

Por otra parte, para Leibniz el saber científico está determinado por el principio de lo “mejor”, pero, ¿qué valores vigentes en cada momento histórico y en cada ciencia determinan el significado de los conceptos relativos, “preferible” y “mejor”? Pero no solo nos preguntamos por los valores de la ciencia sino también por ¿Cuáles son los valores de la enseñanza de la ciencia? La enseñanza de la ciencia está basada en valores, se enseña la “parte” de la ciencia (transposición) que mejor prepara a los alumnos para la vida, para comprender y descifrar la

realidad, para modificar y transformar el mundo, para actuar en el mundo.



**Fig. 2.** Consecuencias del análisis de los valores de la ciencia para el profesor

Por todo lo anterior, parece necesario un análisis de los valores de la ciencia y de sus consecuencias para el CAC. El proceso se muestra en la figura 2.

Por otra parte, quedaría por contestar a una pregunta clave y determinante del Contexto de

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Aprendizaje Científico: ¿Cuál es la imagen de los alumnos sobre los valores de la ciencia?

Continuando nuestra reflexión sobre las dimensiones estructurantes del CAC, para acercarnos a la *dimensión lingüística* nos preguntamos: ¿Qué quieren decir los alumnos cuando dicen lo que dicen? Para ser capaces de construir el conocimiento de los alumnos deberíamos primero saber que quieren decir realmente cuando dicen lo que dicen (el problema de la interpretación, KLAASSEN 1994). En este sentido, Davidson (filósofo del lenguaje) establece que para una buena comprensión interpersonal es necesario atribuir la idea de coherencia y consistencia al comportamiento humano, a la forma de pensar, etc., del intercomunicador (principio de caridad). Si se aplica este principio a la comunicación profesor-alumno, el profesor no debe interpretar la conversación del alumno a “nivel atómico” sino que debe tratar de encontrar coherencia y sentido en tantas de sus expresiones como sea posible. Y por otro lado, ¿qué lenguaje debe utilizar el profesor? Tal y como afirma LIJNSE (1992), si el profesor habla en el lenguaje de la ciencia, expresándose en los términos más simples, no puede ser entendido inmediatamente, como intenta, por los estudiantes, que no conocen el lenguaje todavía.

Después de realizar el análisis pertinente de las variables determinantes del CAC será necesario diseñar instrumentos específicos de evaluación de parámetros evaluables indicadores del Contexto, que podremos utilizar para estudiar la dependencia entre el modelo de aprendizaje y el Contexto de Aprendizaje, es decir, con el mismo modelo de aprendizaje en otro Contexto ¿obtendríamos otros resultados? Los resultados de dicho estudio nos permitirán interactuar con los alumnos de “manera distinta” con la intención de obtener un “mejor” aprendizaje. Para ello deberá integrarse en un proceso de enseñanza y aprendizaje retroalimentado como el que se muestra en la figura 3.

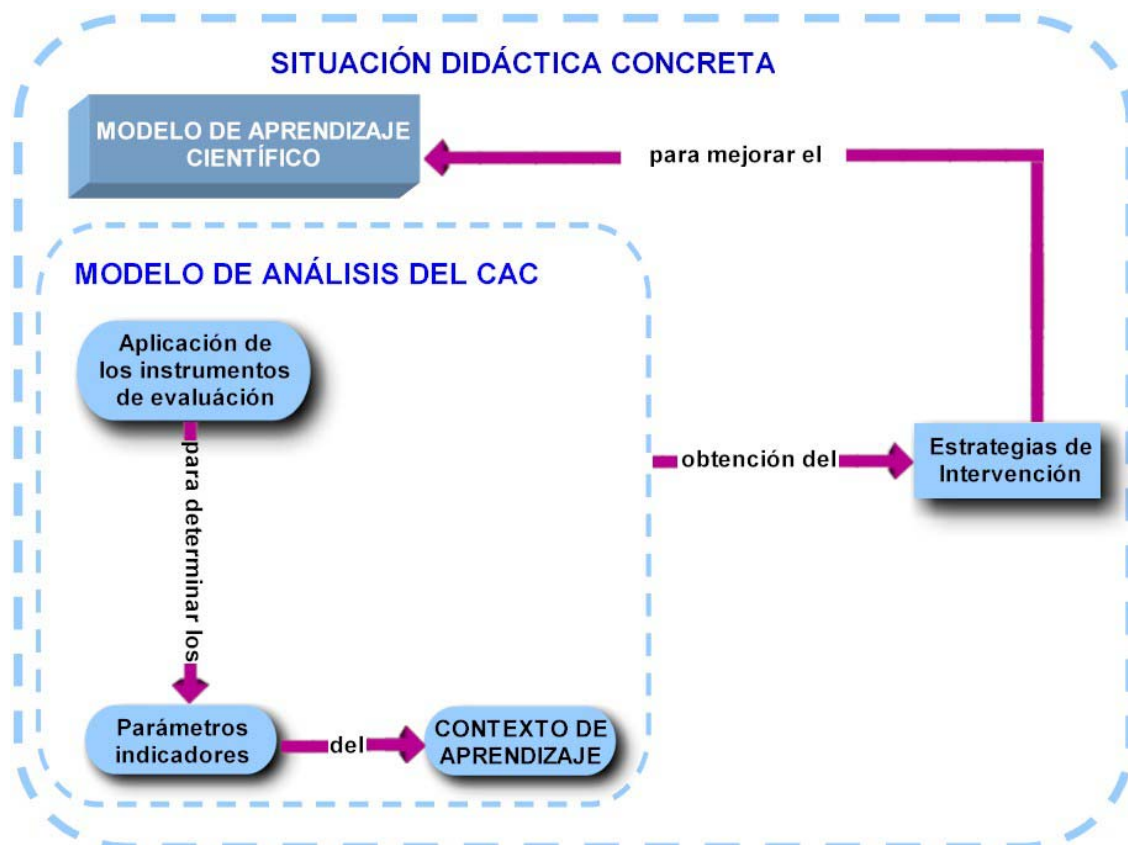


Fig. 3. Integración del Modelo de Análisis del CAC en el proceso de enseñanza





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación” CONCLUSIONES

Consideramos que el trabajo presentado constituye un punto de partida importante para una línea de investigación que ofrece un amplio y alentador campo de estudio.

Así mismo, creemos importante la selección bibliográfica realizada, acorde con los contenidos presentados.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- BERNSTEIN, B. (1997). *La estructura del discurso pedagógico*. Morata, Madrid.
- ECHEVARRIA, J. (2002). *Ciencia y valores*. Destino, Barcelona.
- ECO, U. (1998). *Los límites de la interpretación*. Lumen, Barcelona.
- FRASER, B. J. (1986). *Classroom environment*. Croom Helm, Londres.
- FRASER, B. J. y TOBIN, K. G. (eds.) (1998). *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publ., Gran Bretaña.
- LEMKE, J. L (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Paidós, Barcelona.
- MATHY, Ph. (1997). *Donnes du sens aux cours de sciences*. De Boeck Université, París.
- NEWMAN, D et al. (1998). *La zona de construcción del conocimiento*. Morata, Madrid.
- NOVAK, J.D. (1988). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza. Madrid.
- TOBIN, K. (ed.) (1993). *The Practice of Constructivism in Science Education*. Lawrence Erlbaum Ass. Publ., New Jersey.
- WOOLNOUGH, B. (ed.) (1991). *Practical Science*. Open University Press. U.K.



**TEMÁTICA: Los Maestros**

### "CULTURA CIENTÍFICA EN LA SOCIEDAD ACTUAL"

Gustavo García Gómez Tejedor. Instituto de Matemáticas y Física Fundamental

#### Resumen

El desarrollo tecnológico está marcando la evolución de la sociedad actual: herramientas de trabajo, ocio, sistemas de comunicación. La población, en su conjunto, es cada vez más dependiente de las nuevas tecnologías. Sin embargo, aunque el imparable desarrollo tecnológico del siglo XXI está basado en una investigación científica previa (nuevos materiales, control de plasmas, nanoestructuras, superconductividad, etc...) nos encontramos con la paradoja de que la cultura científica de la sociedad española ha descendido alarmantemente en los últimos años. Estos nuevos aparatos son como unas “cajas negras” de las que apenas se conocen los principios básicos de funcionamiento. El simple y cotidiano hecho de conectar un interruptor para iluminar una habitación lleva asociado unos principios físicos y una tecnología que la mayoría de los usuarios ni se ha preguntado por su origen. Por otro lado, en los últimos años hemos sido testigos de cómo el concepto popular de cultura se ha ido desvinculando de la ciencia. Nadie duda que al hablar de cultura estemos hablando de literatura, de arte o de cine, pero son pocos los que han asumido que las matemáticas, la física, la química, la biología y el resto de las disciplinas científicas constituyen uno de los principales exponentes del acervo cultural de la humanidad. La ausencia de un criterio científico, incluso entre algunos sectores profesionales, ha motivado que sobre temas de actualidad que requieren un cierto análisis científico, como la explotación de los recursos energéticos, la destrucción de la capa de ozono o la acción de contaminantes y residuos sobre el medio ambiente, se hayan divulgado interpretaciones y conclusiones carentes de fundamento científico.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Ante esta situación, la RSEF ha puesto en marcha una serie de actividades para estimular el interés científico en diferentes colectivos profesionales (Física en Acción, Olimpiadas de Física, Revista Española de Física). Con el convencimiento de que es en las primeras etapas de la educación dónde se asientan las bases científicas y culturales de las nuevas generaciones, se va a poner en marcha un programa, en colaboración con centros de investigación, universidades y empresas tecnológicas cuyo objetivo será el aumento de la motivación científica de los profesores de enseñanza primaria y enseñanza media. En este congreso se presenta el programa y contenidos del “Curso sobre Recursos Energéticos” que supondrá el inicio de dicha acción formativa.

Es en la realización de este Curso, donde tenemos puestas grandes esperanzas. Ya hemos recibido varias solicitudes de distintos centros de formación; en concreto, vamos a impartir este Curso en el Centro de Apoyo al Profesorado (CAP) de Vallecas/Moratalaz de la Comunidad de Madrid y en el Centro de Estudios Superiores (CES) “Don Bosco” en Humanidades y Ciencias de la Educación, adscrito a la Universidad Complutense de Madrid. El Curso tendrá enfoques distintos, debido a la peculiaridad del público receptor de cada centro (maestros y profesores en ejercicio de todas las especialidades de los centros de enseñanza del área de influencia del CAP de Vallecas, y alumnos de Magisterio y Psicopedagogía así como maestros en general en el caso del CES “Don Bosco”).

A continuación presentamos los dos programas:

### CURSO DE FORMACIÓN EN EL CAP DE VALLECAS



- **Dirigido a:** Maestros y Profesores de todas las áreas y especialidades.
- **Duración:** 20 horas (14 horas de aula y 6 horas de trabajo práctico a entregar al final del curso)
- **Créditos:** 2
- **Número de participantes:** 20
- **Fechas:** 1, 2, 8 y 9 de octubre de 2003
- **Horario:** de 17:00 a 20:50 horas
- **Lugar:** Calle del Puerto de Baños, 2. Madrid
- **Metodología:** Ponencias de expertos combinadas con sesiones de participación activa



- Sensibilizar al maestro y al profesor sobre las necesidades energéticas de los países de nuestro entorno y los recursos disponibles.
- Proporcionar la base científica necesaria para analizar las posibilidades reales de estos recursos.
- Analizar los aspectos positivos y negativos de cada uno de estos recursos desde el punto de vista de su eficiencia, coste económico e impacto medioambiental.
- Proponer modelos didácticos que ayuden a despertar el interés de los alumnos en temas científicos.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### PONENTES

- Gerardo Delgado Barrio Profesor de Investigación (CSIC)
- José María López Sancho Profesor de Investigación (CSIC)
- Gustavo García Gómez Tejedor Investigador Científico (CSIC)
- María Shaw Martos Profesora Titular de Universidad (UNED)
- Rosario Heras Celemin Investigadora Titular (CIEMAT)
- Otros profesores de distintas instituciones y empresas (Enresa,...)

### CONTENIDOS

 <h4>1. Introducción</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>● Necesidades energéticas en España y Europa.</li><li>● Diferentes fuentes de energía</li><li>● Mapa y porcentaje de utilización de las fuentes energéticas actuales.</li></ul>	 <h4>2-Consideraciones generales sobre la producción de energía</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>● La radiación electromagnética: Energía asociada interacciones y transformaciones.</li><li>● La energía química: Combustión, baterías y pilas.</li><li>● La energía atómica: Transformación energía-masa, fisión y fusión nuclear.</li><li>● Energías renovables y otras fuentes.</li></ul>
 <h4>3. Análisis de los principales centros de producción energética</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>● Centrales térmicas.</li><li>● Centrales nucleares.</li><li>● Transformadores eólicos y solares.</li><li>● Eficiencia en la transformación energética, capacidad de almacenaje y respuesta a la demanda.</li><li>● Impacto medioambiental: Emisión de gases, efecto invernadero, residuos nucleares. Daño biológico.</li></ul>	 <h4>4. La enseñanza de temas científicos y técnicos.</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>● La necesidad de cultura científica en el ciudadano.</li><li>● Dificultades en la enseñanza de la ciencia.</li><li>● Recursos didácticos.</li></ul>





<p>2003 <i>Octubre</i> 2003</p> <p>Miércoles</p> <p>1</p> <p>17:00 a 18:20 Introducción: Necesidades energéticas y disponibilidad de recursos.</p> <p>18:40 a 20:50 Consideraciones generales: Formas de energía, producción, transformación, eficiencia.</p>	<p>2003 <i>Octubre</i> 2003</p> <p>Jueves</p> <p>2</p> <p>17:00 a 18:00 Tipos de recursos energéticos. Porcentaje de utilización.</p> <p>18:00 a 19:00 Centrales térmicas.</p> <p>19:20 a 20:50 Centrales nucleares.</p>
<p>2003 <i>Octubre</i> 2003</p> <p>Miércoles</p> <p>8</p> <p>17:00 a 18:20 Energías renovables.</p> <p>18:40 a 19:40 Impacto ambiental de la energía y daño biológico.</p> <p>19:40 a 20:50 La gestión de los residuos radiactivos en España.</p>	<p>2003 <i>Octubre</i> 2003</p> <p>Jueves</p> <p>9</p> <p>17:00 a 18:20 Fuentes de energía en fase de investigación. Fusión nuclear.</p> <p>18:40 a 19:40 Ventajas e inconvenientes de las diferentes fuentes de energía.</p> <p>19:40 a 20:50 Conclusiones finales.</p>
<p><b>TRABAJO INDIVIDUAL A REALIZAR DURANTE EL CURSO</b></p> <p>Recursos didácticos para la enseñanza de temas científicos y tecnológicos. Aplicación a las fuentes de energía.</p>	





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**  
**CURSO DE FORMACIÓN EN EL CES DON BOSCO**



- **Dirigido a:** Maestros y alumnos de Magisterio de Infantil y Primaria.
- **Duración:** 20 horas (16 horas de aula y 4 horas de trabajo práctico a entregar al final del curso)
- **Créditos:** 2
- **Fechas:** 12, 13, 17 y 18 de diciembre de 2003
- **Horario:** 16:30 – 20:30
- **Metodología:** Ponencias de expertos combinadas con sesiones de participación activa
- **Lugar:** Ces Don Bosco. Calle de María Auxiliadora, 9. Madrid.

**OBJETIVOS**

- Sensibilizar al alumno del curso sobre las necesidades energéticas de los países de nuestro entorno y los recursos disponibles.
- Proporcionar la base científica necesaria para analizar las posibilidades reales de estos recursos.
- Analizar los aspectos positivos y negativos de cada uno de estos recursos desde el punto de vista de su eficiencia, coste económico e impacto medioambiental.
- Plantear la necesidad de su implicación en las perspectivas futuras sobre el consumo energético y su incidencia en el medio ambiente.

**PONENTES**

- Gerardo Delgado Barrio (Profesor de Investigación del CSIC) Coordinador
- Gustavo García Gómez Tejedor (Investigador Científico del CSIC) Coordinador
- Otros profesores de distintas instituciones (Ciemat, Enresa,...)





<p><b>VIERNES</b> 12 / 12 / 03</p> <p><b>1. Introducción</b> Consideraciones generales sobre la energía</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación y programa del curso</li> <li>Estructura de la materia: Átomos, núcleos, radiación electromagnética y desintegraciones radiactivas.</li> <li>Consideraciones generales sobre la energía: Fuentes primarias, necesidades energéticas, disponibilidad de recursos y porcentajes de utilización.</li> </ul>	<p><b>SÁBADO</b> 13 / 12 / 03</p> <p><b>2. Fuentes convencionales y energías renovables</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Centrales térmicas: funcionamiento, producción energética e impacto ambiental.</li> <li>Centrales hidráulicas.</li> <li>Nuevas energías renovables.</li> </ul>
<p><b>MIÉRCOLES</b> 17 / 12 / 03</p> <p><b>3. Energía nuclear</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reactores nucleares de fisión</li> <li>Seguridad, vigilancia y protección</li> <li>Reactores experimentales: Fusión nuclear</li> <li>Gestión de residuos radiactivos.</li> </ul>	<p><b>JUEVES</b> 18 / 12 / 03</p> <p><b>4. Demanda, consumo y medio ambiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ventajas e inconvenientes de las diferentes fuentes de energía. El crecimiento de la demanda, las previsiones de consumo y el medio ambiente.</li> <li>Discusión final y conclusiones</li> </ul>
<p><b>TRABAJO INDIVIDUAL A REALIZAR DURANTE EL CURSO: Transporte, distribución y almacenamiento de la energía</b></p>	



**“CURSO DE EXPERTO EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS: EDUCACIÓN INFANTIL Y EDUCACIÓN PRIMARIA” (EXPERIENCIA)**

Por Nieves Pérez Lobo (CP Bravo Murillo) y Honorina Gadea Cedenilla (Fundación Carmen Pardo Valcarce)

**Resumen**

En nuestra docencia hemos observado que la enseñanza de las Ciencias en las primeras etapas educativas, está un tanto descuidada así como la formación científica del profesorado. Por ello nos planteamos la necesidad de realizar algún curso formativo en este sentido. La oportunidad nos la brindó el CES “Don Bosco” ofreciéndonos este curso, un proyecto muy ambicioso por lo que pretendía abarcar. Lo iniciamos con mucha ilusión pero también con cierta incertidumbre, pues no sabíamos si realmente iba a cubrir nuestras expectativas y necesidades. El curso dura dos años (255 horas) en jornadas intensivas de un sábado al mes. Son cuatro los bloques de contenidos. Comenzamos con el Bloque “Conocimiento del Medio Físico, Natural y Social, que nos acercó a un mayor conocimiento de nuestro planeta, la Tierra. Hicimos un viaje por el mundo de la Física y nos sumergimos en los paisajes arqueológicos que nos dejaron nuestros antepasados. Fue interesante descubrir cómo conocimientos científicos que aparentemente parecen inalcanzables para los niños, se pueden hacer asequibles trabajados desde su propia experiencia. Un ejemplo de ello es la experiencia que está realizando el CP Fontarrón que veremos el sábado. El segundo bloque al que asistimos





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

fue el de Matemáticas, experiencia muy enriquecedora pues sobre todo se basó en la práctica. Descubrimos cómo se pueden enseñar conceptos matemáticos a través de otras disciplinas, por ejemplo, la simetría con sesiones de psicomotricidad, el concepto de medida, relaciones lógicas, el número... mediante las regletas. El tercer bloque de contenidos se refirió a la Interculturalidad, que fundamentalmente reconoce las distintas culturas presentes en una sociedad. Por último, el cuarto bloque fue el de Tecnologías (TIC), curso “on line” que se realiza con la Universidad de Barcelona y Edebe Digital. Las nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza abren nuevos horizontes para el aprendizaje del alumno. La experiencia de este primer año ha sido muy positiva para nuestra práctica docente y estamos seguras de que el segundo año también lo será.

El motivo de esta comunicación trata de dar a conocer la pretensión que el Curso de Experto en Didáctica de las Ciencias plantea para conseguir que la Ciencia llegue, desde temprana edad a consolidar como una forma de aprender a conocer la realidad que nos rodea para interpretarla adecuadamente.

Inicialmente y antes del comienzo de este curso se nos planteaba en nuestro círculo profesional, por qué dos maestras en Educación Infantil sentían la necesidad de realizar un Curso en Didáctica de las Ciencias. Casi siempre se ha entendido que las Ciencias son comprensibles, que sus contenidos son asequibles a determinadas edades de Primaria y si me apuráis de la ESO.

Justamente este descuido, estas carencias que veníamos observando en nuestra práctica docente en cuanto a la formación científica en las primeras etapas de la educación es lo que nos motivó a formarnos en este sentido. Por otra parte y como apunta el profesor López Sancho en su *Informe para la Comisión del Senado sobre la enseñanza en Ciencias y de las Matemáticas en España* “La carrera de profesores de EGB. (Sic)” está demasiado recargada en materias referentes a cómo es el niño y sobre cómo enseñar al niño descuidando las materias científicas. Así encontramos a maestros/as muy hábiles en técnicas de “cómo enseñar pero sin saber que enseñar”. Algo que podemos constatar en el día a día de la escuela.

Una vez expuesta nuestra motivación se nos planteaba una segunda cuestión: ¿qué curso era el que más se adecuaba a nuestras necesidades y posibilidades? Después de buscar en diferentes lugares nos decidimos por la oportunidad que nos brindaba el CES Don Bosco. Fueron diferentes las razones que nos llevaron a elegirlo.

En primer lugar, la finalidad básica que se nos propone es que el niño realmente llegue a conocer lo científico, la ciencia desde un planteamiento muy natural; si el niño convive con ella, si es capaz de enfrentarse a ella desde la temprana edad en el ámbito escolar es obvio que el aprendizaje será más espontáneo y que la asimilación de contenidos científicos serán dentro de la escuela actos naturales. De esta manera se podía entender que el proceso científico como algo inherente al conocimiento humano, no es más que una prolongación de los objetos, de la naturaleza que se manifiestan según patrones que pueden ser descifrados y entendibles a cualquier edad, eso sí salvando las distancias según los estadios evolutivos.

En segundo lugar, este curso tiene como principales destinatarios a los profesionales diplomados y licenciados. Hace un especial hincapié en la formación científica de los profesores de las Primeras Etapas Educativas ya que ésta es imprescindible para dar a conocer a los alumnos un conocimiento intuitivo pero científico de los procesos globales de nuestro planeta.

En tercer lugar, por la amplitud de contenidos que incluye el curso abarcando todas las parcelas de la Ciencia. Es un curso de actualización de recursos metodológicos, científicos y técnicos (Formación científica en Conocimiento del Medio físico, Natural y Social; formación científica en Matemáticas y Formación en tecnologías de la Información y Comunicación).

En cuarto lugar, porque es un curso que tiene presente la realidad multicultural que hoy día

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

llenar nuestras aulas. (Formación Intercultural).

También y en quinto lugar, elegimos este curso porque tiene un reconocimiento oficial, éste nos dio una garantía y una seguridad. El curso completo son 250 horas que equivales a 25 créditos y por otra parte al finalizar el curso se recibe una certificación oficial del Ministerio de Educación: “Experto en Didáctica de las Ciencias”.

Finalmente el curso tiene un calendario que se adecuaba a nuestras posibilidades. Se realiza en dos años académicos, en horario intensivo de un sábado al mes (de 9:00 a 15:00 y 16:00 a 20:00 horas).

El curso está integrado por cuatro bloques de contenidos:

- Bloque I: Conocimiento del Medio Físico, Natural y Social.
- Bloque II: Matemáticas.
- Bloque III: Interculturalidad.
- Bloque IV: Tecnología TIC.

En todos los bloques contamos con la presencia de un gran número de profesores/as que nos acercaron sus conocimientos y experiencias de una manera magistral, no vamos a citarlos uno por uno, pues nos llevaría toda la comunicación pero si queremos hacerlos presentes a través de la pantalla en nuestra presentación.

### Bloque I “Conocimiento del medio físico, natural y social”

Bloque I: Conocimiento del Medio Físico, Natural y Social.		
Profesores		
Real Sociedad Española de Física	Gerardo Delgado Barrio	
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del CSIC	María José Gómez Díaz José Manuel López Álvarez José María López Sancho Alfredo Tiemblo Ramos
	Instituto de Física Aplicada del CSIC	Fausto Montoya Vitini
	Instituto de Historia del CSIC	María Dolores Fernández-Posse Almudena Orejas Saco del Valle Francisco Javier Sánchez-Palencia María Ruiz del Árbol Moro Isabel Sastre Prats
Centro de Estudios Superiores Don Bosco en Humanidades y Ciencias de la Educación		José Luis Hernández Pacheco José Antonio Frutos Martín

El primer bloque con el que comenzó el curso “Conocimiento del Medio Físico, Natural y Social” se inició con una exposición en relación a conceptos relacionados con el conocimiento, aplicados a la enseñanza de la Ciencia en Infantil y Primaria partiendo de las dificultades detectadas en el aula. Posteriormente tuvimos un mayor acercamiento a nuestro planeta, la Tierra; su origen, evolución y fenómenos que tienen lugar en ella. Hicimos un viaje por el mundo de la Física, sus innumerables procesos y leyes y nos sumergimos en los paisajes arqueológicos de nuestros antepasados. Visitamos el Jardín Botánico para ver la exposición sobre “LAS MÉDULAS”, Patrimonio de la Humanidad). Fue interesante descubrir cómo conocimientos científicos que aparentemente parecen inalcanzables para los niños, se pueden hacer asequibles trabajados desde su propia experiencia. Un ejemplo de ello fue la presencia de las maestras del

C.P. Fontarrón que nos mostraron lo que ellas vienen trabajando en sus clases con sus alumnos/as. Esta experiencia la podremos disfrutar el sábado pues volveremos a contar con su presencia y en esta ocasión también con la de sus alumnos/as.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **Bloque II “Formación científica matemática”**

#### **Profesores**

Felipe Bandera de la Riva José Antonio Fernández Bravo Mara Izcue Ancín Santiago Atrio Cerezo D. A. Martínez Dña. A. B. Fernández Arce \*D. P. Martínez Juan Carlos Sánchez Huete Dña. M. Madrid D. J. Velasco

El segundo bloque de contenidos, “Formación Matemática”, comenzó creándonos una duda que por otra parte es algo que ya se viene planteando desde la escuela debido al continuo aumento del fracaso escolar “¿Coincide nuestras formas de enseñar con las formas de aprender de los niños?”. El bloque se vétebra en tres ejes: a) La construcción del Conocimiento lógico-matemático; b) Utilización de materiales y recursos; c) Resolución de problemas matemáticos.

Hicimos un recorrido por el desarrollo curricular de las Matemáticas en el marco de las reformas educativas en España (4 últimas décadas). Viajamos por la historia de las civilizaciones y a través de su arquitectura nos informamos sobre los conocimientos científicos de que disponían, de los artilugios y razonamientos que les llevó a realizar esas impresionantes obras de arte y que a nosotros/as nos ayudan a descubrir nuestro entorno (experiencia colegio Valdebernardo). Manipulamos, jugamos y comprendimos conceptos matemáticos (medida, número, relaciones lógicas) con las regletas y el minicomputer. Nos detuvimos en la enseñanza de la geometría, las dificultades que se plantean en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Vimos diferentes programas informáticos como por ejemplo el Cabri, que nos pueden ayudar y orientar en nuestra práctica docente. Contamos con la experiencia de dos maestros que trabajan en distintos ámbitos educativos (FP y Garantía Social) y nos contaron como se enfrentan ellos a la enseñanza de las matemáticas con un alumnado diferente. Por último, fuimos los alumnos/as de una sesión de picomotricidad y pudimos comprobar por propia experiencia como se pueden desarrollar y enseñar conceptos matemáticos a través de la expresión corporal, en esta sesión fue la simetría.

#### **Bloque III “Formación intercultural”**

#### **Profesores**

Manuel Riesco González, G. Pérez, Miriam Fernández de Caleyá Dalmau, J.J. Ruiz, M. A. Blanco, J. L. Carbonell, B. Ofogo, J. Perdices, Mercedes Reglero y M.J. Arenal

El tercer bloque de contenidos, “Formación Intercultural” plasmó fundamentalmente la actual situación que se da en las aulas españolas, el fenómeno de la multiculturalidad; se expusieron distintas orientaciones que den respuesta educativa a los jóvenes dentro de la educación científica. Se vio la importancia que tiene la Ciencia como lenguaje universal que puede contribuir a derribar fronteras culturales, acercar a los pueblos y descubrir la herencia común que del desarrollo histórico hemos heredado. Se resaltó, también la educación como un valor fundamental para la convivencia. Se señaló una nueva perspectiva en la intervención educativa: el paso de la multiculturalidad a la interculturalidad. Profundizamos en la Historia y Cultura del pueblo gitano y en sus retos para el siglo XXI. Se comentó la Ley de Extranjería “pros y contras”. Contamos con la experiencia de colegios que nos explicaron que su respuesta educativa a la escuela Multiétnica se basaba en la atención a la diversidad. Se nos ofrecieron distintos recursos y programas para grupos culturalmente diferenciados. Y por último se nos presentó el Programa Experimental de la Conserjería de Educación de Madrid “Aulas Enlace” cuya finalidad es facilitar la integración escolar y social de los inmigrantes.

#### **Bloque IV “Nuevas tecnologías (tic)” Profesores**

Antonio Cara (Edebé Digital), \*Da. Aguas Rodríguez (tutora Universidad de Barcelona) y Santiago Atrio Cerezo (CES Don Bosco)

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

El cuarto bloque de contenidos, “Nuevas Tecnologías (TIC)”, curso “on line” realizado con la Universidad Central de Barcelona y Edebé Digital. Fue una experiencia diferente a los otros bloques pues se desarrolló a través de la red, cada alumno/a nos tuvimos que enfrentar a las diferentes propuestas de trabajo que se nos proponían de una manera individual y con una metodología, para algunos, completamente nueva. Dos contenidos se plantearon principalmente: a) Herramientas telemáticas Básicas para el Profesorado; b) Telemática en el aprendizaje científico.

### **Conclusiones**

Concluimos esta comunicación con algunas conclusiones:

1. Es un curso muy completo que va dirigido a todas las parcelas de la Ciencia:
  - Conocimiento del Medio Físico, Natural y Social
  - Conocimiento científico Matemático
  - Nuevas Tecnologías
2. Es un curso que tiene presente el alumnado que hoy día llenan nuestras aulas, haciendo una especial mención al fenómeno de la inmigración.
  - Formación Intercultural
3. Es un curso que ha contado con un gran contenido teórico. Muchos han sido los conceptos y conocimientos que se nos han ido transmitiendo a lo largo de las sesiones que ahora tendremos que ir asimilando e incorporando cada uno de nosotros/as.
4. Es un curso que ha contado con muchas actividades prácticas también, en las que hemos participado todos los alumnos/as, utilizando materiales y recursos en la mayoría de los casos novedosos.
5. Es un curso que ha tenido muchas aportaciones de experiencias que se han ido llevando a cabo en diferentes centros y en las distintas etapas de la educación. Muchas de estas experiencias han sido pioneras en el campo de la educación de las Ciencias en las primeras etapas educativas. Siempre pueden ser una referencia para nosotros/as.
6. Hemos contado con una gran cantidad de profesores/as, a los que desde aquí damos las gracias por su manera magistral de transmitirnos sus conocimientos y sus experiencias.

Por último, todo el curso quedará plasmado en un CD, del que dispondremos todos los alumnos/as y que nos ayudará seguramente, a asimilar todos los contenidos y experiencias que nos han ido comunicando. Será, por tanto, un excelente manual para nuestra práctica docente.



### **ENSEÑAR A ENSEÑAR CONTENIDOS DE CIENCIAS EN PRIMARIA: UN PROBLEMA FORMATIVO DE INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS**

Rosa Martín del Pozo. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la UCM

### **Resumen**

La formación inicial de los maestros para la enseñanza de los contenidos de ciencias en Primaria no está exenta de dificultades tales como:

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

1. Los futuros maestros suelen tener ideas fragmentarias, poco organizadas, y muchas veces erróneas, de los contenidos científicos básicos.
2. Tienen creencias y vivencias muy arraigadas y deficientes sobre lo que hay que enseñar, cómo hay que hacerlo, el papel del profesor, lo que saben los alumnos de Primaria, etc. que están muy alejadas de las orientaciones proporcionadas por la investigación didáctica.
3. En este contexto, presentamos el diseño, desarrollo y evaluación de una propuesta formativa que pretende facilitar el aprendizaje del conocimiento profesional necesario para enseñar contenidos relacionados con la Química en la Educación Primaria. Los contenidos profesionales que se abordan están organizados en torno a la integración de conocimientos que provienen de:
  - La enseñanza como práctica social de referencia que ha generado un conjunto de conocimientos presentes en el currículo oficial, los libros de texto y otros materiales curriculares.
  - La Química, su historia y epistemología, que nos permite analizar la evolución y obstáculos habidos en el proceso de construcción del conocimiento químico más básico.
  - Los estudios didácticos sobre las ideas de los alumnos acerca de la composición y comportamiento de los materiales.

En definitiva, se trata de una hipótesis de intervención para hacer evolucionar las concepciones químicas y didácticas de los futuros maestros hacia un conocimiento profesional de referencia; que está sometida a un proceso empírico de investigación, cuyos resultados más relevantes se discuten en esta comunicación.

### Los fundamentos de la propuesta

En el *Proyecto Curricular IRES* (Investigación y Renovación Escolar) y, más concretamente, en su programa para la formación del profesorado denominado *Investigando Nuestra Práctica*<sup>12</sup>, se enmarca la propuesta que presentamos. Se trata de una posible respuesta y una respuesta posible al problema de *¿qué conocimiento profesional necesita un futuro Maestro de Primaria sobre los contenidos escolares relacionados con la Química?*

La propuesta pretende ser coherente:

- a. Con la lógica disciplinar de la Didáctica de las Ciencias, que consideramos un núcleo vertebrador de los saberes académicos implicados en la formación del profesorado. Esta disciplina es la que se ocupa de los problemas profesionales de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se sitúa en un espacio intermedio entre las teorías psicodidácticas generales y el saber hacer en la práctica, y supone, por tanto, una reelaboración e integración de conocimientos procedentes de las Ciencias de la Naturaleza y de las Ciencias de la Educación (Porlán, 1998)
- b. Con los principios y estrategias formativas propias de la formación inicial entendida como una primera fase del desarrollo profesional. Frente a tendencias formativas en las que, o bien predomina el saber académico no específico, que se traduce en una formación desprofesionalizada sobre los contenidos escolares más una formación psicopedagógica al margen de dichos contenidos, o bien predomina el saber instrumental, y lo que importa es el cómo enseñar unos contenidos que se consideran dados por la administración o los libros de texto. Compartimos la idea de una formación profesionalizada de los contenidos escolares. Es decir, específica para formar a futuros maestros, intentando superar tanto el academicismo teórico como el instrumentalismo activista. Todo ello dentro de una concepción de la formación inicial

<sup>12</sup> En el número 276 de la revista *Cuadernos de Pedagogía* (1999) se puede consultar un amplio resumen de diferentes *Ámbitos de Investigación Profesional*, sobre problemas prácticos relevantes, en los que se organiza la propuesta *Investigando Nuestra Práctica*.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

no como prolongación de la escolaridad sino como primera fase del desarrollo profesional, conectada a la innovación curricular y a la investigación educativa (Martín del Pozo y Porlán, 1999)

- c. Con la naturaleza, organización y progresión del conocimiento profesional sobre la enseñanza de los contenidos escolares de ciencias. El conocimiento profesional sobre la enseñanza de los contenidos escolares que consideramos deseable es un conocimiento práctico mediador entre la teoría y la acción profesional. No es una versión simplificada del conocimiento químico ni didáctico, ni tampoco el conocimiento meramente experiencial. Más bien se trata de un tipo peculiar de conocimiento que incorpora e integra a ambos. Implica un conocimiento didáctico del contenido que posibilita la realización de transposiciones e integraciones didácticas. Un conocimiento que se organiza en torno a problemas relevantes para la práctica profesional, se elabora a partir de fuentes diversas (la propia disciplina, en nuestro caso, la Química, los estudios didácticos sobre las ideas de los alumnos y los conocimientos generados por la enseñanza como práctica social de referencia: currículo oficial, libros de texto y otros materiales curriculares), se formula como una hipótesis de progresión desde una visión más simple del conocimiento necesario para enseñar (cercano a las ideas cotidianas con las que llegan muchos de nuestros estudiantes) hasta una más compleja que consideramos deseable, pasando por niveles intermedios y se construye a partir de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio, mediante procesos de investigación de problemas relevantes para la práctica profesional, articulando teoría y práctica (Martín del Pozo, 1994; Porlán y Rivero, 1998; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; 1998)
- d. Con una visión del proceso de enseñanza-aprendizaje de orientación constructivista. Compartimos con muchos autores la necesidad de coherencia entre el modelo de formación y el modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias fundamentado en tres perspectivas teóricas complementarias:
  - la perspectiva constructivista, que nos “obliga” a trabajar con las concepciones de los estudiantes para hacerlas evolucionar
  - la perspectiva compleja y sistémica, que nos “obliga” a contemplar la realidad y los conocimientos como sistemas en evolución
  - y la crítica, que nos “obliga” a considerar los fines y valores; es decir, a relacionar conocimiento e interés.

Teniendo esto en cuenta, el conocimiento escolar se entiende como un conocimiento genuino del contexto escolar, resultado de la integración de distintas formas de conocimiento que pretende complejizar el conocimiento cotidiano de los alumnos, y que se formula como una hipótesis de progresión.

Conocimiento que se construye con una metodología didáctica basada en la investigación escolar dirigida de problemas relevantes en ese contexto, siendo una constante el tratamiento didáctico de las concepciones e intereses de los alumnos. En sintonía con lo anterior, la evaluación se entiende como un proceso que permite ajustar el proceso de enseñanza al de aprendizaje; es decir, de la posible evolución de las concepciones de los alumnos (García, 1998)

Todos estos planteamientos constituyen para nosotros el nivel de referencia que orienta y da sentido a la propuesta formativa que pasamos a describir.

### Pretensiones, contenidos, metodología y evaluación

Nuestra propuesta formativa, entendida como una hipótesis de intervención, no sólo es el resultado de intentar de ser coherentes con todos los planteamientos descritos, ni sólo consecuencia de la propia experiencia docente y del grupo de trabajo<sup>13</sup>, sino también es

<sup>13</sup> La autora pertenece al grupo de investigación DIE (Didáctica e Investigación Escolar) con sede en la Universidad de Sevilla.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

producto de la adaptación a los condicionantes de la formación inicial del profesorado y al contexto en el que se desarrolla. En este sentido, no podemos dejar de señalar que:

- Mientras que las prácticas legales proponen un nuevo perfil de profesor investigador, crítico y reflexivo, las prácticas administrativas (duración de los estudios, decretos de troncales) y las prácticas económicas, parecen ignorar las exigencias profesionales de este nuevo perfil. Dicho más precisamente, todavía no tenemos un marco que, al menos, permita cuatro años de formación con un planteamiento más ambicioso del practicum y una diferenciación profesional entre maestros generalistas y especialistas.
- Algo más de la mitad de los estudiantes no han elegido estudiar para ser maestros en primera opción. Parece existir una motivación más extrínseca que intrínseca en un gran número de ellos.
- Los formadores de profesores somos especialistas en una disciplina y no siempre hemos desarrollado los suficientes mecanismos para hacer frente a las necesidades de integración e interdisciplinariedad que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la Educación Primaria exige.

La asignatura en la que se formaliza nuestra propuesta es el resultado de las diferentes adaptaciones de la materia troncal (Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica) realizadas en la UCM. Así, en 2º curso de la especialidad de Educación Primaria, y con una carga lectiva de 4 créditos, se tratan los aspectos químicos implicados en el currículo de Primaria, tanto desde el punto de vista de la disciplina correspondiente como de la didáctica.

En esta asignatura se **pretende** hacer evolucionar las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio hacia un conocimiento profesional de referencia. Más concretamente, se pretende facilitar la evolución:

- Desde concepciones curriculares poco argumentadas y con elementos tanto de corte tradicional como activista hacia una tendencia curricular de orientación constructivista e integradora de los elementos curriculares
- Desde una visión acumulativa, fragmentaria, basada en la percepción y de carácter no interactivo de los conocimientos químicos hacia una visión más sistémica y evolutiva a nivel macroscópico y al nivel microscópico de la teoría atómico-molecular
- Desde la consideración de las ideas de los alumnos como errores a sustituir por el conocimiento químico hacia su consideración como un conocimiento alternativo al que se pretende enseñar con el que hay que trabajar a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, y en la medida de lo posible, también pretendemos que los estudiantes de Magisterio se aproximen a una visión más positiva del maestro como un profesional que investiga sobre su propia práctica con la intención de mejorarla, frente a planteamientos más artesanales o tecnocráticos.

1. Los **contenidos** de la asignatura se organizan en torno a un conjunto de problemas sobre lo que los futuros maestros saben y deberían saber acerca de la enseñanza de los contenidos escolares relacionados con la Química que están implicados en el currículo de Educación Primaria. Hemos seleccionado tres grandes problemáticas. Desde el punto de vista del sistema didáctico los contenidos del programa se sitúan:

- En el polo más relacionado con la enseñanza como práctica social institucionalizada, el primer grupo de problemas se resume en el interrogante *¿Qué y cómo se enseñan los contenidos relacionados con la Química en la Educación Primaria y qué enseñanza sería deseable?*
- En el polo más epistemológico, se hace referencia a la problemática *¿Qué sabemos y qué deberíamos saber sobre Química para enseñar en Primaria?*

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- En el polo más psicológico, se trata de una temática esencial para los futuros maestros: *¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los contenidos escolares relacionados con la Química?*

Para desarrollar estos contenidos se parte del recuerdo que tienen de la enseñanza recibida sobre los contenidos de Química. Sobre todo para hacer conscientes a los estudiantes de Magisterio de hasta qué punto su conocimiento de Química y de didáctica les sirve para enseñar. Aquí se pone de manifiesto el carácter enciclopédico y a la vez fragmentario de su conocimiento químico, lo que nos da pie para introducir los conceptos metadisciplinarios (sistema material, cambio, interacción, organización) como referentes para organizar los conceptos químicos. La homogeneidad en el recuerdo de la metodología con la que les enseñaron (basada en la explicación del profesor y en el libro de texto) y de evaluación (a través de controles o exámenes) se utiliza como desencadenante para poner de manifiesto las concepciones curriculares de los estudiantes de Magisterio (es decir, lo que ellos consideran deseable)

Dichas concepciones se contrastan con las diversas tendencias curriculares en la enseñanza de las ciencias y con las fuentes del conocimiento profesional para enseñar contenidos escolares, que es lo que articulará el contenido del resto de los interrogantes: la enseñanza, la Química y las ideas de los alumnos, de la manera que vemos a continuación.

2. Los **conocimientos** curriculares producidos por la enseñanza como práctica social institucionalizada se utilizan como elemento de contraste con las concepciones de los estudiantes de Magisterio:

- Del currículo prescriptivo de Educación Primaria se analiza en profundidad el bloque de contenidos que se refiere a los materiales y sus propiedades, que es donde están incluidos los conceptos de: cambio químico, mezcla e implícitamente el concepto de sustancia.
- De los libros de texto (y también las guías didácticas) se analizan: la amplitud conceptual, nivel de formulación, referentes empíricos y actividades que proponen diferentes editoriales sobre la temática que nos ocupa.
- De otros materiales curriculares diferentes, elaborados por maestros innovadores, se presenta la diferente visión que aportan de estos contenidos.

Desde el punto de vista químico, se tratan, a nivel macroscópico, los dos interrogantes básicos a los que se pretende dar una primera respuesta en la Educación Primaria, y sobre los que nos interesa poner de manifiesto lo que saben los estudiantes de Magisterio:

- *¿De qué están hechos los materiales que forman los objetos?* Aquí se trata el concepto de sustancia asociado al de propiedad característica, diferenciando los conceptos de elemento y compuesto en función de un criterio operativo (la posibilidad de descomposición) y éste último del concepto de mezcla, y las técnicas de separación.
- *¿Qué les puede pasar a los materiales frente a otros materiales, el calor o la electricidad?* Aquí se diferencian los cambios físicos y químicos según el criterio de cambio o conservación de la identidad de las sustancias (utilizando como indicadores, en los referentes empíricos seleccionados, la producción de gases o el cambio de color) que contrastan con sus predicciones e interpretaciones.

En este desarrollo también se ponen de manifiesto las limitaciones de esta conceptualización para explicar la composición y el comportamiento de los materiales. Por ello, se vuelven a plantear las mismas cuestiones pero ahora desde un punto de vista evolutivo:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- En primer lugar, se trata de establecer relaciones entre los conceptos que definen la composición de la materia a nivel macroscópico (sustancia, elemento, compuesto y mezcla) y los conceptos de nivel microscópico (átomo, molécula, ión y sistema atómico)
- En segundo lugar, se trata de identificar los marcos conceptuales, conceptos estructurantes y niveles de formulación del concepto de cambio químico.

El carácter evolutivo de los conceptos plantea ¿qué nivel de formulación enseñar? y ello nos permite poner de manifiesto las relaciones entre el conocimiento científico y escolar.

3. Las cuestiones más relevantes sobre las concepciones de los alumnos (naturaleza, origen, posibilidades de cambio) se contrastan con las creencias de los estudiantes de Magisterio al respecto. Posteriormente se analizan las ideas de los alumnos de Primaria sobre los conceptos químicos básicos, haciendo especial hincapié en la diversidad de concepciones, en su posible gradación de menos a más complejidad y en su utilización didáctica.

Como puede entreverse, las **pautas metodológicas** para desarrollar el programa se concretan mediante la realización de diferentes tipos de actividades:

- Actividades iniciales que suelen ir encaminadas a poner de manifiesto y "explotar" al máximo el saber inicial de los futuros maestros, son actividades introductorias, para plantear la temática y explicitar sus primeras ideas e intereses, tanto individuales como de grupo.
- Actividades para desarrollar el trabajo sobre un determinado problema que suelen orientarse hacia el manejo y contraste con informaciones que provienen de otras fuentes (currículo oficial, libros de texto, producciones de los alumnos de Primaria, fenómenos físicos y químicos provocados en el laboratorio, etc), son actividades de contraste de sus ideas con otras informaciones diversas.
- Actividades que pretenden recapitular, comparar, aplicar y evaluar lo realizado, son actividades de síntesis sobre los interrogantes planteados inicialmente.

Para ajustar el proceso de formación al de aprendizaje profesional, es decir, para **evaluar**, se recoge y analiza información que procede de:

- Un diario muy estructurado en el que se registran la secuencia de actividades realizadas y lo más significativo de las dificultades de los estudiantes, y del ambiente y dinámica de la clase.
- Las producciones individuales y grupales de los estudiantes
- La valoración de los estudiantes sobre los aspectos más positivos y negativos del curso

A los estudiantes se les ofrecieron dos opciones para cursar la asignatura. Una opción implicaba la asistencia activa a clase y la realización de las actividades previstas, tanto individuales como de grupo. El cumplimiento de estos compromisos garantizaba el aprobado. La otra opción consistió en preparar los contenidos de la asignatura a partir de los documentos seleccionados a tal fin a través de las tutorías y la realización de un examen escrito. De los 80 estudiantes matriculados, 8 no se presentaron a ninguna opción y 68 eligieron la opción presencial (tres abandonaron a mitad del curso) y se organizaron en 18 grupos de trabajo de 3, 4 o 5 componentes.

### Evaluación de la propuesta

Dos son las cuestiones que centran nuestro interés a la hora de evaluar la propuesta desarrollada:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

*¿En qué sentido evolucionan las concepciones químicas y didácticas de los futuros maestros?*

*¿Qué secuencias formativas propician dicha evolución?*

c. De las valoraciones realizadas anónimamente por 60 estudiantes, destacamos los siguientes aspectos que proponen mejorar o que no les parecieron adecuados:

- 17 demandan más actividades de laboratorio, sobre cómo enseñar a los alumnos de Primaria, etc.
- 12 no encontraron nada negativo o que quisieran mejorar
- 6 destacan que la metodología utilizada produce un cierto cansancio (incidir varias veces sobre lo mismo)
- El horario de clase es inadecuado (2) o la asignatura tiene poco tiempo (2)

En cuanto a los aspectos positivos destacan:

- La metodología general utilizada (37) y su relación con un mejor aprendizaje (20)
- Las actividades de laboratorio en particular (28) y todas en general (6)
- El trabajo individual y de grupo (20)
- El carácter práctico-profesional de la asignatura (11)

Como puede apreciarse, los aspectos relacionados con la metodología son los más referenciados frente a los que tienen que ver con los contenidos o la evaluación. No obstante, es de destacar que 15 estudiantes valoran diferentes aspectos del sistema de evaluación positivamente y sólo 2 lo consideran negativo pues puede “*que alguien no se lo tome en serio porque no hay examen*”. Por otra parte, las actividades de laboratorio siguen siendo valoradas muy positivamente a pesar de que, como veremos, suelen tener una aportación muy limitada en la evolución de sus concepciones químicas.

b. Del diario elaborado durante el curso destacan:

- Las dificultades de adaptación que tienen los estudiantes para actuar en clase con una metodología que requiere de sus aportaciones y de la discusión en grupo
- Las dificultades para realizar mapas conceptuales y entender el nivel atómico molecular
- El ambiente de gran aceptación de las actividades de laboratorio y, en general, de todas las actividades más relacionadas con la práctica docente (análisis de libros de texto, de textos o dibujos de alumnos de Primaria, etc)

c. Del análisis de la gran cantidad de información recogida de las producciones escritas de los estudiantes a lo largo del curso, nos limitaremos a resaltar las tendencias mayoritarias en sus concepciones iniciales, que, por otra parte son bastante coincidentes con los resultados de otros estudios más específicos (Martín del Pozo, 2001a; 2001b; Martín del Pozo y Porlán, 2001), así como las líneas generales de evolución en las concepciones didácticas y químicas de los futuros maestros:

- En la enseñanza que consideran deseable, inicialmente consideran que deben de enseñarse, sobre todo, conceptos de nivel microscópico (72%); con una metodología descrita con características muy genéricas (39%) (práctica, motivadora, participativa, etc) o secuencias tales como explicación del profesor → actividades prácticas (29%) o ideas previas → explicación → actividades (14%); evaluando las actividades realizadas (49%) y la participación (21%) del alumno mediante la corrección de las actividades y los resultados de un examen (68%); y cuya finalidad





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

es el aprendizaje de conceptos químicos básicos (60%) o la preparación para los siguientes niveles (37%)

Después del contraste y discusión a partir de la información del currículo oficial, libros de texto y otros materiales curriculares, se detecta una evolución hacia la enseñanza de conceptos de nivel macroscópico, pero sin tener aún muy presente la enseñanza de actitudes y procedimientos; con una metodología basada en las actividades de carácter experimental, en las ideas previas de los alumnos y en el trabajo en grupo; evaluando mediante más instrumentos, pero manteniendo los exámenes como garantía de “objetividad”; y cuya finalidad sigue siendo el aprendizaje de conceptos básicos sin hacer apenas mención a otro tipo de capacidades relacionadas con el conocimiento científico.

- Por lo que respecta a los conceptos químicos básicos, inicialmente se constatan las siguientes tendencias:
  - ◆ Sustancia como componente, tipo o clase de la materia, sin hacer referencia a las propiedades características
  - ◆ Elemento como lo que forma las sustancias
  - ◆ Compuesto como combinación, unión, mezcla, conjunto de elementos o sustancias
  - ◆ Mezcla como unión de sustancias, elementos o compuestos

La evolución mayoritaria se detecta en la relación entre sustancia, elemento y compuesto, pero se mantienen las dificultades para diferenciar sustancia y elemento. Por ejemplo, veamos un caso concreto muy habitual, de la formulación que establece en una actividad de aplicación de estos conceptos al final del curso:

- *Las sustancias pueden ser elementos o compuestos*
- *Elemento es una única sustancia*
- *Compuesto es la unión de dos o varios elementos*
- *Mezcla es la unión de dos o más sustancias*

Con respecto al concepto de cambio químico, el planteamiento estándar es considerar como estado inicial una (26%) o varias sustancias (36%), y como estado final, otra (5%) u otras sustancias (23%). No obstante, lo que predomina es una gran diversidad a la hora señalar cuál es el estado inicial y final del proceso, que, por cierto no es indicado por el 59%. Lo que cambia en el proceso es para el 31% la identidad del estado inicial, mientras que para el 18% son las propiedades de las sustancias. No indican lo que cambia el 29% y el porcentaje asciende al 97% cuando se trata de indicar lo que se conserva en un cambio químico. También es de resaltar que sólo un 10% hace mención al nivel microscópico.

La evolución viene marcada por la consolidación del criterio de cambio mientras que sigue sin ser utilizado adecuadamente por la mayoría el nivel microscópico y el criterio de conservación.

En la aplicación de los conceptos de cambio físico y químico a la cuestión de *¿qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto?* se observa como antes de realizar las actividades de laboratorio los criterios son muy diversos. Por ejemplo, dos grupos diferentes proponen lo siguiente:

- *GRUPO 9: Que se unan químicamente / Que no se unan químicamente*
- *GRUPO 1: Mezcla homogénea / Mezcla heterogénea*

Después de las actividades de laboratorio incorporan algunos conceptos:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- GRUPO 9: Mezcla homogénea / Mezcla heterogénea / Reacción química
- GRUPO 1: Mezcla homogénea / Mezcla heterogénea / Aparición burbujas

Y en una actividad de aplicación al final del curso la distinción parece consolidarse:

- GRUPO 9: Cambios físicos (mezcla homogénea o mezcla heterogénea), Cambios químicos
- GRUPO 1: Cambios físicos / Cambios químicos.

Como puede apreciarse en estos primeros análisis se detectan interesantes avances tanto en lo didáctico como en lo químico, si bien el sentido de la evolución suele ser, sobre todo, el de adicionar elementos a un determinado planteamiento. Aunque las actividades formativas desarrolladas han funcionado adecuadamente, y así es reconocido por los estudiantes, siguen persistiendo dificultades conceptuales como, por ejemplo, la relación entre los conceptos de nivel macroscópico y microscópico. Un análisis más detallado de cada una de las actividades y de las concepciones puestas en juego esperamos que nos permita ir mejorando la propuesta formativa descrita de manera fundamentada.

### Referencias bibliográficas

- GARCÍA, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1994b). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- MARTÍN DEL POZO, R. (2001a). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 199-215.
- MARTÍN DEL POZO, R. (2001b). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371.
- MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 35, 115-128.
- MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (2001). Spanish prospective teachers' initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education*, 2(3), 265-283.
- PORLÁN, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I : Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.







## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **LA FORMACIÓN CIENTÍFICA DE LOS MAESTROS DE INFANTIL Y PRIMARIA: LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

J. Samuel Sánchez Cepeda y M<sup>a</sup> del Carmen Conde Núñez. Facultad de Formación del Profesorado. Universidad de Extremadura. Campus Universitario s/n 10071 Cáceres.

#### **Resumen**

Nuestra actuación en la formación del profesorado en el ámbito de las ciencias nos fuerza a salirnos del papel de especialistas en el área de conocimiento, para adentrarnos en el papel de docentes, de profesionales de la enseñanza, que tenemos que transformar el conocimiento sobre la disciplina en una materia que sea enseñable y aprendible. Ello significa preguntarnos cuales son los contenidos más importantes de nuestra disciplina, las formas más útiles de representar las ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más importantes. Es decir, ¿de qué manera transformamos el conocimiento del que somos especialistas en conocimiento comprensible por otros? (Marcelo y otros, 1997).

Realizamos una reflexión sobre nuestro trabajo como docentes, para así poder proyectar un futuro desarrollo profesional. Reflejamos nuestras ideas sobre la ciencia, sobre la didáctica de las ciencias, la formación del profesorado y sobre otros muchos temas que nos afectan como educadores, ideas que no consideramos estáticas sino en constante evolución, como consecuencia de la formación, de la experiencia profesional, y de la reflexión personal y colectiva con otros compañeros.

Presentamos los currícula formativos de los futuros maestros de las etapas de Infantil y Primaria desde nuestro proyecto de actuación docente en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Extremadura, a través de las asignaturas que imparte en las distintas especialidades de Maestros en la Facultad de Formación del Profesorado. Las asignaturas troncales u obligatorias de “Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica” y “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza” (1º y 2º curso de maestros generalistas de Educación Primaria), “Conocimiento del Medio Natural Social y Cultural” (1º de maestros especialistas en Educación Física, Educación Musical y Lenguas Extranjeras), así como el “Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural” (3º de maestros de Educación Infantil), se ven complementadas con aquellas otras optativas como “Conocimiento del Medio Natural de la Región Extremeña”, “Educación Ambiental”, “Educación y Medio”, “Meteorología en la Escuela”, “Astronomía en la Escuela” o “Ecología y Recursos Naturales”, además de por la asignatura troncal del Practicum.

#### **Introducción.**

La ciencia constituye el camino para ofrecernos un conocimiento organizado y sistematizado del mundo físico-natural, siendo por tanto su objeto ese mundo físico-natural, y tomando como principios de la misma los de existencia y de permanencia de las leyes. Se trata de un conjunto sistemático de conocimientos sobre la realidad observable, obtenidos mediante metodología científica. Según esta definición, son tres los elementos que configuran su naturaleza: un contenido, un campo de actuación y un procedimiento o forma de actuar.

En cuanto a su contenido, la ciencia está exclusivamente formada por un conjunto de conocimientos sobre la realidad en forma de conceptos y enunciados, cuyas ideas están interrelacionadas, constituyendo una teoría. El campo de actuación, propio y único de la ciencia, es la realidad de lo observable, la realidad del mundo en que vivimos. Y la ciencia utiliza el método científico, que es lo que la tipifica, como procedimiento o forma de actuación en la formación del conjunto de conocimientos que la integran; este cuerpo de conocimientos no es otra cosa que el resultado de la investigación científica, realizado de acuerdo con el método científico, investigación que asimismo constituye el fundamento más firme y seguro de la actuación del hombre para el conocimiento, utilización y dominio del mundo que nos rodea.

Una característica importante de la ciencia es su capacidad para “*explicar*” observaciones y

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

“predecir” hechos a través de razonamientos sucesivos conocidos como procesos de inducción y de deducción. Así, partiendo de los datos recogidos por observación, se pueden formular leyes y teorías por inducción y, teniendo en cuenta dichas leyes, se puede llegar a establecer, por deducción, predicciones y explicaciones de otros hechos análogos que confirmen las hipótesis iniciales.

El estudio de la historia y la filosofía de la ciencia nos han ayudado a huir de reduccionismos y a reflexionar sobre la complejidad del conocimiento científico, de su construcción a lo largo de la historia, de sus cambios, de sus avances y retrocesos, y de las influencias a las que como todo saber humano está sometido.

En este sentido, pensamos que el profesorado en el ámbito de las ciencias experimentales tiene hoy día un papel crucial en la educación, contribuyendo a que los escolares tengan un aprendizaje, de las ciencias, atractivo, motivador, riguroso, y al mismo tiempo crítico, profundamente humano, y comprometido con los problemas de nuestro tiempo.

La educación científica no puede permanecer al margen, sino que *“debe contribuir al debate y a la reflexión crítica acerca de las problemáticas asociadas al actual desarrollo socioeconómico, favoreciendo así la necesaria participación de la ciudadanía en la toma de decisiones fundamentadas respecto a esos graves problemas”* (Gil y otros, 1999).

Nuestra actuación en la formación del profesorado en el ámbito de las ciencias nos fuerza a salirnos del papel de especialistas en el área de conocimiento, para adentrarnos en el papel de docentes, de profesionales de la enseñanza, que tenemos que transformar el conocimiento sobre la disciplina en una materia que sea enseñable y aprendible. Ello significa preguntarnos cuales son los contenidos más importantes de nuestra disciplina, las formas más útiles de representar las ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más importantes. Es decir, ¿de qué manera transformamos el conocimiento del que somos especialistas en conocimiento comprensible por otros? (Marcelo y otros, 1997).

### **La Didáctica de las Ciencias Experimentales.**

*“La Didáctica es la disciplina o tratado riguroso de estudio y fundamentación de la actividad de enseñanza, en cuanto que propicia el aprendizaje formativo de los estudiantes en los más diversos contextos”*

(Medina Rivilla y Salvador Mata, 2003).

El vínculo o comunicación interpersonal del que enseña con el que aprende constituye el acto didáctico, que se puede definir como la relación intencional y dinámica o activa por parte de ambos, cuya finalidad es conseguir los objetivos de la enseñanza y del aprendizaje. El proceso de enseñanza-aprendizaje está condicionado subjetivamente tanto por parte del discente como del docente, y de forma objetiva por la particular estructuración de la clase, del ambiente y de las situaciones didácticas, donde se maduran experiencias y se resuelven problemas. Elemento indispensable del proceso es la existencia del programa, propuesto como objeto-ideal al aprendizaje del alumno, capaz de reflejar la verdad, traducida en una incorporación personal y vital. El docente se sirve de métodos, modos, formas, procedimientos y todo tipo de ayudas didácticas en este proceso, que finalmente requiere de una verificación y un control de los resultados del aprendizaje.

Curiosamente, en función de estos condicionantes surgen las diversas didácticas especiales: al contar la Didáctica con su propia metodología ha sido posible su diferenciación en una variedad de didácticas especiales y se ha acaparado el ingente recurso de la experimentación científica. El esfuerzo sostenido y continuo de las didácticas de las áreas curriculares experimentó un cambio radical a partir de la Ley de Reforma Universitaria (1983): el nuevo catálogo de áreas de conocimiento vino a reconocer el trabajo desarrollado en las didácticas específicas (Perales y otros, 2001).

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

*“Se reconoce como objeto de estudio de la Didáctica de las Ciencias los sistemas de enseñanza-aprendizaje que abordan fenómenos materiales y naturales”*

(Gallegos, 1998).

Se identifican dos dimensiones complementarias: análisis de problemas y dificultades de aprendizaje y búsqueda y experimentación de nuevos enfoques de enseñanza.

Los problemas de aprendizaje y enseñanza de las ciencias son esencialmente interdisciplinarios. Ello nos obliga a tener en cuenta en nuestra fundamentación diversas áreas, desde las propias disciplinas científicas a los campos afines como la Psicología Educativa, la Filosofía de la Ciencia y otros que tienen mucho que aportar a tales problemas. Partiendo de la investigación en nuestra área de conocimientos, conviene hacer una breve reflexión sobre el estado actual y los problemas más importantes de dicha área (Campanario, 2002).

En los últimos años nuestra área de conocimientos ha conocido un desarrollo espectacular. Al final de la década de los ochenta, ALIBERAS, GUTIÉRREZ e IZQUIERDO (Aliberas, Gutiérrez, y Izquierdo, 1989), apoyándose en la obra de TOULMIN (Toulmin, 1977) *La comprensión humana*, y en su concepción de las disciplinas científicas como empresas racionales en evolución, concluían *“Estamos asistiendo al nacimiento de una nueva disciplina, la didáctica de las ciencias”*. Y a principios de los noventa, reflejando el sentir de muchos de quienes trabajaban en ese campo, HODSON (Hodson, 1992) afirmaba con rotundidad: *“Hoy ya es posible construir un cuerpo de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias”*.

El cambio ha sido notable en esa década, pues según el Ministerio de Educación y Ciencia, en el mes de enero de 2002 había 223 profesores de nuestra área (12 Catedráticos de Universidad, 74 Catedráticos de Escuela Universitaria, 35 Profesores Titulares de Universidad y 189 Profesores Titulares de Escuela Universitaria). MARTÍNEZ TERRADES (Carrascosa, 1987) muestra las principales líneas de investigación en didáctica de las ciencias manejando más de 1000 artículos y algo más de 25000 referencias bibliográficas, aparecen los primeros Handbooks (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998), y en nuestro ámbito recogemos la fundamentación y visión panorámica de la disciplina en la obra colectiva *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (Perales y Cañal, 2000), junto a otros manuales (Duschl, 1990; Gil y otros, 1991; Porlán, 1993; Joshua y Dupin, 1993; Jiménez Aleixandre, 1996; Del Carmen, 1997).

### Nuestra experiencia en la formación de Maestros.

Está fuera de toda duda la necesidad de explicar las características del contexto donde enseñamos. Contexto que, por otra parte, nos influye, limita, determina o permite desarrollar ciertas actividades y no otras. Establecemos (Marcelo y otros, 1997) una diferencia entre espacios interiores y exteriores a la Universidad, que se entienden como dimensiones influyentes en el proceso de toma de decisiones curriculares. A partir de las relaciones entre los ejes interiores y exteriores se pueden identificar cuatro contextos: El primero hace referencia al marco institucional donde se producen los estudios universitarios (contexto institucional), el segundo tiene que ver con los conocimientos y habilidades que se han de enseñar (contexto curricular), el tercero lo constituyen el tipo de profesionales que se están formando en el campo científico determinado (contexto profesional), y el cuarto está representado por aquellos a quienes se está formando, esto es, los alumnos (contexto personal).

Aunque la **Universidad de Extremadura** tiene algunos precedentes en siglos anteriores, lo cierto es que su fundación se fecha el día 10 de mayo de 1973 (decreto 991/1973, de 10 de mayo (BOE nº 119), integrándose en la misma los centros universitarios existentes, que hasta entonces dependían de las Universidades de Sevilla y Salamanca. En el mismo decreto de creación se establece la existencia de dos campus, situados en Badajoz y en

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Cáceres.

La **Facultad de Formación del Profesorado** actual no es un centro de nueva creación, sino el resultado de la evolución, como consecuencia del nuevo marco legislativo y organizativo de la antigua Escuela Normal, Escuela de Magisterio o Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de E.G.B., cambiando a su vez de ubicación.

Con la promulgación de la Ley de Reforma Universitaria en 1984 y la nueva organización departamental, en la Universidad de Extremadura se constituyó el **Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas**, en junio de 1986, agrupando a dos Áreas de Conocimiento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de las Matemáticas.

El Departamento imparte la mayoría de las asignaturas de sus Áreas de Conocimiento en la Facultad de Educación en Badajoz y en la Facultad de Formación del Profesorado en Cáceres. Al Departamento están adscritos 21 profesores de las dos áreas de conocimiento y dos laborales, y desde el curso 1995-96 el Departamento desarrolla el Programa de Doctorado “La enseñanza de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas”, cuyo objetivo es formar a licenciados y profesores en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales y de las matemáticas. Como el resto de Departamentos universitarios, su función es la docencia y la investigación, dos objetivos especialmente entrelazados en el Departamento ya que la investigación realizada es sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas, lo que repercute en la mejora de la propia docencia universitaria.

Detallamos las asignaturas del Departamento, correspondientes al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, incluidas en los planes de estudio vigentes de las Titulaciones de la Facultad de Formación del Profesorado de Cáceres. No se incluyen las asignaturas de libre elección porque su oferta varía anualmente, en función de las necesidades y posibilidades de los Centros y del Departamento.

Facultad de Formación del Profesorado: Asignaturas del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.				
Asignatura	Créditos	Carácter	Curso	Titulación
CC. de la Naturaleza y su Dca.	9	Tr.	1º	Maestro Ed. Primaria
Didáctica de las CC. Naturaleza	6	Ob.	2º	Maestro Ed. Primaria
Conoc. del Medio Natural, S. y C.	6	Tr.	3º	Maestro Ed. Infantil
Conoc. del Medio Natural, S. y C.	4,5	Tr.	1º	Maestro L. Extranjera
Conoc. del Medio Natural, S. y C.	4,5	Tr.	1º	Maestro Ed. Musical
Ampliac. C. Medio Natural, S. y C.	4,5	Ob.	1º	Maestro Ed. Física
Practicum I (1 grupo)	4,5	Tr.	2º	Todos Maestros
Practicum II (1 grupo)	4,5	Tr.	3º	Todos Maestros
Educación Ambiental	4,5	Op.	2º	Todos Maestros
Educación y Medio	4,5	Op.	3º	Todos Maestros
C. Medio Nat. región extremeña	4,5	Op.	2º	Todos Maestros
Educación Ambiental	4,5	Op.	3º	Educación Social
Enseñanza de la astronomía	4,5	Op.	-	Todos Maestros
Meteorología	4,5	Op.	-	Todos Maestros
Ecología de los recursos naturales	4,5	Op.	-	Todos Maestros
Historia de la tierra y la vida	4,5	Op.	-	Todos Maestros
Antropología físico-biológica	5	Ob.	4º	Lic. Antropología
Antropología ecológica	4,5	Op.	-	Lic. Antropología

Las dificultades para el desarrollo de los planteamientos docentes son numerosas (como ya han planteado numerosos autores), al considerar la realidad de la marcha del curso en cada una de las asignaturas: numerosos alumnos (85 en las troncales), heterogeneidad en cuanto a conocimientos y formación previa, horarios rígidos (tres horas fijas semanales), temporalidad concreta (un cuatrimestre) e “interrupción” real durante el periodo dedicado al Practicum en los centros educativos (cinco semanas). Este tipo de actividades necesitan

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

de la predisposición y motivación tanto del profesorado como del alumnado. En nuestro caso, tras once años de docencia en la formación de Maestros, constatamos la cada vez mayor distancia alumno-entorno (urbano y natural), que requiere por nuestra parte de nuevas estrategias de motivación.

Es habitual encontrarse con estudiantes de 18-20 años que apenas tienen contacto con el medio natural, aunque procedan del mundo rural, y generalmente muestran cierta indiferencia hacia el mismo. Esta actitud en el alumnado resulta especialmente preocupante si se considera que el aprendizaje de un joven no se limita al tiempo que permanece en un centro académico, y que la escuela debe dotarle de una formación suficiente que le permita progresar autónomamente en ese aprendizaje. Si un estudiante entiende que existen ciertos aspectos del entorno físico que pueden merecer su interés y cree disponer además de algunos instrumentos conceptuales y procedimentales para indagar sobre ellos, entonces no cabe duda de que existirán más posibilidades de que explore el entorno que le rodea (Pedrinaci, 1999).

De esta manera, en la parte práctica de las asignaturas que componen el currículo formativo de maestros, venimos utilizando fundamentalmente dos tipos de salidas o visitas prácticas para desarrollar y/o fortalecer algunos contenidos implicados en los niveles de Infantil y Primaria especialmente relacionados con el Área de Conocimiento del Medio y la Enseñanza de las Ciencias, y para abordar de forma integrada el tratamiento de los ejes transversales (Educación Ambiental,...):

- Salidas al entorno urbano de dos-tres horas de duración (ciudad de Cáceres y pueblos de procedencia de los alumnos), y
- Salidas al medio natural de una-dos jornadas (Parque Natural de Monfragüe y otros espacios naturales).

Nos interesa en nuestros planteamientos *el paisaje* por la capacidad que nos otorga para interpretar significados ecológicos e históricos, por su carácter integrador y holístico de las relaciones y componentes del entorno. Su potencialidad como recurso y medio educativo es ingente: su carácter motivador y estimulador, interdisciplinar, globalizador, próximo,... lo hace especialmente adecuado para su utilización y disfrute didáctico. La observación es una de las primeras formas que el ser humano tiene para relacionarse con su entorno. La capacidad de sentir, descubrir, leer, ... lo que el medio ofrece al visitante, es un primer paso -imprescindible- para desarrollar actitudes positivas con el entorno. Los itinerarios han sido uno de los recursos más habitualmente utilizados en Conocimiento del Medio y Educación Ambiental. Sus posibilidades educativas, tanto en la consecución de objetivos educativos, como en la práctica de metodologías novedosas, los hacen herramientas educativas especialmente interesantes.

### **Objetivos:**

La finalidad es la observación *in situ* de las características del medio (procesos y fenómenos), así como de sus elementos (flora y fauna) para desarrollar diversos contenidos. Entre los objetivos concretos podemos señalar como significativos:

- Familiarizarse con la consulta e interpretación de mapas.
- Utilizar técnicas de orientación en el medio.
- Utilizar aparatos sencillos como lupas, brújulas, termómetro, prismáticos,....
- Consultar diferentes fuentes de información.
- Practicar técnicas de recogida e interpretación de datos.
- Observar e identificar distintas especies de flora y fauna del entorno próximo.
- Aplicar y desarrollar contenidos conceptuales.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **Contenidos:**

- Conceptuales:
  - Estudio de aparatos sencillos: brújula, prismáticos, lupas,...
  - Mapas, planos y maquetas como instrumentos para la ubicación de lugares.
  - La vegetación: especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.
  - La fauna: especies salvajes y domésticas.
  - El clima y su influencia en las características del paisaje.
  - Los cinco sentidos.
- Procedimentales:
  - Exploración del entorno físico.
  - Observación de especies animales y vegetales.
  - Utilización de instrumentos sencillos.
  - Recogida de datos.
  - Desarrollo de técnicas de localización en mapas y planos.
  - Trabajo y toma de decisiones en grupo.
  - Consulta de fuentes de información variadas.
  - Elaboración de informes.
- Actitudinales:
  - Predisposición redescubridora hacia los elementos más característicos del paisaje.
  - Sensibilidad hacia la estética del entorno.
  - Respeto hacia los seres vivos del entorno y responsabilidad sobre su mantenimiento y cuidado.
  - Cumplimiento de las normas establecidas.
  - Valoración de la diversidad y riqueza del paisaje.
  - Reconocimiento de la importancia de los sentidos para descubrir el entorno.
  - Cooperatividad en el trabajo en grupo.

De acuerdo con las demandas de la sociedad, resultan relevantes los aspectos formativos de la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. La UNESCO viene manifestando una constante preocupación porque los gobiernos caminen hacia modelos educativos en consonancia con la importante relación Ciencia-Tecnología-Sociedad.

Por tanto, desde la Universidad, no sólo debemos hacer frente a la formación de investigadores y transmisores de la Ciencia, pura o aplicada, sino también a la de los directos responsables de educar a los individuos de la sociedad, y a los futuros científicos, para que sepan generar en sus alumnos actitudes positivas hacia la Ciencia, de manera que ellos mismos adquieran los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales al respecto.

El reconocimiento por parte de la Administración del Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, recogido en el Real Decreto 1888/84, de 26 de septiembre, promulgado para completar y desarrollar la Ley de Reforma Universitaria, supuso el empuje definitivo hacia los planteamientos expuestos. No cabe duda de que a través de los departamentos universitarios en los que se desarrolle y efectúe la docencia y la investigación en Didáctica de las Ciencias, se podrá avanzar hacia metas cada vez más altas en la organización de las enseñanzas científicas en función de las necesidades sociales del momento.

En esta línea, nuestro departamento desarrolla un modelo que recoge la doble vertiente de la tarea propia de la Universidad: DOCENCIA, con los problemas derivados de la enseñanza, e INVESTIGACIÓN, tanto personal como en equipo.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### Referencias:

- ALIBERAS, J., GUTIÉRREZ, R., y IZQUIERDO, M. (1989). La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 7 (3), pp. 277-284.
- CAMPANARIO, J. M. (2002). *La Enseñanza de las Ciencias en Preguntas y Respuestas* [Web Page]. [URL <http://www.uah.es/otrosweb/jmc>] [2003].
- CARRASCOSA, J. (1987). *Tratamiento didáctico en la Enseñanza de las Ciencias de los errores conceptuales*. Tesis Doctoral: Universitat de València.
- DEL CARMEN, L. (Coord.). (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori-ICE Barcelona.
- DUSCHL, R. A. (1990). *Restructuring Science Education. The importance of Theories and Their Development*. Madrid: Narcea.
- FRASER, B., y TOBIN, K. G. (Eds.). (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.
- GABEL, D. L. (Ed.). (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N.Y.: MacMillan Pub Co.
- GALLEGOS, J. A. (1998). La construcción del concepto de mineral: bases históricas y un diseño de enseñanza-aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 16 (1), pp. 159-170.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C., y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- GIL, D., GAVIDIA, V., VILCHES, A., y EDWARDS, M. (1999). Visiones de los profesores de ciencias sobre las problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad deberían prestar una atención prioritaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, nº 13, pp. 81-97.
- HODSON, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14 (5), pp. 541-566.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1996). *Dubidar para Aprender*. Vigo: Xerais.
- JOSHUA, S., y DUPIN, J. J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences es des mathématiques*. París: PUF.
- MARCELO, C., ESTEBARANZ, A., MAYOR, C., MINGORANCE, P., PARRILLA, Á., y MORENO, M. (1997). El Proyecto Docente. En: F. BLÁZQUEZ ENTONADO, T. GONZÁLEZ BRAVO, y J. TERRÓN GONZÁLEZ (Coords.), *Materiales para la Enseñanza Universitaria*, nº 2. Badajoz: Universidad de Extremadura - Instituto de Ciencias de la Educación. pp. 11-88.
- MEDINA RIVILLA, A., y SALVADOR MATA, F. (2003). *Didáctica General*. Madrid: Pearson Educación.
- PEDRINACI, E. (1999). El trabajo de campo: algo más que un recurso. *Cuadernos de Pedagogía*, nº 281, pp. 73-76.
- PERALES, F. J., y CAÑAL, P. (Dirección). (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Ed. Marfil.
- PERALES, F. J., GARCÍA, A. L., RIVERA, E., BERNAL, J., MAESO, F., MUROS, J., RICO, L., y ROLDÁN, J. (Eds.). (2001). *Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI. (Congreso Nacional de Didácticas Específicas: Granada. Febrero 2001)*. Granada: Universidad de Granada.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada Editora (serie fundamentos nº 4).
- TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana, vol. 1: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.





José Quintanal Díaz. C.E.S. Don Bosco (adscrito a la Universidad Complutense de Madrid).

## Resumen

Desde la experiencia personal del autor, se analiza la importancia y el valor que tiene el lenguaje en el desarrollo del aprendizaje de las matemáticas. Así partiendo de un conocimiento estructurado de éstas, se enmarca convenientemente el uso que del lenguaje matemático se hace en la escuela, como recurso de aprendizaje, y también como valor referencial básico, pues en todo momento determina el éxito posterior en la enseñanza del área.

A lo largo de la comunicación, se reclama con insistencia la necesidad de alfabetizar la escuela; se habla de una alfabetización matemática. Su fundamento es la obviedad de que un alumno que no entiende, por más que se le adiestre, nunca llegará a aprender matemáticas. Éstas también necesitan comprenderse, por lo que tendremos que enfocar su enseñanza en esa dirección. Un planteamiento un tanto renovador, que no supone más que un compromiso personal del estamento docente por superar el trasnochado adiestramiento, en beneficio de un desarrollo lógico del pensamiento, y apostar por una matemática basada en la comprensión. El contenido surgirá ahora del entorno inmediato del alumno y será factible normalizar el uso del código establecido pues la automatización únicamente emanará de la funcionalidad experiencial. Supondrá, pues, una apuesta renovadora que permitirá hacer un planteamiento más personal y lúdico de la enseñanza de las matemáticas.

## 1. Introducción

La experiencia escolar, en los niveles de Primaria y Secundaria, acumulada en las dos últimas décadas del pasado siglo, impartiendo todas las áreas que conformaron los distintos planes de estudio de las extintas EGB y Planes LOGSE, nos ha deparado, al menos, una sucinta idea de lo que, en las distintas áreas, puede suponer la didáctica escolar, sus carencias, necesidades y expectativas. Aprovechándola, y apoyados únicamente en la reflexión personal, nos gustaría presentar esta visión un tanto particular del tema.

En el caso de las matemáticas, a la cual pretendemos ceñir esta aportación, nos ha movido siempre la inquietud científica del área, desarrollándola como experimentación lúdica de todo cuanto de ciencia tiene la vida cotidiana, y buscando satisfacer la insaciable curiosidad que uno tiene por demostrarse el límite de su ingenio. Ambas son cualidades que han resultado excelentes compañeras de estudio y trabajo, por lo que es nuestra meta que germine en los alumnos la curiosidad, la inquietud y el estímulo que acrecienta la avidez del conocimiento; si pensamos en las matemáticas, por sí mismas lo satisfacen.

Volviendo al ámbito escolar, diremos que hemos interpretado (y el plural resulta mayestático cuanto pensamos que éste es un planteamiento un tanto generalizado el que se hace de la enseñanza de esta ciencia) siempre que reconozcamos que las matemáticas van más allá de una simple aplicación numérica; las matemáticas sobre todo, son:

- **Un lenguaje**, caracterizado como *un lenguaje matemático*, diferenciado, específico, con identidad particular, propia, debidamente conformado.
- **Un pensamiento**, que se define como *pensamiento lógico*. La lógica desde el mundo helénico viene guiando la reflexión y la observación del ser humano, y es esa misma lógica la que determina el devenir del cosmos, la vida, el acontecimiento cotidiano. A nuestro alrededor, todo se mueve con orden (lógico) y cuando con sorpresa descubrimos que no es así, enseguida buscamos el error que lo evidencie y nos permita la normalización. Si algo caracteriza las matemáticas, es que todo cuadra, en base precisamente a esa misma lógica.
- Y **una operativa**, funcionalidad lo llamaríamos hoy (en un sentido eminentemente positivo, corriente que parece cobrar nuevamente sentido (quizás confirmándonos el







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

desarrollo pendular al que ya nos tiene acostumbrados la historia)). *Los algoritmos* son la representación más tangible de que la matemática funciona, opera, actúa, justifica e interpreta el acontecer cotidiano. Es más, lo que hoy en día no resulta operativo, de entrada se rechaza, y se deshecha, no es válido. Podríamos incluso afirmar que el resto de contenidos que conforman la matemática están ahí, en tanto que podemos operar con ellos.

En la escuela, estos tres aspectos, encuentran su confluencia en lo que se conoce como Área de Matemáticas, o Área Matemática, según la moda lingüística, o el interés social del momento. En realidad, las matemáticas determinan el espacio que se destina a desarrollar en el niño una forma de pensamiento específica (afirmación que con este trabajo intentamos demostrar), referida a la aplicación numérica de cantidades como nos dice el diccionario de la Real Academia, pues se sirve de la operativa que determina el entorno vital del sujeto. Este pensamiento se integra en la esfera de conocimiento del niño, gracias a que se aplica un lenguaje específico, propio, singular, con sentido pleno. Los alumnos que al concluir su formación caracterizamos como que saben matemáticas, son aquellos que “piensan” y “operan”, buscando la lógica que encierra todo planteamiento cuestionable y enuncian de forma concreta y específica el camino hacia la resolución operativa.

Como se ve, en nuestra interpretación escolar de las matemáticas, el lenguaje ocupa un lugar referencial, preferente, que condiciona el desarrollo didáctico que luego se le vaya a dar al proceso de Enseñanza y Aprendizaje. Hemos de reconocer que se trata de un lenguaje complejo, elaborado, consecuencia del uso, pero también sometido al convencionalismo simbólico (pues sólo tiene la finalidad de expresar y comunicar un contenido de modo que sea legible para todos).

### 2. El lenguaje en las matemáticas: características

Para caracterizar este lenguaje matemático, lo mejor es que lo hagamos desde el conocimiento experiencial que apuntábamos al inicio del trabajo. Un repaso a los distintos manuales que encontramos en el mercado editorial, lo mismo que el análisis de las programaciones desarrolladas por el profesorado, nos demuestra que el lenguaje que emplean las matemáticas en la escuela contiene:

- *Simbología*: Perfectamente acotada por el uso contextual que de ella se hace en todos los manuales. Por ejemplo, raro o imposible se nos antoja buscar una sola página escrita sobre matemáticas (y no nos referimos a ningún tratado sino al libro de texto), en la que no aparezcan algunos símbolos (como  $+$   $-$   $*$   $/$   $=$   $\pm$   $\sim$   $>$   $\dots$ ) que el alumno tiene que conocer e interpretar.
- *Expresiones*: Con un contenido similar a la simbología anterior, incluso muchas veces, interpretándola, matizando su aplicación o aclarando su contenido. Así, por ejemplo: mayor que, más, adicción, sustracción, unidades de medida... son expresiones que refuerzan todo el simbolismo de la composición.
- Frases *establecidas*: Que nos hacen determinar rápidamente si un texto corresponde o no a las matemáticas (es posible identificarlo únicamente por el lenguaje que usa). Por ejemplo, ideas planteadas como: “Tenemos...”, “¿cuántos...?” o “Un conjunto de elementos...” se asocian rápidamente en nuestras mentes a las matemáticas.

Todos estos son elementos de contenido que contribuyen a hacer del lenguaje matemático algo propio, específico, pero también diferente (con respecto al que otras áreas de contenido utilizan, y respetando la proximidad que nos brinda la enseñanza de las distintas ciencias). El de las matemáticas es un lenguaje que se tiene que aprender (no forma parte del estatus natural de pensamiento del sujeto); de él ha de imbuirse el alumno si quiere funcionar con autonomía en los estudios posteriores cada vez más complejos. Y el uso comunicativo que se haga, nos demuestra que básicamente se trata de un recurso que se emplea para manifestar el propio pensamiento, siendo:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- ♦ **Formal**, sometido a normas convencionales, de ningún modo arbitrarias (a nadie se le ocurre escribir en una expresión matemática un símbolo como éste “ $\neq$ ”, aunque sólo sea porque sabe que no se lo van a interpretar, y para no decir nada....
- ♦ **Estructurado**, responde a una lógica y a una secuencia, que nos permite leerlo y comprenderlo directamente como está representado. Así cuando en un ejercicio matemático, un “+” aparece entre dos cifras, y se remata la expresión con el símbolo “=”, sabemos que se nos está pidiendo la respuesta de la adición entre ambos números. A no ser que el proceso de enseñanza haya falseado el resultado, tendremos que reconocer la complejidad y a la vez efectividad de estos planteamientos numéricos.
- ♦ **Universalizado**. Todo el mundo lo entendemos sin problema, aunque eso sí, tenemos que reconocer que también hay un cierto acomodo al devenir de los tiempos, que nos modifica o condiciona hasta la simbología (por ejemplo, la era informática ha transformado la “x” de la multiplicación por la “\*”, o que la generalización que el “.” anglófono mantiene en pugna con la “,” latina para indicar los decimales).

Por nuestra parte, hemos de decir que la norma, esta norma, es el mejor referente que puede presentar el lenguaje de las matemáticas para asegurarnos una perspectiva de futuro, su permanencia lo mismo que su pertinencia, se refrendan con su generalidad.

### 3. El lenguaje de las matemáticas, en la escuela

Hasta aquí hemos hablado de las matemáticas y su lenguaje de una forma general, pero cuando esta reflexión la ceñimos al ámbito reducido de la escuela, descubrimos que existe un excesivo formulismo en su lenguaje. Formulismo por otra parte necesario, pero que no está de más que el profesorado tome conciencia de su existencia, ya que conforma el contenido de la enseñanza.

La secuencialidad de su desarrollo nos lo confirma: en educación infantil los niños aprenden a contar, y es preocupación didáctica de la Escuela que todos ellos lo hagan con corrección y presteza en contextos de lo más diversos. En Primaria se realiza ya una primera aplicación del ejercicio de conteo, referida a los algoritmos, que en Secundaria se reelabora sobre la base de procesos crecientemente más complejos en la escuela. Junto a estos aprendizajes, otros enriquecen el espectro de conocimientos del niño, aunque no prescinden del uso de los algoritmos para su desarrollo. La adquisición del contenido se estructura debidamente (ningún maestro piensa enseñar a los niños de primaria ecuaciones (y no porque no sean capaces de adquirir un conocimiento aplicado de este concepto)) en torno a la aritmética de las operaciones básicas (lo que sí tenemos que reconocer que este planteamiento sigue una lógica, pues se basa en el proceso psicológico que sigue el niño). Bueno pues paralelo a dicho proceso, observamos que el alumnado va adquiriendo, progresivamente el lenguaje matemático, el cual será soporte imprescindible en los contenidos que más adelante conformarán la secuencia de aprendizaje.

Dicho de otro modo, es bueno que el pensamiento del alumno crezca en cuanto a contenido, pero es necesario que se haga dentro de la norma establecida que será la que le permita enriquecer la progresión del conocimiento. Por ejemplo, el niño que juega con su mamá a subir las escaleras “nombrando” los escalones, adquiere el lenguaje matemático, y lo integra en su conocimiento del mismo modo, y en el mismo orden, en que luego, ya escolarizado, va a recibirlo en el aula, por lo que en la escuela pueden apoyarse en el aprendizaje familiar para enriquecer su aplicación a la recta numérica, a la suma o resta de elementos, etc. Es bueno que se desarrolle una pedagogía de la funcionalidad matemática, en la cual el lenguaje jugará un papel importante.

Así pues, podemos conferir dos aspectos complementarios al lenguaje matemático:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Por un lado, **el conceptual**, cuyo conocimiento asegurará la alfabetización (matemática) del alumnado. Por ejemplo conocerán el significado de los símbolos empleados, o sabrán qué acción requiere cada uno de ellos.
- Y en la otra cara de esta misma moneda, es preciso situar **el sentido comprensivo** que todo lenguaje tiene, y que por haber sido concebido de manera exclusiva para las matemáticas no tiene por qué liberarse de dicho carácter.

El lenguaje matemático lanza a la acción (los niños curiosamente en la escuela cuando leen un problema lo primero que expresan es la operación que requiere aplicarse para su resolución), pero es peligroso que se reduzca a ella, y se eluda la reflexión. El de la matemática, como todo lenguaje, está cargado de contenido, el cual ha de llegar debidamente al destinatario para conseguir el efecto requerido (comprenderlo). Y la escuela ha de velar porque esa ejecución sea comprensiva (lo mismo que el niño aprende la secuencia numérica cuando sube la escalera con su mamá, pensamos que todo contenido del área (conceptos, algoritmos, aplicaciones, etc) es posible aprenderlo mediante una pedagogía de la funcionalidad, en cuyo marco tendrá un desarrollo, diríamos que, pleno).

Cuando hablamos de lenguaje matemático comprensible y comprendido, nos referimos a todo él, no a elementos aislados. Toda operatividad simbolizada mediante el lenguaje ha de estar asumida e integrada. Decimos esto porque desde la experiencia de aula, hemos conocido experiencias de aprendizaje muy poco efectivas al respecto. En el caso de los problemas matemáticos, recientemente por fin hemos conocido, y no sin cierta sorpresa <sup>(14)</sup> algunas experiencias de formación inicial del profesorado integradas por temas de contenido que estimulan el pensamiento lógico (basados en recursos que obligan inexorablemente a la reflexión, como la no relación entre contenidos del problema y la pregunta del mismo, la ausencia de pregunta, la manipulación lingüística que distrae la atención y provoca el despiste del eje central del problema...) Por fin se prioriza la reflexión cuando antes primaba el formulismo de la operativa (se pretendía únicamente aplicar las operaciones correctas y obtener el resultado apropiado).

### 4. **Comprender las matemáticas, es comprender su lenguaje: la alfabetización matemática**

Abogamos por un planteamiento de las matemáticas que se preocupe por la alfabetización del alumno, haciendo que todas estas clases no sean vacuas operativas, generadas y regeneradas hasta el infinito, con el fin último de la automatización. La escuela no está para adiestrar (a veces las matemáticas se convierten en una destreza) sino para educar, para enseñar, para desarrollar capacidades intelectivas en el sujeto, y mal que nos pese, en nuestro caso (lo mismo que en cualquier otro área de contenido) su actividad debe ser traducida en una adquisición comprensiva del lenguaje, la cual desde nuestro punto de vista debiera suponer:

- *Una interpretación personalizada de los contenidos*  
  
Lo que implica diálogo, donde el contraste de planteamientos preceda a toda operatividad, y donde la reflexión sea previa a la acción, si realmente nos preocupa la integración en el pensamiento.
- *Lograr una adecuada interrelación comunicativa del alumno con el pensamiento o la interacción con su interlocutor (pura comprensión)*

Sobre todo en el caso de las aplicaciones que se basan en la escritura, pero también

<sup>14</sup> En un examen de matemáticas de estudiantes de magisterio, nos llamó la atención la pregunta que se les formulaba de este modo: “cuál es el menor común divisor de...”. Nuestra mente que ha sido mediatizada por el tandem m.c.d.-m.c.m. sufrió una auténtica catarsis, que intentamos superar operando, y empezamos a descomponer factorialmente los números dados... Craso error; sólo era necesario pensar, no operar... pues la respuesta es siempre 1. Conclusión: goza mi corazón de pedagogo, al descubrir estos nuevos planteamientos en el uso de la matemática en la escuela.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

en cualquier otra ejercitación es importante determinar con claridad y antelación cuál habrá de ser el fin perseguido, qué se le pide al alumno y que él, comprendiéndolo, genere el proceso resolutorio adecuado.

- *Desembocar siempre en una aplicabilidad funcional, a ser posible enmarcada en el contexto cercano al niño*

De otro modo, ¿qué satisfacción o qué valor puede concedérsele a una monótona y repetida ejercitación de operaciones, ajenas a cualquier proceso de reflexión, duda o movilidad y reversibilidad del pensamiento? Desde luego que únicamente la lógica (y nos referimos a ella como comprensión), y una ejecución intencionada, sometida al criterio personal y particular de cada sujeto, son las condiciones que le confieren sentido a la acción.

- *Generar la respuesta adecuada*

Propia de la cuestión que se plantea, efectiva y cierta, pero propia y personal, integrada convenientemente en el proceso de pensamiento del sujeto.

Sólo entonces podremos entender que las matemáticas adquieren sentido pedagógico y valor educativo. Cuántas hemos conocido desarrolladas bajo procedimientos (nada aconsejables) de automatización o de adiestramiento, que por supuesto nunca entendimos. Lo hemos dicho ya, la matemática ha de implicar acción, y lo mismo en el pensamiento, actividad intelectual, propia, singular.

Alfabetizar en la escuela, desde el pensamiento matemático (como señalábamos al inicio), trasciende o ha de trascender la operatividad, y exige normalizar el uso del lenguaje pues:

El niño ha de adquirir conocimientos, propios del entorno inmediato (un “1” no tiene mayor sentido que su simbolización, si el niño no lo asocia con la cantidad de cabezas que tiene una persona, o las narices y bocas que conforman el eje de ésta), pero todo contenido ha de integrarse comprensivamente en el intelecto, ha de conferírsele sentido.

El niño ha de asumir un código establecido, y someter a él todas sus aplicaciones, que no tendrán ningún valor (insistimos, la matemática está regida por esa codificación por lo que se tiene que alfabetizar al alumno para que aprenda a usarla), si no es bajo la norma de la comprensión (¿qué puede suponer un símbolo como éste “+” si no va asociado a un ejercicio de acumulación, adicción, juntar...?)

El niño ha de adiestrar su intelecto, automatizando el pensamiento (obvio), aunque sólo sea por simple rentabilidad funcional: aquello que siempre va a ser igual, se programa en el cerebro para producirse cada vez del mismo modo, y eximir al intelecto de una acción ya asumida (que incluso surge espontáneamente, automática). Pero si el automatismo resulta de la ejercitación, ésta no tiene por qué ser ardua y tediosa, pues la escuela cuenta con “suculentos” recursos pedagógicos para su dinamización.

Y sobre todo, el niño ha de deleitarse con las matemáticas, lo que requiere que éstas “le provoquen”, “le tienten”, “le reten” y que él se sienta interpelado, para con efectividad producir el efecto de respuesta que lo implique y se implique, y que se auto-exija su propia superación.

En resumidas cuentas, pensamos que las matemáticas han de contar en el lenguaje con un excelente aliado, recurso efectivo para el crecimiento personal (aprendizaje).



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### Los paisajes culturales como recurso didáctico

Electra Menéndez Muñoz y María Ruiz del Árbol Moro. Fundación Las Médulas/ Instituto de Historia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. IV Avenida, 2 – Poblado de Compostilla. 24400 Ponferrada (León). Tel. 987 40 35 92. [emenendez@ih.csic.es](mailto:emenendez@ih.csic.es)  
[mrarbol@ceh.csic.es](mailto:mrarbol@ceh.csic.es)

#### Resumen.

Nuestra intención es plantear cómo puede aprovecharse plenamente la enseñanza de la Arqueología como ciencia en el marco del currículo escolar y dentro de una enseñanza informal. Nuestras consideraciones se basan en dos talleres de arqueología realizados en dos contextos muy diferentes pero con un mismo hilo conductor, la Arqueología del paisaje. Estas dos experiencias – el “stand” del departamento de Arqueología del Instituto de Historia del CSIC en la III Feria de Madrid por la Ciencia y el taller de Arqueología de la Semana Cultural del colegio Santa Bárbara de Bembibre (León) – serán los puntos de partida sobre los que realizaremos nuestras valoraciones.

#### Introducción.

Nuestro trabajo se integra en el del equipo de investigación “Estructura social y territorio. Arqueología del Paisaje” que, desde el Instituto de Historia del CSIC, dirige F.-J. Sánchez-Palencia<sup>15</sup>. Nuestra principal línea de trabajo es el estudio integral de las transformaciones producidas en la Península Ibérica tras su integración en el Imperio Romano: en este marco general, nuestros trabajos se han centrado en una serie de áreas geográficas bien definidas, entre las que hay que destacar el Noroeste peninsular y, en especial, la Zona Arqueológica de Las Médulas.

Desde el comienzo, el desarrollo de nuestra investigación ha estado acompañado de una preocupación por la aplicación social y difusión de la misma. Buena muestra de ello es la constante colaboración del equipo con la Fundación Las Médulas<sup>16</sup> y nuestra vinculación permanente a ella. Asimismo una gran parte de nuestros trabajos de divulgación de los resultados de nuestra investigación se han canalizado a través de las iniciativas propuestas por el IMAFF del CSIC<sup>17</sup>.

El objetivo de esta comunicación es plantear algunas consideraciones sobre la enseñanza en las primeras etapas de la educación de la Arqueología como ciencia y la necesidad de una didáctica específica del patrimonio. El punto de partida de nuestras reflexiones son, por una parte, nuestro enfoque teórico y metodológico, la Arqueología del Paisaje y, por otra, dos talleres de arqueología que hemos llevado a cabo en dos contextos diferentes: el primero, durante la III Feria de Madrid por la Ciencia; el segundo, en el marco de la Semana Cultural del Colegio Santa Bárbara de Bembibre (León).

#### La Teoría: la Arqueología del Paisaje y la enseñanza de la ciencia en las primeras etapas de la educación.

La arqueología es una ciencia cuyo objetivo es el estudio de las sociedades pasadas a través de sus restos materiales. Aunque esto parece claro y evidente, en general existe una falta de precisión sobre su entidad y se encasilla a los arqueólogos en el cajón de los aburridos historiadores “de letras”. Sin embargo, la idea de que existe una separación radical entre las ciencias “de ciencias” y las ciencias “de letras” está algo obsoleta y es resultado de un modelo de ciencia que emplea como referente a las matemáticas o la física. Nada más lejos de la

<sup>15</sup> <http://www.ih.csic.es/lineas/territorio/index.htm>

<sup>16</sup> <http://www.fundacionlasmedulas.org>

<sup>17</sup> Queremos expresar nuestro agradecimiento al equipo del IMAFF y, en particular, a María José Gómez, por animarnos a participar en este congreso, en la línea del constante apoyo, orientación y colaboración que encontramos en el citado equipo en todo lo referente a la divulgación y enseñanza de la Ciencia.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

realidad. De hecho, por poner sólo un ejemplo, el arqueólogo, que es, en último término, un historiador, emplea en gran parte métodos y técnicas de disciplinas con intereses similares como la geología, la biología, la química, etc.

Por otra parte, para comprender el estado de la arqueología como disciplina científica en la actualidad es necesario superar la idea trasnochada de que los arqueólogos son personas centradas en la búsqueda de objetos singulares. En realidad existe todavía una arqueología clásica, positivista, que busca su sentido en la recuperación y descripción de los objetos, obviando el contexto en el que estos se insertan. Otra de las tendencias imperantes hoy en día, es aquella arqueología que – como reacción al objetualismo de los arqueólogos clásicos – concede mucha importancia a los lugares donde se encuentran los objetos, los yacimientos (como la arqueología procesual). Frente a estas, se ha planteado, desde la llamada “Arqueología del Paisaje” – en la cual se integra este trabajo –, la necesidad de estudiar todas las manifestaciones de las sociedades antiguas, es decir, todos los productos que estas sociedades han dejado en el espacio a lo largo del tiempo.

Estos productos se traducen en objetos comunes y otros vestigios que perduran sobre el terreno a modo de señales o huellas: la documentación y el análisis de estos elementos nos permiten saber que durante cierto tiempo, los hombres que ocupaban determinado lugar hacían esto o aquello.

De esta forma el paisaje, producto de unas vidas humanas, adquiere así su historia a través de la imposición, una tras otra, de trazas de actividad humana que van desde el abandono de objetos de uso cotidiano hasta la construcción de un poblado o un depósito, la transformación de los suelos, etc. Así entendido, como producto de la historia, el paisaje se convierte en el principal documento del estudio arqueológico y su análisis integral puede proporcionar numerosos datos para el estudio de las sociedades del pasado. Esto es lo que reivindica la Arqueología del Paisaje y, por consiguiente, la didáctica planteada desde esta perspectiva.

	Arqueología clásica	Arqueología procesual	Arqueología del paisaje
Materia de estudio	Objeto	Yacimiento	Paisaje
Divulgación	Museo	Museo de sitio Reconstrucción	Itinerarios
Didáctica	Descripción y seriación Descubrimiento directo	Manipulación Simulación Experiencia personal	Itinerarios didácticos Participación del docente
Patrimonio	ESTÉTICA	ESPECTÁCULO	RECURSO

Fig. 1

Esa diversidad de enfoques en arqueología se traduce en distintos conceptos de patrimonio que, a su vez, exigen una pedagogía diferente (figura 1). En una arqueología en la que predomina el objeto y el tiempo, el museo, entendido a la manera tradicional, es el

mecanismo para dar a conocer los resultados de la investigación. Este enfoque da lugar a una didáctica basada en seriaciones y descripciones de los objetos en la que el conocimiento ha de surgir espontáneamente del contacto con esos objetos.

En una arqueología preocupada por los yacimientos, cobran sentido los museos de sitio en los que se objetualiza el yacimiento, es decir, se trata como un objeto más, y en los que son frecuentes las reconstrucciones excesivas. Se “arreglan” ruinas que se pueden recorrer, como escenario de simulaciones y manipulaciones de objetos. Los yacimientos, en muchas ocasiones, se convierten simplemente en un marco espectacular para vivir una experiencia personal, que tristemente se acerca a la cultura del simulacro que tan de moda está hoy en día (parques temáticos). Esto es consecuencia de la demanda de rentabilidad económica, antes que cultural, al patrimonio.

Frente a esto, la Arqueología del Paisaje construye un nuevo patrimonio que obliga a buscar nuevas formas de divulgación y didáctica. Estas estrategias no son sólo nuevas, sino

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

imprescindibles, ya que se amplía a todo el paisaje el concepto de lo que es necesario valorar y proteger. Así, de acuerdo con nuestro enfoque de la disciplina arqueológica, proponemos un tipo de didáctica<sup>18</sup> concreta basada en el aprovechamiento del paisaje como tema transversal, que integre las didácticas anteriores en una estrategia educativa más amplia, que permita comprender el paisaje como creación histórica en toda su complejidad. Una estrategia en la que cobra vital importancia el itinerario sobre el terreno, no sólo como oportunidad para la experimentación personal y el aprendizaje directo (como medio, no como fin), sino como un recurso para la construcción de un conocimiento global y funcional. De esta forma el docente cobra un especial protagonismo, ya que es el encargado de contextualizar esos contenidos en la realidad cotidiana de los alumnos.

### **La Práctica: los talleres de arqueología.**

Estos planteamientos de partida son imprescindibles para entender el desarrollo de los talleres y las reflexiones que proponemos. Los talleres de los que hablamos, como señalamos al comienzo, son dos. El primero de ellos se llevó a cabo durante tres días, en representación del Instituto de Historia, dentro del stand del CSIC en la III Feria de Madrid por la Ciencia. Para su organización contamos con la ayuda del departamento de divulgación del CSIC. El segundo formó parte de una serie de talleres organizados por el colegio Santa Bárbara de Bembibre (León) y se realizó con alumnos de 2º y 3er ciclo de primaria. Ambos tuvieron un tema común: la arqueología. El hilo conductor fueron nuestros trabajos en el paisaje cultural de Las Médulas.

El objetivo principal, en ambas experiencias, era la transmisión de una serie de conceptos, procedimientos y actitudes:

- La Arqueología es una ciencia.
- El objeto de la arqueología es el estudio de las sociedades pasadas.
- El arqueólogo emplea múltiples “documentos” para su estudio.
- Las técnicas de la arqueología son variadas: la excavación es un método más, otras ciencias como la paleontología también la emplean para obtener información sobre su objeto de estudio.
- El trabajo del arqueólogo no termina en la investigación: ésta es sólo el primer paso para la protección del patrimonio.
- El patrimonio es un recurso no renovable que hay que proteger.

La primera cuestión que nos planteamos fue: ¿cómo ilustrar estos conceptos? Además de la complejidad de estos temas, consideramos que, uno de los principales problemas a los que nos enfrentamos a la hora de explicar la arqueología, son las ideas preconcebidas que circulan habitualmente y que invaden también la enseñanza oficial. Este problema tiene una causa que plantea, además, una ventaja: la actividad de los arqueólogos – identificada normalmente con el estudio de los objetos antiguos – deja indiferente a muy pocos. Tanto es así que, frente a otras ciencias, la arqueología es un campo abierto a diletantes, aficionados e incluso místicos (baste recordar la expectación que celebraciones como las de Stonehenge, en Inglaterra, o Nazca, en Perú, levantan cada año).

Frente a esto, nuestro objetivo principal es enseñar que la arqueología no es un juego o una búsqueda de tesoros. Como hemos dicho más arriba, el arqueólogo es, ante todo, un historiador que construye el conocimiento de las sociedades pasadas. Y lo hace a través del análisis científico de los productos que estas han dejado.

Las ideas románticas sobre la arqueología están estrechamente vinculadas a la idea de que ésta se centra en el estudio de objetos antiguos. Esta imagen que, como hemos visto, no se corresponde con la realidad de la ciencia arqueológica, está estrechamente relacionada con la

---

<sup>18</sup> Distinguimos, en la línea de Mattozzi, la divulgación de la didáctica basándonos no en el público sino en los objetivos. Así definimos la divulgación como mera transposición de un discurso; la didáctica va más allá y pretende construir conocimiento aplicable a otras áreas del saber, no sólo entre el público escolar.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

identificación de la excavación como principal instrumento de trabajo del arqueólogo. Este tópicos está muy enraizado. Tanto es así que, en las dos experiencias, los responsables de Madrid por la Ciencia y los profesores del colegio consideraron que lo único interesante y atractivo era la simulación de una excavación. En el caso del stand del CSIC (figura 2) en la feria éramos la anécdota divertida dentro de la seriedad científica de las llamadas ciencias puras. En el caso del colegio, la simulación de una excavación era la atracción estrella de los juegos de la semana cultural.



Fig. 2

Como es de suponer esta idea no nos parecía la más adecuada; teníamos miedo de transmitir una imagen sesgada de la arqueología. Por ello, en ambas experiencias, para ilustrar realmente todo el proceso de investigación y no sólo una parte, empleamos otra serie de medios. En primer lugar, un montaje multimedia: aunque en algunos casos nos sirvió de apoyo para dar algunas explicaciones, en principio estaba pensado para que los niños lo manipulasen por su cuenta<sup>19</sup>.

Otro medio pasivo empleado durante los talleres fueron los paneles. Se trataba de cuatro paneles en los que se explicaba, con frases cortas y muchas imágenes, los conceptos que queríamos transmitir. En primer lugar, el patrimonio arqueológico: el proceso de documentación, investigación y protección, insistiendo en la importancia de un equipo y la diversidad de técnicas. En segundo lugar, la Zona Arqueológica de Las Médulas, como excelente ejemplo de un paisaje cultural.

Además del cajón, la principal actividad fue el laboratorio, que se desarrolló en ambos casos después de la excavación (figura 3). En el tratamos fundamentalmente de explicar, a partir de los materiales que excavaron los niños, la diversidad del registro arqueológico, su interpretación por parte del arqueólogo y el destino de los materiales encontrados en una excavación.

Por último, en el caso del colegio, el último día de la semana se dedicó a una excursión a Las Médulas. Antes de su realización tuvimos una reunión con los profesores. La excursión duró todo el día y, a pesar del calor y del elevado número de alumnos, el balance es muy positivo: despertamos la curiosidad de los niños que, sobre el terreno, se planteaban preguntas constantemente.

Es difícil hacer una valoración precisa de los resultados obtenidos en ambos talleres. Dada las características en las



Fig. 3

que se desarrolló el taller de Madrid por la Ciencia no es posible realizar una evaluación de su eficacia. Por otra parte, aunque la valoración de los profesores es muy positiva, es necesario

<sup>19</sup> Este montaje puede consultarse en <http://www.tecnociencia.es/ventana/Default.htm>







## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

valorar más detenidamente los trabajos que los alumnos realizaron tras el taller del colegio. En este último caso, los profesores hicieron un enorme esfuerzo complementario y editaron dos cuadernillos (uno para el 2º ciclo de educación infantil y 1er ciclo de educación primaria y otro para el 2º y 3er ciclo de educación primaria) para trabajar con los alumnos en clase.

### **Reflexiones: la necesidad de una didáctica del patrimonio.**

A partir de estas experiencias quedó claro que la arqueología es lo suficientemente motivadora como para que los alumnos se interesen por ella. Además, existen otros argumentos de peso para afirmar que la arqueología y el patrimonio pueden convertirse en excelentes recursos pedagógicos:

- El carácter interdisciplinar de la arqueología (transversalidad en el currículo).
- Su potencialidad para desarrollar habilidades cognitivas básicas de la investigación.
- La fuerte presencia en la sociedad actual de temas estrechamente relacionados con el patrimonio como la multiculturalidad o la ecología.

Pero para que este aprovechamiento del patrimonio en beneficio de la enseñanza reglada se desarrolle satisfactoriamente es preciso construir una didáctica específica. No es suficiente con la didáctica de las ciencias sociales, ya que el carácter interdisciplinar de la arqueología implica superar la vinculación tradicional del patrimonio a la enseñanza de la historia. Pero tampoco hay que emplear la utilizada en otras ciencias como las matemáticas: para esta nueva didáctica resulte realmente eficiente hay que construir una nueva metodología pedagógica. Frente a países como Reino Unido o Italia, en España esta preocupación es relativamente reciente.

### **Las bases de nuestra propuesta, desde la perspectiva de la Arqueología del Paisaje, son las siguientes:**

La didáctica del patrimonio debe ser el marco teórico que permita acercar el patrimonio a la sociedad: no debe reducirse al conocimiento de un lugar concreto o a la construcción de identidades, sino de hacerlo útil – como concepto global - en el contexto cotidiano.

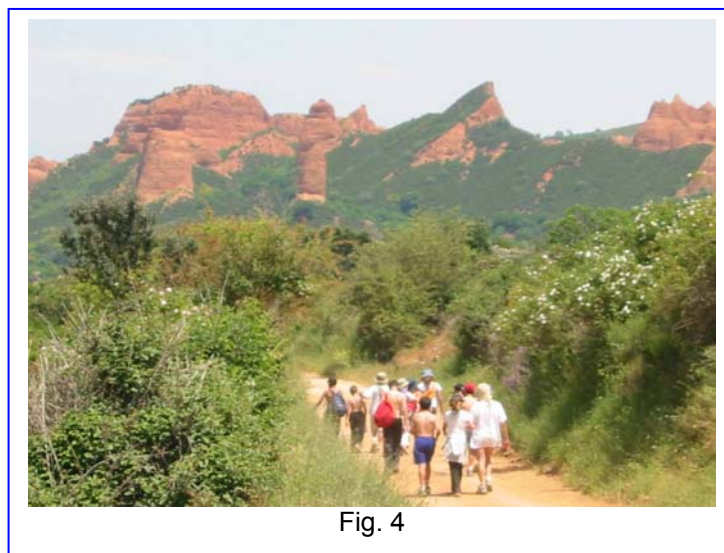


Fig. 4

El uso adecuado del patrimonio permite construir conocimientos no sólo históricos sino en otras muchas áreas.

Dentro de esa didáctica del patrimonio es preciso potenciar la figura de los paisajes culturales como tema transversal (interculturalidad, ecología, enseñanza dinámica del pasado...) (figura 4).

El papel intermediario del docente. La arqueología despierta la curiosidad, pero la motivación no es suficiente. Guiar el proceso de aprendizaje, corregir

percepciones y afianzar el conocimiento se hace imprescindible cuando tratamos con una disciplina sobre la que existen abundantes ideas estereotipadas en la sociedad.

Por ello consideramos que una cuestión clave en esa nueva didáctica es la formación del profesorado en las materias que estamos tratando. El principal problema está no sólo en que

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

no existan o no se construyan estrategias válidas para la enseñanza de estas materias, sino que los esquemas cognitivos del profesorado, auténticos intermediarios entre el patrimonio y el alumno, están basados en esas mismas ideas erróneas sobre la arqueología. Frente a las llamadas ciencias “de ciencias”, tradicionalmente, la historia (“de letras”) se ha considerado una disciplina accesible, fácil, sobre la que todo el mundo puede discutir. Por ejemplo: nadie se atrevería a negar las teorías de un físico sobre la entidad de los agujeros negros; sin embargo todos nos sentimos con autoridad para discutir con un historiador sobre la identidad de los pueblos antiguos (los celtas, los astures, los galaicos) y su continuidad hasta la época actual (la música celta, la gaita gallega). O, con un historiador sobre la conveniencia de la destrucción o conservación de los restos arqueológicos (recordemos el impacto que en la opinión pública tuvo el caso del aparcamiento de la Plaza de Oriente en Madrid).

Con esto, no estamos negando la posibilidad de discutir sobre ciencia. Todo lo contrario. Lo que queremos subrayar es la necesidad de una formación básica sobre los aspectos de la ciencia que se va a transmitir a los alumnos. Y esto es especialmente necesario en el caso de la arqueología y el patrimonio puesto que la preocupación por su didáctica es una cuestión muy reciente.

En definitiva, es necesaria una didáctica del patrimonio específica y diferente a las de las ciencias de la naturaleza o las ciencias sociales, que incorpore aspectos de ambas y en la que tenga especial relevancia la formación del profesorado. En ella, los paisajes culturales como recurso educativo presentan un enorme potencial sobre el que es necesario seguir trabajando.

### **Bibliografía.**

- AA.VV. (2001). Boletín Informativo del Gabinete Pedagógico de Bellas Artes de Málaga, 23: 13-16: "Modelos de acercamiento al patrimonio histórico. Los itinerarios."
- AA.VV. Cuadernos de la Fundación Las Médulas: F. J. Sánchez-Palencia, El oro en Las Médulas, 1999; M<sup>a</sup>.D. Fernández-Posse, El Castrelín de San Juan de Paluezas, 2000; A. Orejas, La mano de obra en las Médulas, 2002.
- AA.VV. (2001). Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia. 29.
- Bahn, P. (1998). Introducción a la arqueología. Acento. Madrid.
- Gamble, C. (2002). Arqueología básica. Ariel. Barcelona.
- González Marzén, P. (ed.) (2000). Treballs d'Arqueologia, 6: Actas III Seminari Arqueologia i Ensenyament. Barcelona.
- Hernández, X. y Castells, J. (2001). Del aula al museo. Guía didáctica del patrimonio. CD adjunto a la revista Cuadernos de Pedagogía. Ed. Praxis.
- Johnson, M. (2000). Teoría arqueológica: una introducción. Ariel. Barcelona.
- Mattozzi, I. (2001). “La didáctica de los bienes culturales: a la búsqueda de una definición”. En Museo y patrimonio en la didáctica de las ciencias sociales, p. 57-95. Universidad de Huelva. Huelva.
- McIntosh, J. (1987). Guía práctica de Arqueología. Hermann Blume. Madrid.
- Montón, S. (coord.) (2001). Treballs d'Arqueologia 7: Guía de Recursos didàctics d'Arqueologia a Catalunya. Barcelona.
- Sánchez-Palencia, F.J. (ed.) (2000). Las Médulas. Un paisaje cultural en la Asturia Augustana. Instituto Leonés de Cultura. León. 2000.
- Sánchez-Palencia, F.J. y otros (2003). Las Médulas. Patrimonio de la Humanidad. Catálogo de la exposición en el Real Jardín Botánico del CSIC (Madrid, 16 de diciembre de 2002 a 23 de marzo de 2003). Salamanca.
- Santacana, J. y Henández, X. (1999). Enseñanza de la arqueología y la prehistoria. Ed. Milenio. Lérida.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Sitio Web para la formación científica del profesorado, alojado en el “Museo Virtual del CSIC”

\*Santiago Atrio Cerezo, \*Felipe Bandera de la Riva, \*\*M. José Gómez Díaz, \*\*J. Manuel López Álvarez, \*\*J. María López Sancho y \*\*Esteban Moreno Gómez. \*Departamento de Ciencias del CES D.Bosco / \*\*Grupo de Didáctica del IMAFF

### Resumen

El Grupo de Didáctica del Imaff del CSIC, junto con el Departamento de Ciencias del CES D.Bosco, vienen colaborando con instituciones educativas encargadas de la formación de maestros: universitarias, centros de apoyo al profesorado, etc. Desde hace más de diez años, esta colaboración se ha instrumentado mediante un programa de actividades permanentes que en la actualidad ofrece cursos, seminarios, congresos, conferencias, publicaciones, visitas al CSIC, e información en la red, tanto de tipo formativo como divulgativo.

Se presenta un espacio web que ofrece formación y recursos a profesores y público en general. Además de recorridos por diferentes escenarios de la ciencia, se propone una formación on-line dirigida a los ámbitos nacional e iberoamericano.

Exponemos a continuación un resumen de las páginas del sitio Web en la siguiente dirección <http://www.tecnociencia.es/ventana/Default.htm>:

### 1. Página principal



### 2. Salas

Acústica, Magnetismo, Cristalografía, La Medida, Paisajes Arqueológicos, Sala del Conocimiento, Informática, Real Jardín Botánico, Microscopía Electrónica, La Comisión Científica del Pacífico. (En breve se irán ampliando el número de salas y de temas)

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Acústica:



- Magnetismo



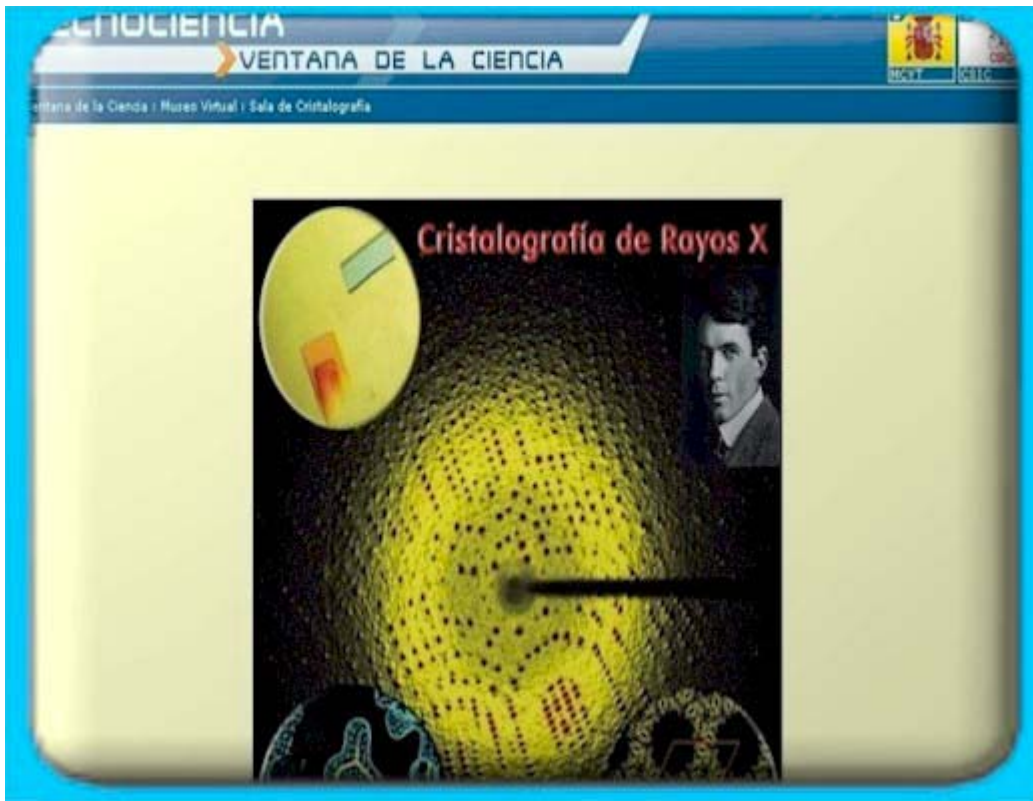
## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



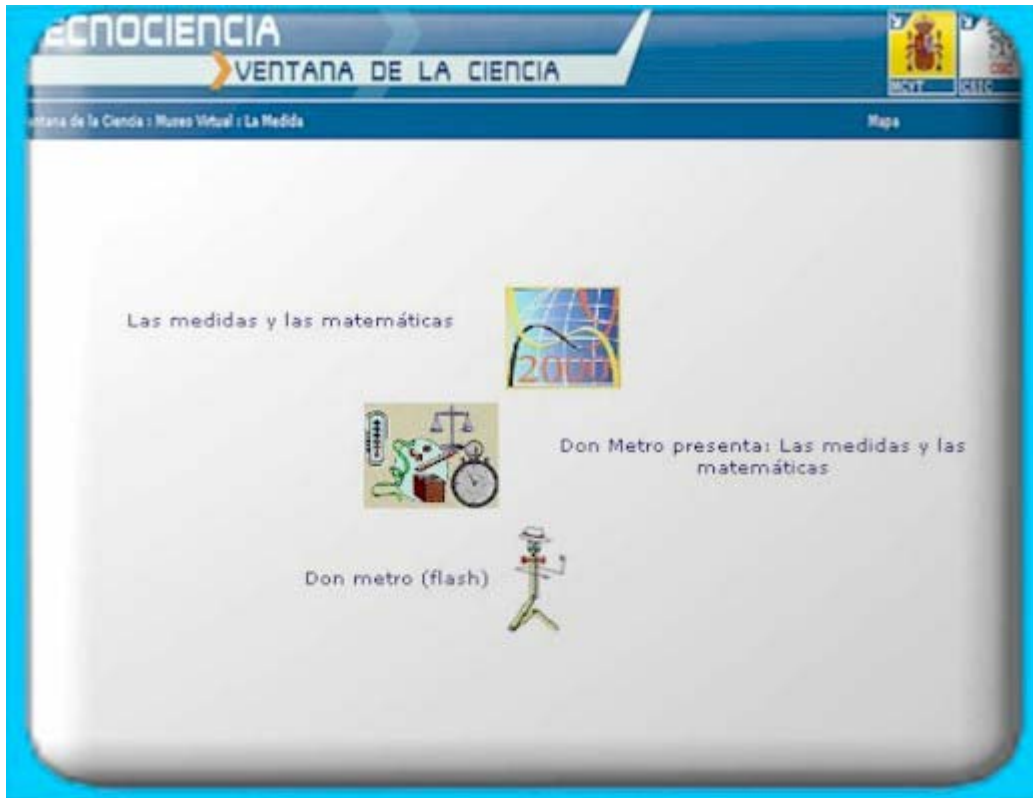


**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

- **Cristalografía**



- **La Medida**



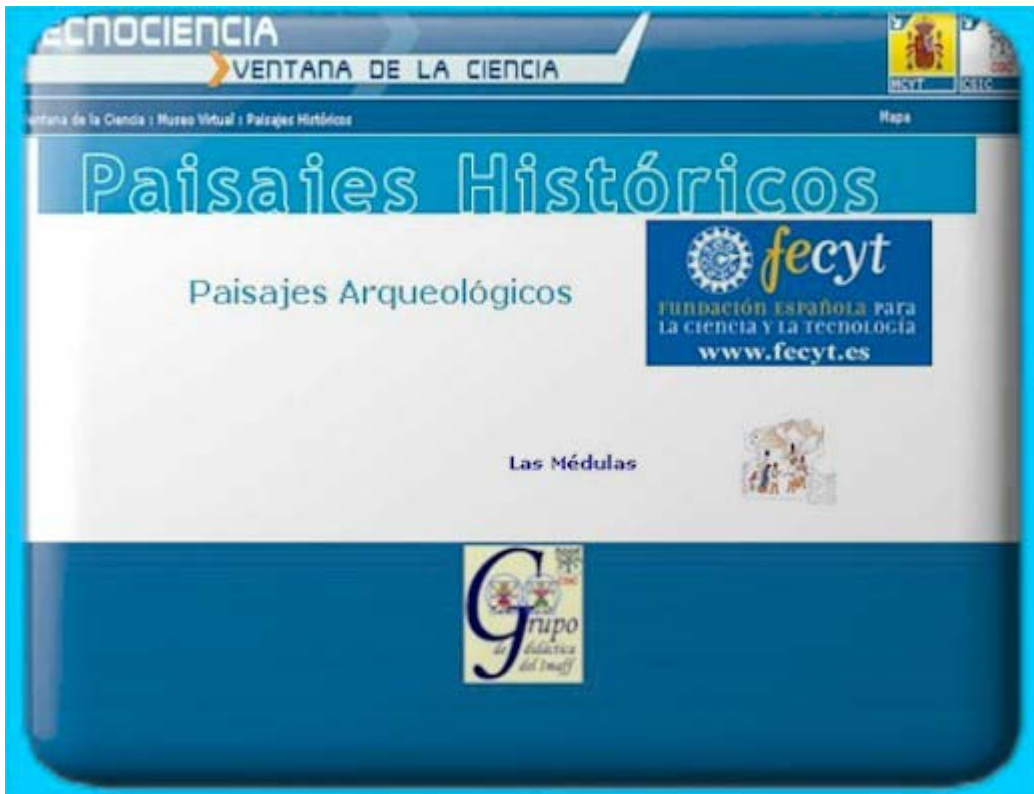
**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Paisajes Arqueológicos



- Sala del Conocimiento



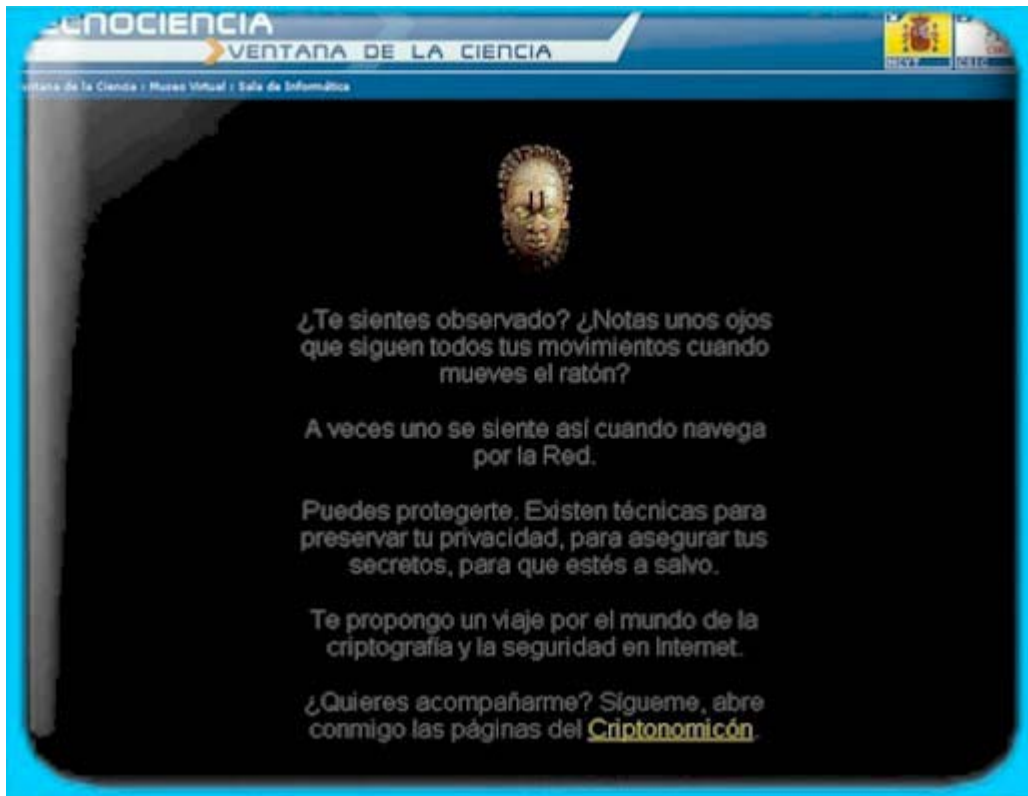
## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Informática



- Real Jardín Botánico



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Microscopía Electrónica



- La Comisión Científica del Pacífico



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





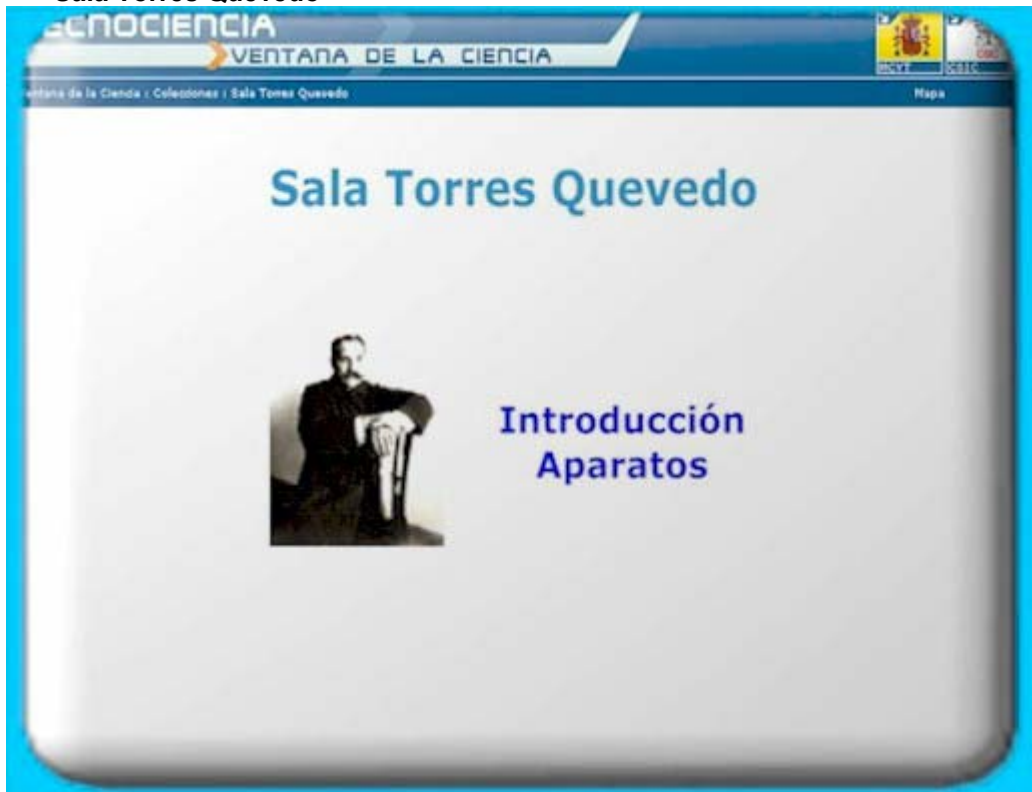


## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

3. Colecciones: Aparatos del Antiguo Laboratorio de la Calle de Amanuel y Aparatos del Centro de Física “Leonardo Torres Quevedo”:
  - Laboratorio de Amanuel



- Sala Torres Quevedo



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

4. Profesores: Contiene las páginas de “Cursos, Seminarios y Congresos”, Publicaciones y Ciencia en el Aula;

- **Cursos, Seminarios y Congresos:**

VENTANA DE LA CIENCIA

Profesores

Cursos, Seminarios y Congresos

2º CONGRESO NACIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN INFANTIL Y PRIMARIA. En Madrid, 11, 12 y 13 de Septiembre de 2003.

Curso de experto en didáctica de las ciencias

Congreso: "LA NUEVA ALFABETIZACIÓN: UN RETO PARA LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI" Fase Virtual: 3 de marzo - 11 de abril. Fase Presencial: 6, 7 y 8 de diciembre.

Olimpiadas de la Física

La importancia de la Ciencia en los profesionales de Infantil y Primaria

Real Sociedad Española de Historia Natural. Seminario Permanente de Ciencias Naturales

Grupo de didáctica del Imaff

- **Publicaciones:**

VENTANA DE LA CIENCIA

Profesores

Publicaciones y Artículos

Conferencia inaugural en el Primer Congreso Nacional sobre la enseñanza de la Ciencia en Infantil y Primaria

El Educador: Constructor del razonamiento. Arquitectura y Educación en Infantil y Primaria. (Archivo PDF 90kb). Por Santiago Abrio.

Secuenciación de contenidos matemáticos. Procesos de enseñanza-aprendizaje de 6 a 8 años de edad.

Grupo de didáctica del Imaff

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Ciencia en el Aula:

**CIENCIA**  
VENTANA DE LA CIENCIA

ciencia de la Ciencia | Profesores: Ciencia en el Aula

# Ciencia en el Aula

Algunas consideraciones

Sugerencias

- Primer contacto con el magnetismo
- Qué es el sonido
- La maravillosa historia de los números
- Bienvenidos al Real Jardín Botánico
- Real Jardín Botánico
- La flotación

fecyt  
FUNDACIÓN NACIONAL PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
www.fecyt.es

### 5. Campus Virtual:

**Campus VIRTU@L**  
C.E.S. - C.S.I.C.

ed@ digital

Viernes, 23 de Enero de 2006

Con esta breve guía pretendemos ayudarte a seleccionar el producto que mejor se adapte a tus necesidades formativas.

El contenido de los cursos ha sido elaborado por Profesionales de reconocido prestigio en el mundo de la enseñanza y la investigación, vinculados a la Universidad Virtual de Barcelona, Fundación Edebé, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y CES Don Bosco.

Pulse sobre la opción que mejor se adapte a su perfil:

- Soy alumno universitario y busco formación certificada on-line.**
  - 1.a. Es la primera vez que accedo al Campus y quiero que me formulen una propuesta formativa.
  - 1.b. Ya conozco el Campus y quiero otros cursos.
- Soy profesor, diplomado o licenciado y busco formación permanente, acreditada, certificada y on-line.**
  - 2.a. Es la primera vez que accedo al Campus y quiero que me formulen una propuesta formativa.
  - 2.b. Ya conozco el Campus y quiero otros cursos.
- No soy alumno universitario pero busco formación on-line certificada.**
  - 3.a. Oferta de formación.
- No soy alumno universitario pero busco formación on-line certificada.**
  - 4.a. Campus Tecnológico Senior. Recomendado para adultos con ganas de aprender.

Para más información, solución de dudas u otros itinerarios formativos contacte con nosotros en CES Don Bosco: [zabrio@cesdonbosco.com](mailto:zabrio@cesdonbosco.com)

**CURSOS ON-LINE (entrar)**  
Nombre:   
Contraseña:   
entrar

**CURSOS "ON-LINE" DE FORMACIÓN**

**ITINERARIOS**  
TÍTULOS DE POSTGRADO Y MASTER

**RESCATE ESPACIAL**

**IUS**  
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**UNIVERSITAT DE BARCELONA**  
Certificado Compensador de 1ª Infancia de la UNESCO

Curso Recomendado octubre 2003  
herramientas telemáticas  
proyecto telemático  
multimedia en el aula

Grupo de didáctica del lenguaje

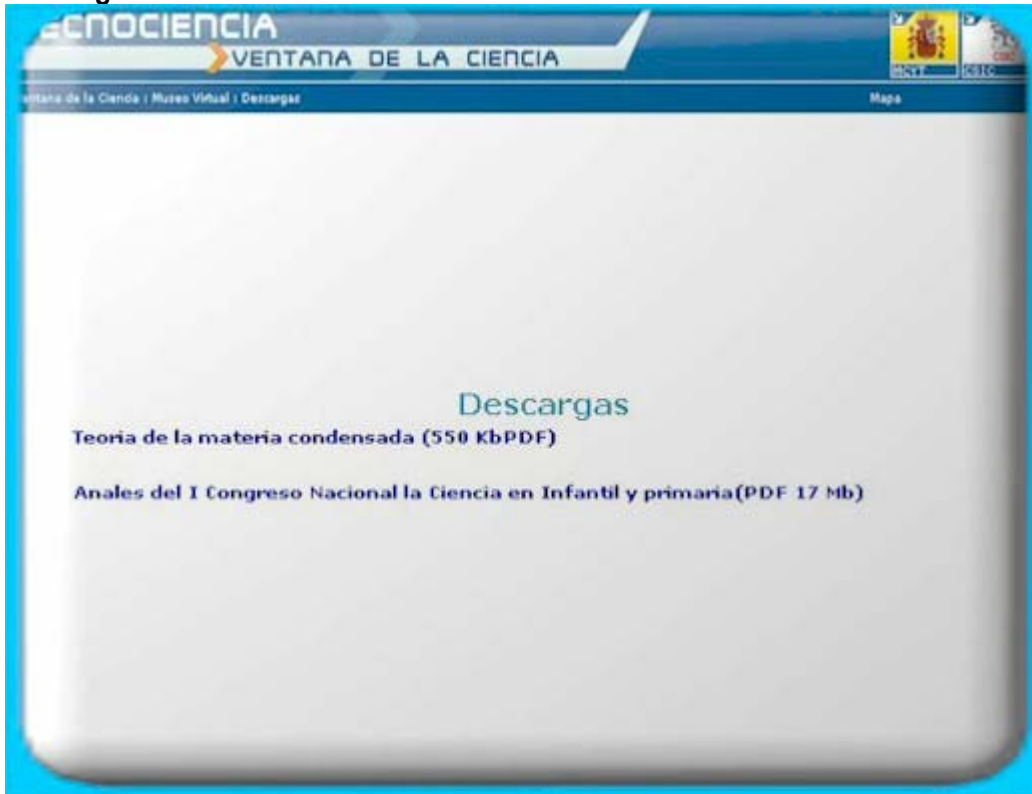
## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### 6. Descargas:



### **“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE FÍSICA Y QUÍMICA DENTRO DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA DIPLOMATURA DE MAESTRO ESPECIALISTA EN EDUCACIÓN PRIMARIA DE LA UCLM, QUE CUBRA LAS NECESIDADES DE LOS FUTUROS MAESTROS, TENIENDO EN CUENTA EL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN PRIMARIA”**

Vázquez Moliní, Ana María; López, Enrique; Aguirre, Constancio EU de Magisterio de Albacete UCLM y EU de Magisterio de Cuenca UCLM

#### **Resumen**

En el presente trabajo se analiza el plan de estudios aprobado en 1999 (BOE-259, viernes 29 de octubre de 1999) conducente a la diplomatura de Maestro especialista en Educación Primaria de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM). De acuerdo con los créditos asignados a las asignaturas relacionadas con la Física y la Química (6 créditos obligatorios, correspondientes a la asignatura Ciencias de la Naturaleza y su didáctica en 2º curso y 4'5 créditos también obligatorios en tercer curso compartidos con las materias de Biología y Geología bajo la denominación de Didáctica de las Ciencias Experimentales) se propone un programa de dichas asignaturas que intenta cubrir las necesidades de los futuros maestros de acuerdo con el currículo de Primaria. Se resalta la imposibilidad de impartir los conocimientos mínimos necesarios para estos futuros profesionales, con la carga docente asignada en el plan de estudios, teniendo en cuenta la gran heterogeneidad de conocimientos que presentan los alumnos que comienzan la diplomatura y el desinterés que muestran generalmente por estas disciplinas.

#### **Introducción**

En el presente trabajo se analiza el plan de estudios aprobado en 1999 (BOE 259, viernes 29

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

de octubre de 1999) conducente a la diplomatura de Maestro Especialista en Educación Primaria de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM). A lo largo de toda la diplomatura solamente dos asignaturas de carácter obligatorio imparten contenidos relacionados con la Física y la Química: “*Ciencias de la Naturaleza I*” en 2º curso, con una carga docente de 6 créditos (4 créditos teóricos y 2 créditos prácticos) y “*Didáctica de las Ciencias Experimentales*” en tercer curso, con una carga de 4,5 créditos (3 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos), asignatura que incluye también contenidos de Biología y Geología, así como epistemología, metodología y otros contenidos didácticos específicos de las Ciencias Experimentales. Se propone un programa de dichas asignaturas que intenta cubrir las necesidades de los futuros maestros de acuerdo con el currículo de Primaria. Se resalta la imposibilidad de impartir los conocimientos mínimos necesarios para estos futuros profesionales, con la carga docente asignada en el plan de estudios, teniendo en cuenta la gran heterogeneidad de conocimientos que presenta los alumnos que comienzan la diplomatura y el desinterés que muestran, generalmente, por estas disciplinas.

### El Plan de Estudios de la Especialidad de Educación Primaria

La presente comunicación es una propuesta de un programa de Física y Química dentro de los planes de estudio de la diplomatura de Maestro, especialista en Educación Primaria, de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM). El plan de estudios para la diplomatura de maestro especialista en Educación Primaria de la UCLM actualmente vigente fue aprobado en 1999 (BOE 259, viernes 29 de octubre de 1999). Consta de tres cursos, con un número total de 204,5 créditos a cursar por el alumno y cuya distribución en troncales, obligatorios, optativos y de libre configuración viene expresada en el cuadro 1. La distribución de estos créditos en asignaturas se indica en el cuadro 2.

Cuadro 1

Ciclo	Curso	Troncales (T)	Obligatorias (B)	Optativas (O)	Libre Elección (L)	Complementos (C)	Proyecto (P)
1	1	49,5	0	4,5	0	0	0
1	2	55,5	6	0	0	0	0
1	3	45,5	9	13,5	21	0	0
<b>TOTAL</b>		150,5	15	18	21	0	0

Cuadro 2

Código	Descripción	Tipo	Créditos
<b>CICLO PRIMERO</b>			
<b>Curso primero</b>			
45001	DIDACTICA GENERAL	T	9
45002	PSICOLOGIA DE LA EDUCACION	T	4,5
45006	SOCIOLOGIA DE LA EDUCACION	T	4,5
45007	PSICOLOGIA DEL DESARROLLO EN EDAD ESCOLAR	T	4,5
45009	ORGANIZACION DEL CENTRO ESCOLAR	T	4,5
45101	LENGUA ESPAÑOLA Y SU DIDACTICA	T	9
45102	MATEMATICAS Y SU DIDACTICA	T	9
45202	IDIOMA EXTRANJERO Y SU DIDACTICA: INGLES	T	4,5
45242	IDIOMA EXTRANJERO Y SU DIDACTICA: FRANCES	T	4,5

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Cuadro 2 (cont.)

Código	Descripción	Tipo	Créditos
<b>CICLO PRIMERO</b>			
<b>Curso segundo</b>			
45010	BASES PSICOLOGICAS DE LA EDUCACION ESPECIAL	T	4,5
45011	TEORIAS E INSTITUCIONES CONTEMPORANEAS DE EDUCACION	T	4,5
45016	BASES PEDAGOGICAS DE LA EDUCACION ESPECIAL	T	4,5
45104	LITERATURA ESPAÑOLA Y SU DIDACTICA	T	9
45105	EDUCACION FISICA Y SU DIDACTICA	T	9
45106	CIENCIAS DE LA NATURALEZA I	T	6
45107	CIENCIAS SOCIALES I	T	6
45108	CIENCIAS DE LA NATURALEZA II	T	6
45109	CIENCIAS SOCIALES II	T	6
45110	DIDACTICA DE LAS MATEMATICAS	B	6
<b>Curso tercero</b>			
45021	NUEVAS TECNOLOGIAS APLICADAS A LA EDUCACION	T	4,5
45111	DIDACTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES	B	4,5
45112	DIDACTICA DE LAS CIENCIAS SOCIALES	B	4,5
45113	DIDACTICA DE LA EXPRESION MUSICAL	T	4,5
45114	DIDACTICA DE LA EXPRESION PLASTICA	T	4,5
45200	PRACTICAS DE ENSEÑANZA	T	32
<b>Optativas de Primer ciclo</b>			
45022	LITERATURA INFANTIL	O	4,5
45026	DOCTRINA CATOLICA Y SU PEDAGOGIA I	O	6
45028	HISTORIA DE LA CIENCIA	O	4,5
45029	DOCTRINA CATOLICA Y SU PEDAGOGIA II	O	6
45035	DOCTRINA CATOLICA Y SU PEDAGOGIA III	O	6
45050	EDUCACION AMBIENTAL	O	4,5
45053	ITINERARIOS DE CAMPO	O	4,5
45056	LENGUA FRANCESA II	O	4,5
45134	EDUCACION PERMANENTE	O	4,5
45135	GEOGRAFIA REGIONAL DE ESPAÑA	O	5,5
45136	GEOLOGIA PRACTICA REGIONAL	O	4,5
45137	GEOGRAFIA REGIONAL DEL MUNDO	O	6
45138	TALLER DE MATEMATICAS	O	4,5

En este cuadro se han identificado las asignaturas que se hallan relacionadas con el área de Primaria “*Conocimiento del medio natural, social y cultural*”

Como puede observarse en el primer curso no se cursa ninguna asignatura que incluya contenidos de física y química. En el segundo curso se imparten dos asignaturas “*Ciencias de la Naturaleza I*” y “*Ciencias de la Naturaleza II*”, cada una de ellas de 6 créditos, cuyo descriptor –común para ambas– es: “*Conocimiento de las Ciencias de la Naturaleza, contenidos, recursos didácticos y materiales para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza*”. De acuerdo con este descriptor ambas asignaturas pueden incluir tanto contenidos de Ciencias de la Naturaleza como contenido de Didáctica de la misma. Por acuerdo en la UCLM, la primera de ellas se dedica a impartir contenidos propios de las disciplinas Física y Química y la segunda imparte contenidos de Biología y Geología. En tercer curso se imparte la

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

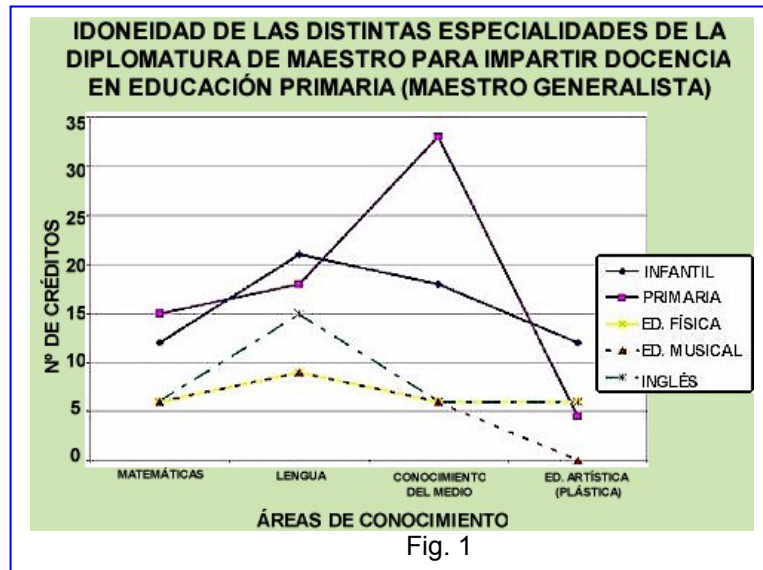




**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

asignatura “Didáctica de las ciencias experimentales” con una carga docente de 4,5 créditos. El descriptor de esta asignatura es idéntico al de las dos asignaturas mencionadas antes. En la UCLM esta asignatura se dedica a impartir contenidos propios de epistemología, metodología y otros contenidos didácticos específicos de las Ciencias Experimentales. Así, la única asignatura que cursan los alumnos obligatoriamente a la largo de su diplomatura en la que se imparten contenidos propios de física y química es “Ciencias de la Naturaleza I”, que es una asignatura obligatoria, de 6 créditos, que se imparte en 2º curso durante el primer cuatrimestre. Los conocimientos de física y química se pueden complementar cursando asignaturas optativas, como Historia de la Ciencia, Química fundamental, etc sin obligatoriedad de ser cursada por los alumnos.

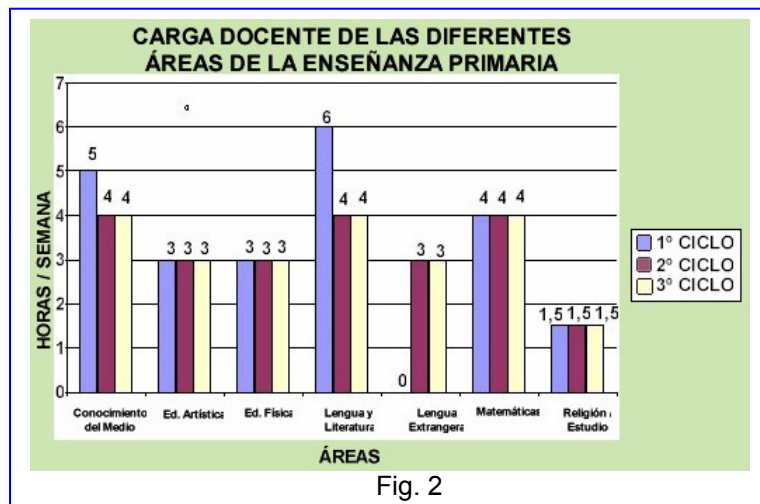
**Contenidos Científicos (Escuela de Magisterio)**



La formación científica que recibe el maestro especialista en Educación Primaria, aún siendo insuficiente para una formación idónea de estos profesionales, es superior a la que reciben los maestros de otras especialidades. En la figura 1 se muestra la idoneidad de algunas de las especialidades de maestro para impartir docencia en educación primaria. Se observa claramente que la carga lectiva cursada por los alumnos de la especialidad de educación primaria en asignaturas relacionadas con el área de conocimiento

del medio natural, social y cultural es muy superior a la cursada por los alumnos de otras especialidades, no habiendo tanta diferencia en la carga lectiva cursada en matemáticas, lengua o educación artística.

Por otro lado, podemos comparar la formación que recibe el futuro maestro especialista en educación primaria, en cada una de las áreas, en relación a la carga docente que tendrá que impartir de las mismas en el aula de educación primaria (figura 2).



Podemos observar cómo el número de horas/semana que recibe un alumno de educación primaria de conocimiento del medio natural, social y cultural es igual al de matemáticas y al de lengua y su literatura en el segundo y tercer ciclo (4 horas/semana), siendo en el primer ciclo intermedio (5 horas/semana) entre las horas de lengua (6 horas/semana) y las de matemáticas (4 horas/semana).

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

La carga lectiva del estudiante de diplomatura de maestro especialista en educación primaria en disciplinas propias del área de conocimiento del medio es de 33 créditos, muy superior a la de matemáticas (15 créditos) y a la de lengua y literatura (18 créditos), lo que nos podría llevar a pensar que recibe una formación suficiente en este área. Sin embargo, hemos de tener en cuenta que este área es multidisciplinar y que incluye, por lo tanto, disciplinas propias de Ciencias Sociales y de Ciencias de la Naturaleza. En el cuadro 3 se indican las asignaturas de sociales y naturales, así como su carga lectiva, cursadas por los alumnos de magisterio a lo largo de su diplomatura. Corresponde una carga lectiva de 16,5 créditos para cada una de ellas. De este modo, nos encontramos que para impartir los contenidos propios de Física y Química disponemos solamente de una asignatura de 6 créditos, es decir 60 horas, distribuidos en 4,5 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos, estos últimos han de incluir tanto créditos prácticos de laboratorio como prácticos de aula (resolución de problemas).

Cuadro 3

CONOCIMIENTO DEL MEDIO NATURAL, SOCIAL Y CULTURAL			
SOCIALES		NATURALES	
Ciencias Sociales I	6 cr.	Ciencias de la Naturaleza I	6 cr.
Ciencias Sociales II	6 cr.	Ciencias de la Naturaleza II	6 cr.
Didáctica de las Ciencias Sociales	4,5 cr.	Didáctica de las Ciencias Experimentales	4,5 cr.
<b>Créditos Totales</b>	<b>16,5</b>	<b>Créditos totales</b>	<b>16,5</b>

En la propuesta que presentamos hemos tenido en cuenta el contexto de la asignatura. El contexto de la asignatura incluye el contexto institucional y el contexto docente. El contexto institucional hace referencia al marco en el cuál se impartirá la docencia, es decir, la UCLM, al cual no hacemos referencia en la presente comunicación. El contexto docente de la asignatura hace referencia a las características de los alumnos que cursan la asignatura así como a las necesidades profesionales de los mismos. Una de las principales características de los alumnos de las EU de Magisterio, que ha que tener en cuenta al elaborar un programa de la asignatura, es el desigual conocimiento de física y química que presentan, al encontramos con alumnos que cursaron por última vez la física y la química en 4 de ESO junto con alumnos que han podido cursar alguna de estas materias en COU o en 2º de Bachillerato LOGSE. En cuanto a las necesidades profesionales de los futuros maestros es de resaltar que requieren unos conocimientos de física y química que les permitan abordar los contenidos que se desarrollan en el curriculum de primaria.

### Contenidos científicos (Enseñanza Primaria)

En la Educación Primaria la organización de los contenidos se establece en función de las áreas de conocimiento, siendo el área de conocimiento del medio natural, social y cultural el área que contribuye a la comprensión y explicación de los fenómenos naturales y sociales del entorno humano. Los contenidos del área se han organizado en diez bloques. Siendo los bloques 3, 5 y 7 aquellos que incluyen contenidos propios de las disciplinas científicas física y química. En los cuadros adjuntos se incluyen dichos contenidos agrupados en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Estos contenidos necesariamente tendrán que ser conocidos por el “futuro maestro”, a un nivel necesariamente superior al exigido a los alumnos de educación primaria.







**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

**Cuadro 4**

<b>EL MEDIO FÍSICO</b>			
	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>	<b>ACTITUDES</b>
1	El aire y los fenómenos atmosféricos	Elaboración e interpretación de graficas de temperatura y datos climáticos	Sensibilidad por la precisión y el rigor en la observación sistemática de los elementos del medio físico y en la elaboración e interpretación de las informaciones correspondientes  Valoración del agua como un bien precioso y escaso y uso responsable de la misma
2	Las rocas y el suelo: características observables	Planificación y realización de experiencias para estudiar las propiedades y características físicas del aire, el agua, las rocas y los minerales	
3	El agua: características y principales usos	Utilización de técnicas de recogida y clasificación de muestras sin alterar el medio	
4	El cielo: hechos observables producidos por el movimiento del sol, la luna y las estrellas	Utilización de técnicas para orientarse mediante la observación de los elementos del medio físico (sol, estrellas, árboles, solanas, umbrías, etc.)	
5	Factores y actividades humanas que degradan el medio físico		

Utilización de técnicas para orientarse mediante la observación de los elementos del medio físico (sol, estrellas, árboles, solanas, umbrías, etc.)

**Cuadro 5**

<b>LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES</b>			
	<b>CONCEPTOS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>	<b>ACTITUDES</b>
1	Materiales de uso mas frecuente en el entorno inmediato: origen y características observables	Exploración y clasificación de materiales de uso común por su origen, propiedades y aplicaciones	Cuidado en el uso de los materiales atendiendo a criterios de economía, eficacia y seguridad.
2	Los cambios observables en los materiales: cambios físicos, cambios químicos (combustión)	Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad	
3	Comportamiento de los materiales al paso de la luz y la electricidad y ante el calor y la humedad	Utilización de herramientas sencillas y de técnicas elementales para la manipulación de los materiales y sustancias de uso común y resolver problemas sencillos de construcción	Curiosidad por descubrir las posibilidades de uso de los materiales y las sustancias presentes en el entorno

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





MÁQUINAS Y APARATOS			
	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
1	Maquinas y aparatos de uso mas frecuente en la vida cotidiana	Observación, manipulación y análisis del funcionamiento de algunos juguetes mecánicos	1. valoración de los aparatos y maquinas del entorno habitual como construcciones humanas destinadas a satisfacer las necesidades de las personas y a mejorar su calidad de vida
2	Las maquinas transmisora y transformadoras de las fuerzas y del movimiento	Identificación de operaciones parciales (eje, rueda, cable, palanca, plano inclinado, polea, engranaje y manivela) en el entorno habitual y análisis de sus funciones	2. Respeto de las normas de uso, seguridad y mantenimiento en el manejo de herramientas, aparatos y maquinas
3	La energía y sus transformaciones	Construcción y evaluación de dispositivos que realicen determinadas funciones previamente establecidas	Valoración de las habilidades manuales implicadas en el manejo de herramientas y aparatos domésticos, superando estereotipos sexistas
4	La energía eléctrica. El circuito eléctrico: pila, interruptor, lámpara eléctrica		

#### Objetivos (Especialidad de Educación Primaria en Magisterio)

El primer paso de todo proceso de enseñanza-aprendizaje es la formulación de los objetivos. Podemos distinguir dos tipos de objetivos:

- Objetivos generales
- Objetivos específicos

Los objetivos generales de una asignatura deben expresar a grandes rasgos lo que se pretende que el alumno consiga a lo largo del curso. Estos objetivos deben ser pocos y muy amplios. Los objetivos específicos derivan de la segmentación de los objetivos generales.

Hemos agrupado los objetivos generales de la asignatura en tres apartados en función de su relación con los tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales. **Los objetivos generales** son:

#### a. Relacionados con contenidos conceptuales

- Entender los conceptos, teorías y hechos experimentales fundamentales de la física y la química que permitan comprender los fenómenos naturales
- Familiarizarse con el lenguaje científico de la Física y la Química.
- Conocer y comprender los fundamentos científicos básicos de la Física y la Química que sean de aplicación a otras asignaturas y en el ejercicio de la profesión.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### b. Relacionados con contenidos procedimentales

- Adquirir habilidades prácticas y técnicas básicas de trabajo en el laboratorio.
- Aprender, utilizándolos, los procesos básicos del método científico.
- Adquirir habilidades en la resolución de problemas numéricos y saber interpretar los resultados.
- Saber utilizar tablas y gráficos conteniendo información científica y técnica y traducir datos numéricos en ábacos siendo capaces de obtener información a partir de ellos.
- Adquirir las habilidades de comunicación necesarias para expresar oralmente y por escrito observaciones, interpretaciones, conclusiones, etc.

### c. Relacionados con contenidos actitudinales

- Desarrollar en el alumno una actitud científica.
- Desarrollar el espíritu crítico, rigor mental y capacidad de trabajo en equipo.
- Dar una imagen dinámica de la física y la química en las que las teorías surgen como un intento de explicar los hechos experimentales.
- Comprender la evolución histórica del descubrimiento de algunos fenómenos y conceptos físicos y químicos

En el programa presentado se distingue entre el correspondiente a las clases de teoría y el de las clases prácticas de laboratorio. Aunque ambos están íntimamente relacionados, de forma que las prácticas han sido seleccionadas para reforzar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría y a su vez las clases de teoría sirven de base para la realización de las prácticas.

El programa de clases prácticas ha sido elaborado pensando que en su realización se cumplan los siguientes objetivos generales:

- Conocer las normas de seguridad en un laboratorio para evitar accidentes
- Adquirir destreza en el manejo del material de uso más común en un laboratorio física y química
- Saber utilizar pequeños aparatos de uso corriente en el laboratorio (centrífuga, baño María, agitador magnético, etc.)
- Valorar la peligrosidad de los distintos productos químicos
- Conocer las precauciones a tomar para evitar la contaminación de los productos químicos
- Dado el procedimiento experimental de un método de análisis o síntesis saber llevarlo a cabo
- Calcular el error cometido en un procedimiento experimental dado
- Realizar los cálculos cuantitativos necesario tanto en los procedimientos como con los resultados obtenidos
- Hacer representaciones gráficas e interpretarlas
- Interpretar correctamente los resultados obtenidos

Hemos elegido los contenidos del programa propuesto teniendo en cuenta los objetivos que se desean alcanzar. Una cuidadosa selección de los temas incluidos en un programa es absolutamente necesaria. Una selección equivocada hace que el programa, lejos de ser formativo, sea prácticamente ineficaz.

### Programa de la asignatura

El programa de la asignatura está dividido dos grandes bloques correspondientes cada uno de ellos a una parte de la asignatura. El primer bloque se dedica al estudio de la Química y el

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

segundo a la Física. Cada uno de estos bloques lo forman una serie de Unidades Didácticas (UD) en las que se incluyen varios temas y las prácticas correspondientes. Las U.D. en las que he dividido el programa son las siguientes:

### a. Bloque I: Química

- **UD. I:** Introducción a la Química.
- **UD II:** Estructura atómico-molecular.
- **UD III:** Estados de agregación de la materia.
- **UD IV:** Mezclas y disoluciones.
- **UD V:** Reacciones Químicas.

### b. Bloque II: Física

- **UD VI:** Introducción a la Física.
- **UD. VII:** Estudio del movimiento.
- **UD. VIII:** Fuerzas y sus efectos.
- **UD. IX:** Energía y sus transformaciones.
- **UD. X:** Electricidad y magnetismo.

Estas diez UD constan de un total de 23 Temas y 15 prácticas de laboratorio. Es de señalar que no todas las UD contienen el mismo número de temas. Hemos agrupado los temas en UD pensando más bien en la coherencia de los contenidos que en conseguir una distribución equilibrada de los temas y tiempo de exposición. Así por ejemplo, La UD VI de “Introducción a la Física” consta de un solo tema, mientras que la UD IX, dedicada a “la Energía y sus transformaciones” consta de cuatro temas. Incluso dos unidades didácticas que consten del mismo número de temas pueden variar en el tiempo de exposición. Por ejemplo, se dedicará más tiempo a la UD IV, en la que se estudian las propiedades de las disoluciones, que a la UD VI, aún constando ambas de un solo tema.

En el cuadro 7 se indican el número de temas y prácticas que se han incluido en cada una de las Unidades didácticas.

**Cuadro 7**

Unidad Didáctica	Materia	Temas teóricos	Prácticas
I	Introducción a la Química	2	1
II	Estructura atómico-molecular	3	1
III	Estados de agregación de la materia	2	2
IV	Mezclas y disoluciones	1	3
V	Reacciones químicas	3	2
VI	Introducción a la Física	1	0
VII	Estudio del movimiento	2	1
VIII	Fuerzas y sus efectos	3	2
IX	Energía y sus transformaciones	4	1
X	Electricidad y Magnetismo	2	2

- **UD I:** Introducción a la Química. Consta de dos temas: **Tema1: Introducción y Tema 2: Conceptos y leyes fundamentales de la química.**

Estos dos primeros temas se dedican a situar la Química como ciencia, establecer su campo de acción, dar las bases de la teoría atómico-molecular, y las leyes y definiciones fundamentales con el fin de que el alumno se familiarice tanto con el lenguaje químico, como

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

con los conceptos básicos de esta ciencia. Esta U.D. consta de una práctica:

**Práctica 1: Introducción. Técnicas generales de laboratorio:** En ella el alumno se familiarizará con el material de laboratorio y aprenderá técnicas generales de éste, como la confección de los distintos tipos de filtros, también se les hablará de las principales normas de seguridad de un laboratorio.

- **UD II:** Estructura atómico-molecular. Consta de tres temas. **Tema 3: Constitución de los átomos. Modelos atómicos, Tema 4: Sistema Periódico y Tema 5: Enlace Químico.**

En estos temas se trata la constitución atómica y molecular, desde su forma más simple: partículas atómicas, a la estructuras cristalinas, aunque éstas últimas se estudiarán con mayor profundidad en el tema dedicado al estado sólido. En el tema 5, el enlace químico, se abordan las diversas teorías sobre las uniones entre átomos, iones y moléculas. En este tema se comenzará a estudiar las estructuras cristalinas, al hablar del enlace iónico y del enlace metálico, aunque éstas se estudiarán con mayor profundidad en el tema 7 al estudiar el estado sólido. Se finaliza el tema con el estudio de las fuerzas de Van der Waals y el enlace de puente de hidrógeno.

Incluye una única práctica: **Práctica 2: Observación de las propiedades de algunos elementos químicos.**

- **UD III:** Estados de agregación de la materia. Consta de dos temas: **Tema 6: Estado gaseoso y Tema 7: Estado líquido y sólido.**

En estos temas se abordan los tres estados de agregación de la materia. En el tema 7 se incluyen conjuntamente los estados líquidos y sólido, pues a éste nivel, un tema dedicado exclusivamente a líquidos habría de ser necesariamente muy corto. En estos temas ha de hablarse inevitablemente de los cambios de estado, como propiedades de los sólidos, líquidos o gases, pero será de una forma lateral, ya que estos se tratarán en mayor profundidad en la U.D. dedicada a la Energía y sus transformaciones. Se incluyen dos prácticas de laboratorio.

**Práctica 3: Difusión de gases y Práctica 4: Determinación de la densidad de líquidos y sólidos.**

- **UD IV:** Mezclas y disoluciones. Esta consta de un solo tema: **Tema 8: Disoluciones. Propiedades de las disoluciones**

Tiene tres prácticas de laboratorio, puesto que los conceptos sobre las distintas técnicas de separación de mezclas, de importancia en el temario de la educación primaria, se verán como temas prácticos. Incluye las siguientes prácticas:

**Práctica 5: Preparación de disoluciones y Práctica 6: Separación de los componentes de las mezclas heterogéneas: Filtración, decantación y centrifugación y Práctica 7: Separación de los componentes de las mezclas homogéneas: destilación, cristalización y extracción.**

Estudiados los sistemas materiales en los que no se produce cambio en la constitución de sus componentes pasamos a estudiar aquellos procesos en los cuales se da un cambio químico.

- **UD V:** Reacciones químicas, resaltando la importancia práctica de las mismas. Consta de tres temas. **Tema 9: Reacciones Químicas. Conceptos Generales, Tema 10: Reacciones Químicas: Energía y velocidad y Tema 11: Reacciones Químicas: Aplicaciones.**

En el tema 9 se hará especial énfasis en el ajuste de reacciones químicas y en los cálculos estequiométricos. En este tema 10 se estudian las reacciones químicas desde

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

un punto de vista termodinámico y cinético, diferenciando claramente ambos aspectos. Se pondrá especial interés en el estudio de las reacciones de combustión como procesos empleados por el hombre para obtener energía, dada su importancia en el temario de la educación primaria. En el tema 11 se estudian algunas aplicaciones de las reacciones químicas y procesos industriales, resaltando su impacto ambiental. En este tema se dedicarán dos apartados al estudio de la contaminación del agua y de la atmósfera, centrándose en sus causas y sus posibles soluciones. Estos aspectos son de gran importancia por su relevancia social, dado el papel educador de futuros ciudadanos de los maestros. Se incluyen dos prácticas:

**Práctica 8: Comprobación de la ley de Lavoisier y Práctica 9: Síntesis del jabón.**

- **UD VI:** Pertenece ya al bloque dedicado al estudio de la física. Introducción a la física que consta de un solo tema. **Tema 12: Introducción a la Física.**

Este tema comienza al igual que el tema 1 de Introducción a la Química, definiendo lo que se entiende por física y haciendo un breve repaso histórico de su evolución. A continuación se establece el concepto de magnitud física y sus distintos tipos, para terminar con los distintos sistemas de unidades. No se incluye ninguna práctica, ya que en la práctica 1 de Introducción al laboratorio se tratará tanto del laboratorio de química como del de física.

- **UD VII:** Cinemática. Esta UD consta de dos temas: **Tema 13: Elementos del movimiento y Tema 14: Tipos de movimientos**

En el tema 13 se introducen los conceptos necesarios para describir el movimiento como posición, velocidad y aceleración. Se recalca especialmente la necesidad de elegir un sistema de referencia, para describir el movimiento, así como el significado de las componentes intrínsecas de la aceleración:  $a_n$  y  $a_t$ ; para basándonos en sus valores hacer una primera clasificación de los movimientos. Se estudiarán los distintos tipos de movimientos así como las ecuaciones que los describen, desde el más simple: movimiento rectilíneo uniforme a la composición de los movimientos. Se realiza una práctica dedicada al movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

**Práctica 10: Estudio del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado**

- **UD VIII:** Fuerzas y sus efectos. Estudia las leyes de la dinámica así como algunas de las principales fuerzas en la naturaleza, particularizando para el caso de los movimientos planetarios y de las fuerzas en fluidos. Consta de tres temas: **Tema 15: Leyes de la dinámica, Tema 16: Iniciación a la astronomía y Tema 17: Fuerzas en fluidos**

El tema 15 comienza con el concepto de fuerzas para pasar a continuación a estudiar las tres leyes de la dinámica y la ley de gravitación Universal, se enlaza así con el siguiente tema, de enfoque interdisciplinar, que da una visión de las diferentes explicaciones que a lo largo de la historia ha dado el hombre a los movimientos planetarios. Termina el tema con la teoría de la relatividad de Einstein, desde un punto de vista meramente cualitativo, para explicar las anomalías astronómicas. El tema 17 comienza estudiando la presión en los líquidos, lo que permite establecer la ecuación fundamental de la hidrostática, con la que se explica el principio de los vasos comunicantes, el principio de Pascal y el principio de Arquímedes. Se incluyen dos prácticas.

**Práctica 11: Construcción de un dinamómetro y Práctica 12: Determinación de la densidad de sólidos y líquidos por aplicación del principio de Arquímedes**

- **UD IX:** La energía y sus transformaciones. Consta de tres temas: **Tema 18: Trabajo y Energía, Tema 19: Energía y Máquinas, Tema 20: Calor: Transmisión de energía y Tema 21: La luz: energía luminosa**

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

El eje básico del tema 18 es la transformación de la energía, estudiando las diferentes formas en que puede presentarse la energía y la transformación de unas en otras. En el tema 19 se resalta la importancia de las máquinas como inventos del hombre que nos permiten modificar las condiciones del trabajo. Se estudian las principales máquinas mecánicas utilizadas por el hombre, dada su importancia en el temario de la Educación Primaria. No se estudian en este tema máquinas térmicas cuyo estudio se deja para el siguiente tema dedicado al estudio del calor. Comienza el tema con un tratamiento histórico, partiendo de la teoría del calórico hasta llegar al punto de vista actual, como forma de transmisión de energía. Se estudia el efecto de calor sobre los cuerpos, estudiando la dilatación de los cuerpos y los cambios de estado. Se termina el tema con el estudio, de forma cualitativa, de algunas máquinas térmicas. El tema 21 comienza estudiando las distintas teorías sobre la naturaleza de la luz, presentando la teoría ondulatoria y la teoría corpuscular como teorías complementarias dependiendo del fenómeno a estudiar. Se analiza el espectro electromagnético considerando a la luz visible como una pequeña franja de dicho espectro. Se estudian los fenómenos de formación de sombra y penumbra y como aplicación de estos, la formación de los eclipses, complementando así el tema 17 de iniciación a la astronomía. Se realiza una única práctica.

### ***Práctica 13: Determinación del calor específico de un sólido.***

- **UD X: Electricidad y Magnetismo.** Esta UD consta de dos temas: **Tema 22: Electricidad y Magnetismo y Tema 23: Corriente eléctrica**

El tema 22 es un tema largo en el que se remarca la interconexión que existe entre los fenómenos eléctricos y magnéticos. Se estudian las cargas eléctricas y las fuerzas que se establecen entre ellas (ley de Coulomb) para llegar al concepto de campo. Finalmente mediante la experiencia de Oersted se llega a la relación entre electricidad y magnetismo para estudiar la inducción electromagnética y sus aplicaciones más importantes: los generadores y motores eléctricos. El tema 23 comienza dando una visión histórica del descubrimiento de la corriente eléctrica, para estudiar a continuación las magnitudes que la caracterizan y la relación entre ellas establecida por la Ley de Ohm. Se estudia la energía en los circuitos eléctricos, tanto la suministrada por los generadores como la consumida en sus elementos y se termina el tema estudiando resolución de circuitos eléctricos. Incluye dos prácticas:

### **Práctica 14: Naturaleza eléctrica de la materia y Práctica 15: Construcción de la pila Daniell.**

## **Temporalización del programa propuesto**

Somos conscientes de que el programa que se propone es extenso, ya que debe abarcar contenidos de dos disciplinas científicas de gran amplitud. Los contenidos propuestos son los que a nuestro juicio debería conocer un maestro especialista en Educación Primaria. En el cuadro 8 se indica el tiempo que se le podría dedicar cada uno de las Unidades Didácticas del programa, teniendo en cuenta la carga lectiva de la asignatura.

Es decir, disponemos de un total de 45 horas para impartir 23 temas, lo que da como promedio que a cada tema se le podría dedicar 1,9 horas. Si bien es cierto que algunos temas se les puede dedicar un mayor tiempo en detrimento de otros, creemos que es prácticamente imposible impartir el temario en el tiempo que se dispone considerando que el nivel del que hay que partir es prácticamente inicial.

En cuanto al programa de clases prácticas que está formado por 15 prácticas, se dispone para impartir un máximo de 15 horas, suponiendo que todas las horas prácticas se dediquen a prácticas de laboratorio, habría que realizar cada una de las prácticas propuestas en un tiempo máximo de una hora. Creemos que la realización de estas prácticas no puede llevarse a cabo en 1 hora siendo necesario como mínimo 2 horas para la realización de cada una de ellas. No se dispone por tanto de tiempo suficiente para realizar todas las prácticas propuestas por lo que habría que realizar solamente 7 u 8 prácticas que se elegirían entre indicadas en el programa. Si

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

dedicamos las 15 horas prácticas a la realización de prácticas de laboratorio no nos quedaría más remedio que dejar otras actividades prácticas como resolución de problemas, realización de trabajos monográficos, visitas a centros de interés, etc, para su realización en clases de seminarios fuera del horario lectivo, y por tanto de asistencia voluntaria.

**Cuadro 8**

Unidad Didáctica	Temas	Horas
Introducción a la Química	1,2	2
Estructura atómico-molecular	3,4,5	6
Estados de agregación de la materia	6,7	4
Mezclas y disoluciones	8	3
Reacciones Químicas	9,10,11	5
Introducción a la Física	12	2
Estudio del movimiento	13,14	4
Fuerzas y sus efecto	15,16,17	7
Energía y sus transformaciones	18, 19, 20, 21,	7
Electricidad y magnetismo	22, 23	5

### Conclusiones

Como conclusiones del trabajo presentado, podemos resumir:

- Gran heterogeneidad en los conocimientos de física y química de los alumnos que cursan la asignatura.
- Escasa motivación por la asignatura, en parte debida a la enseñanza recibida de la misma en etapas educativas previas.
- Imposibilidad de impartir los conocimientos necesarios con el número de créditos asignados.
- Actualmente los conocimientos solo se complementan con las asignaturas optativas.

Esta situación podría mejorar si el plan de estudios vigente de Maestro especialista en Educación Primaria, se modificara pasando a ser una Licenciatura de cuatro años lo que permitiría aumentar el número de créditos de la asignaturas de Física y Química.

### Bibliografía

#### 1. Planes de estudios y legislación

- AGUIRRE PÉREZ, C. (1998): Los planes de estudio de Magisterio durante la segunda mitad del siglo XX. *Retama*, Número monográfico conmemorando el 150 aniversario de la escuela Universitaria de Magisterio "Fray Luis de León" de Cuenca, pp.84-86
- B.O.E. núm. 259. (29/10/99). RESOLUCIÓN de 1 de octubre de 1999, de la Universidad de Castilla-La Mancha, por la que se hace pública la modificación al plan de estudios del título de Maestro, especialidad en Educación Primaria. pp. 38175-38187.
- LOGSE. Ley 1/1990 de 3 de Octubre (B.O.E. de 4 de Octubre de 1.990). Capítulo 2: de la Educación Primaria.
- MARTÍN DEL POZO. “La formación inicial de maestros sobre los contenidos escolares”. *Investigación en la Escuela*, 35, 21-31, (1998)







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- REAL DECRETO 1006/1991 de B.O.E.de 14 de junio que establece el currículo de la Educación Primaria.

### 2. Contenidos científicos , metodológicos y didácticos

- ALONSO, M y FINN. J. 1976. *Física*. Volúmenes I y II. Ed. Fondo Educativo Interamericano. México.
- ATKINKS, P. (1992): *Química General*. Ed. Omeya
- BABOR, J. e IBARZ, J. 1984. *Química General moderna*: Ed. Marin. Barcelona.
  
- CATALA, DE ALEMANY (1993): *Física*. Public. M. y científicas.
  
- CHEM. 1987. *Química. Una ciencia experimental*. Ed. Reverté. Barcelona.
- DRIVER, R. GUESNE, E y TIBERGHEN, A. *Ideas científicas de la Infancia y adolescencia*. Mec. Morata Madrid. 1989
- GRUP RECERCA. 1980. *Proyecto Faraday*. ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- FEYNMAN, R. (1993): *Lecturas de Física*. Ed. Fondo educativo Interamericano.
- IBARZ, J. 1981. *Problemas de Química General*. Ed. Marín. Barcelona.
- TIPLER, P.A.1983. *Física*. Tomos I y II. Ed. Reverté. Barcelona
- HARLEN, W. 1989, *Enseñanza aprendizaje de la Ciencia*. Morata-Mec. Madrid
- MORCILLO, J. (1980): *Química General*. Alhambra Universidad
- ROSALDO, L. (1984): *Didáctica de la Física*. Ed. Edelvives
- OSBORNE R. y FREYBERG. P. *El aprendizaje de las Ciencias*. Narcea. Madrid.



Temática: Los Alumnos

### À DESCOBERTA DO MEIO BRINCANDO AOS CIENTISTAS

(Projecto promotor de competências em Ciência)

Por <sup>20</sup>José Pereira Costa (1), Adelaide Paredes, (1), Ana Leal, (3); Mauela Ferreira (2), Carlos Alves, (3) Centro de Formação de Professores de Almada Ocidental – PROFORMAR (1), Agrupamento de Escolas do 1º Ciclo do Ensino Básico “*Maria Montessori*”(2) e da Trafaria (3).

#### Resumen

Com este projecto pretende-se fundamentalmente contribuir para o desenvolvimento de *competências essenciais em Ciência* das crianças do Pré-escolar e do 1º Ciclo no Concelho de Almada. Privilegia-se a construção do conhecimento, procurando favorecer a curiosidade natural, a observação, a criatividade, a valorização do lúdico, a partilha de experiências e a assunção de renovados papéis e desempenhos por parte das crianças, dos professores, em particular, e da comunidade educativa em geral.

De igual modo, promove a realização de formação contínua de professores e educadores deste nível de ensino, nas áreas da didáctica do trabalho experimental. Trata-se uma acção abrangente, integrada, com carácter regular, transdisciplinar nas diferentes componentes curriculares/ não curriculares do estudo do Meio.

Neste 2º ano, estão envolvidas 650 crianças, 50 professores e educadores das 9 escolas e um

<sup>20</sup> Coordenador. E-mail: rdd59763@mail.telepac.pt

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Jardim-de-Infância, que pertencem aos Agrupamento de Escolas do 1º Ciclo do Ensino Básico “*Maria Montessori*” e da Trafaria. Os anos de escolaridade abrangidos são Pré-escolar e 1º, 2º, 3º e 4º anos.

Trata-se de um projecto que envolve várias parcerias institucionais: Câmara Municipal de Almada, Centro de Formação de professores de Almada Ocidental – PROFORMAR, Ministério da Ciência e Tecnologia. Este projecto integra também o projecto europeu ***Introducing new methods of teaching Physics on the European level***<sup>21</sup>. Espera-se iniciar com escolas europeias deste nível de ensino um trabalho de partilha de experiências.



### **AMBIENTALIZAR LOS CENTROS EDUCATIVOS DESDE EL ÁREA DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS: LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO ECOCENTROS.**

M<sup>a</sup> del Carmen Conde Núñez y J. Samuel Sánchez Cepeda. Facultad de Formación del Profesorado. Universidad de Extremadura. Campus Universitario s/n 10071 Cáceres.

#### **Resumen**

Presentamos las aportaciones que consideramos más significativas del proyecto de innovación educativa Ecocentros. Este proyecto se viene desarrollando en trece centros públicos de Educación Infantil y Primaria de Extremadura, durante los cursos 2001/2002 y 2002/2003, a través de un convenio de colaboración entre la Universidad de Extremadura y la Junta de Extremadura.

Ecocentros está basado en las experiencias de auditorías ambientales en los centros educativos o ecoauditorías, y pretende aportar estrategias para avanzar en la deseada ambientalización del curriculum y de los centros de enseñanza, en todas las áreas y a todos los ámbitos. La coordinación de esta experiencia corre a cargo de nuestra área de conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Ecocentros se concibe como un proyecto de investigación-acción participativa con la intención de conseguir no sólo una evaluación inicial o diagnóstica, formativa y sumativa, sino también una evaluación formadora (Geli, 2000), en la que el profesorado implicado en el proyecto además de los promotores, asumen la autoevaluación de su intervención, aplicando una serie de criterios para identificar y gestionar las fortalezas y debilidades de su acción y de la marcha del proyecto. La evaluación del proyecto comprende todo el proceso en el que intervienen los distintos elementos de los centros educativos, la administración local de los municipios, la administración ambiental y educativa de la región, y la universidad. Paralelamente al desarrollo del programa es necesaria una evaluación que permita incorporar mejoras al mismo, para lo que es importante que se prevean medidas de evaluación en las distintas fases para detectar errores e incorporar correcciones, con la intención de mejorar el proceso en todas sus fases.

#### **Introducción:**

Para llegar a la deseada ambientalización de los centros de enseñanza una de las estrategias metodológicas puestas en marcha en numerosos centros educativos son los procesos de ecoauditorías en los que la participación de la comunidad educativa para conseguir la coherencia ambiental deseada, está logrando resultados que permiten reconocer las importantes aportaciones de estas experiencias.

Algunas aportaciones metodológicas de estas experiencias a la didáctica de las ciencias

---

<sup>21</sup> SOCRATES- COMENIUS - 3.1. European In-Service Training Projects.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

presentadas en otras ocasiones por nosotros dan pie a fundamentar el interés de las mismas (Conde Núñez, Sánchez Cepeda, y Corrales Vázquez, 2002):

- La construcción del pensamiento y la adquisición de nuevos comportamientos a partir de la persona que aprende.
- La participación de todos los sectores de la comunidad educativa en este proceso de ecoauditorías, significa además de un medio para desarrollar el mismo, una finalidad. Los procesos en éstas son fundamentales y con un alto valor intrínseco, y de cómo se desarrollen estos dependerán los resultados de las mismas. El ser protagonista en la toma de decisiones que pueden cambiar el medio que nos rodea vincula más a las personas hacia el conocimiento y mejora del mismo.
- Tanto la situación de partida, como los procesos desarrollados y los resultados finales son analizados desde una metodología propia de la investigación-acción participativa. La propia evaluación tiene también una función formadora para los participantes.
- El ejercitar la toma de decisiones relevantes teniendo en cuenta los valores democráticos y procediendo a veces a la creación de consensos capacita a la persona no solo para el ejercicio de los mismos, sino para comprender como también en otros ámbitos como puede ser el de las ciencias se toman decisiones de igual forma.
- Posibilitan un acercamiento al conocimiento de la realidad de su entorno tanto natural como transformado por el hombre conociendo las relaciones que se establecen en el mismo, cosa que a veces en el campo mismo de la ecología puede resultar difícil.
- La creación de grupos de trabajo interdisciplinares en los centros educativos, con el enriquecimiento que esto supone para ofrecer un conocimiento de esa realidad y de las relaciones que se establecen en ella.
- El centro como caso práctico de resolución de problemas reales y cercanos a los intereses y necesidades del alumno.
- La apertura de las relaciones entre los centros educativos y la comunidad hace que se conozca e intervenga a veces de forma directa en asuntos sobre la propia gestión del medio y a veces la propia comunidad educativa puede actuar como dinamizadora de la comunidad en la que se encuentra participando en dar a conocer aspectos directamente relacionados en nuestro caso con las ciencias, como en la concienciación de la ciudadanía o capacitación de la misma para la intervención en la solución de problemas que por desconocimiento o falta de sensibilización pueden surgir. Así un reto que tenemos planteados en la didáctica de las ciencias como es el acercamiento de la ciencia, la tecnología y la sociedad puede verse favorecido.

Toda esta variedad metodológica puede ayudar a abordar la complejidad que requiere el tratamiento de las ciencias y su didáctica y además ser para los participantes un proceso interesante y motivador y además motor de cambios a todos los niveles). Llevar a cabo evaluaciones de proyectos que como el proyecto Ecocentros de Extremadura se están llevando a cabo nos permitirá avanzar en este sentido.

### I. La Evaluación del Proyecto Ecocentros:

#### Significado de la evaluación en nuestro proyecto.

Entendemos la evaluación como sinónimo de valorar y no exclusivamente de medir. Evaluar “puede *significar plantear una mirada de conjunto* sobre las relaciones que han tenido lugar en el proceso” (Novo, 1995), y es ello lo que nos hace reflexionar sobre cómo han sido los procesos y las relaciones establecidas en los mismos con la finalidad de poder ajustar lo necesario para conducir el proyecto según nuestros objetivos.

La evaluación en nuestro caso, supone una tarea investigadora y optimizante de cara a realizar un seguimiento continuo de un proyecto que se ejecuta en los centros para conseguir un proyecto acorde a las necesidades de los mismos con el fin de incorporar en ellos la educación ambiental de una forma efectiva. Para realizar la misma, algunas de las orientaciones compartidas con los autores siguientes nos han resultado valiosas:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- La evaluación es una forma de promover el desarrollo organizativo del centro y el profesional de los profesores, al tiempo que el desarrollo curricular en la calidad del aprendizaje de los alumnos (Bolívar, 1995).
- HOPKINS (Hopkins, 1989) propone que la evaluación sea más que de la mejora conseguida o para mejorar en el futuro, un proceso mismo de mejora, al formar parte del propio proceso formativo del centro. La evaluación puede ser el proceso que articule el mismo proyecto escolar, que ofrezca datos para su reorientación, que genere nuevos ámbitos de mejora y que tienda a construir con continuidad el funcionamiento y la dinámica del centro, de la educación ofrecida y del trabajo de sus profesores.
- Según GARCÍA, MARTÍNEZ Y NANDO (García Gómez, Martínez Fernández, y Nando Rosales, 1996), los cambios y mejoras que se puedan producir en la situación educativa, surgidos a partir de la acción evaluadora en un proyecto de educación ambiental; deben manifestarse desde la participación y conocimiento de los implicados (organizadores, destinatarios, institución, etc). No obstante, los resultados de la evaluación pueden ser útiles a otras personas o entidades fuera del centro escolar. La evaluación de un proyecto de educación ambiental, por tanto, debe servir y beneficiar:
  - Al alumno y alumna.
  - A la investigación del profesor o equipo docente.
  - Al centro educativo.
  - A los padres.
  - A todos los implicados en el desarrollo del proyecto.
  - A la comunidad educativa.
  - A la administración educativa.
  - A la entidad patrocinadora, cuando exista.
  - A los ciudadanos.
  - Y, por supuesto, al medio ambiente.

### Crterios metodológicos seguidos en el desarrollo evaluativo del proyecto:

Para Gutiérrez, (Benayas y Gutiérrez, 1997) la investigación evaluativa es aquella que reúne un tipo de metodologías de investigación orientadas al cambio y la toma de decisiones inmediata sobre la realidad. Para el mismo autor comienzan a ser necesario los estudios de síntesis y revisión que permitan evaluar la magnitud y trascendencia de esta experiencia así como establecer valoraciones de calidad en torno a la eficacia y utilidad de determinados programas y métodos de investigación.

Así, para el proyecto puesto en marcha paralelamente al desarrollo del programa es necesaria una evaluación que permita incorporar mejoras al mismo, para lo que es importante que se prevean medidas de evaluación en las distintas fases para detectar errores e incorporar correcciones, con la intención de mejorar el proceso en todas sus fases. “Ecocentros” se concibe por ello como un proyecto de investigación-acción participativa con la intención de conseguir no sólo una evaluación inicial o diagnóstica, formativa y sumativa, sino también una evaluación formadora (Geli, 2000), en la que el profesorado implicado en el proyecto además de los promotores, asumen la autoevaluación de su intervención, aplicando una serie de criterios para identificar y gestionar las fortalezas y debilidades de su acción y de la marcha del proyecto.

*“La investigación-acción es el proceso de reflexión por el cual un área-problema determinada, donde se desea mejorar la práctica o la comprensión personal, el profesional en ejercicio lleva a cabo un estudio- en primer lugar, para definir con claridad el problema; en segundo lugar para especificar un plan de acción- que incluye el examen de hipótesis por la aplicación de la acción al problema. Luego se emprende una evaluación para comprobar y establecer la efectividad de la acción tomada. Por último, los participantes reflexionan, explican los progresos y comunican estos resultados a la comunidad de investigadores de la acción. La investigación-acción es un estudio científico autorreflexivo de los profesionales para mejorar la práctica.” (McKernan, 1999).*

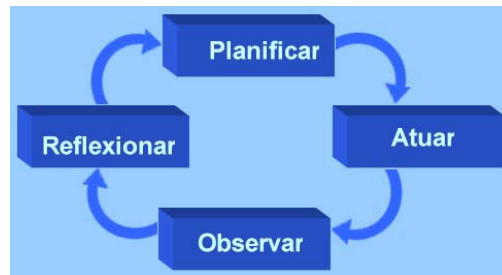
## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Así las distintas etapas del proceso de investigación-acción seguidas serían:



### Perspectiva metodológica del proyecto como investigación educativa:

Orientada a la mejora de la práctica educativa en varios niveles de concreción:

- Investigación-Acción participativa sobre el proyecto:
  - Orientada a conocer la eficacia del proyecto y su organización.
- Investigación-Acción sobre cómo se lleva a cabo la ambientalización del centro:
  - Orientada a fomentar la participación de todos los sectores de la comunidad educativa en la misma.
  - Gestión ambiental.
  - PEC.
  - Innovación y evaluación del centro.
  - Comunicación de los sectores de la comunidad educativa.
  - Relaciones con otros sectores: ayuntamientos, asociaciones.
  - Relaciones con la administración regional.
- Investigación-Acción sobre aspectos que afectan a la práctica profesional docente del profesorado:
  - Formación.
  - Participación en la toma de decisiones conjunta y trabajo en equipo.
  - Evaluación- investigación educativa.
  - Comunicación.
- Investigación-Acción sobre su intervención educativa en el aula:
  - Sobre la ambientalización del curriculum.
  - Sobre la motivación del alumnado.
  - Sobre la mejora de hábitos y actitudes del alumnado.

En este proceso de investigación-acción nos encontramos profesores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas y de los centros participantes, así como los asesores de los Centros de Profesores y Recursos (CPR's) de Extremadura, por lo que pensamos que además de mejorar el proceso que conduce el proyecto y por tanto sus resultados esta investigación puede ser útil en muchos ámbitos ampliando nuestra cualificación y estimulando nuestro trabajo a la vez que consiguiendo ventajas claras en la formación de nuestros alumnos y en la vida de los centros.

Para nosotros ECOCENTROS supone una oportunidad de trabajar investigando y actuando para mejorar la práctica educativa enriqueciendo con metodologías, contenidos, formas de participación y comunicación nuestro trabajo en pro de conseguir la correcta puesta en práctica de la educación ambiental.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

### **Tipos de evaluación llevados a cabo a lo largo del proyecto:**

- a. Evaluación diagnóstica: analiza la situación de entrada de los sujetos al inicio del programa.
  - Al iniciar el proyecto en primer lugar el profesorado realiza un análisis de la realidad del centro en el tratamiento de la educación ambiental que hace que el mismo pueda ser consciente de la situación inicial.
  - De nuevo en esta ocasión tanto alumnado como el resto de la comunidad educativa llevan a cabo una evaluación sobre las actitudes previas en diferentes aspectos de su vida a través de un cuestionario. Esto sirve para reflexionar sobre las actitudes personales y estar así predispuestos al cambio.
  - El diagnóstico de la situación de partida del centro supone también otro momento en el que la evaluación inicial, en este caso del centro en cuanto a su relación con los temas: agua, energía, transporte, residuos y entorno, sirve de referente y reflexión que podrá contribuir a la mejora ambiental del mismo.
- b. Evaluación formativa: recoge datos durante el desarrollo del proyecto para introducir modificaciones que supongan una mejora.
  - Se procede a realizar un seguimiento y evaluación continua tanto interno, por parte de los maestros/as integrantes de los grupos o seminarios de trabajo del proyecto en el centro, como por parte del grupo de personas que constituyen la comisión organizadora del proyecto (entre la que nos encontramos un grupo de trabajo que desde la Facultad de Formación de Profesorado analizamos la dinámica de trabajo seguida y los resultados en las distintas fases a través de distintos documentos que facilitamos al profesorado y que a lo largo del curso y en distintos eventos y reuniones formativas son abordados).
- c. Evaluación sumativa: cuando ha finalizado la aplicación del programa y sirve para determinar si se han logrado los objetivos.
  - A través de algunos documentos entre los que se encuentran el cuestionario de evaluación general del proyecto y los documentos que integran las memorias internas elaboradas por los centros.
- d. Evaluación formadora: el profesorado asume la autoevaluación de su marcha con la intención de mejorar su intervención en el proyecto. La participación activa y la comunicación de todo lo acontecido en el proyecto es fundamental para garantizar los buenos resultados.

### **Algunos mecanismos contemplados en el proceso de evaluación:**

- Creación de grupos especiales de evaluación.
- Empleo de un experto o evaluador externo.
- Reuniones de evaluación.
- Establecimiento y análisis de criterios de valoración de los datos.
- Informes complementarios.
- Determinación de la técnica de análisis de los datos.
- Escalas de respuesta.
- Cuestionarios.
- Entrevistas.
- Observación directa.
- Informes escritos.
- Informes orales.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Debate libre.

### Referencias bibliográficas:

- BENAYAS, J., y GUTIÉRREZ, J. (1997). Investigación y Educación Ambiental. En: J. GUTIÉRREZ, F. J. PERALES PALACIOS, J. BENAYAS, y S. CALVO (Eds.), *Líneas de Investigación en Educación Ambiental*. Granada: Universidad de Granada - Junta de Andalucía. pp. 39-49.
- BOLÍVAR, A. (1995). *La evaluación de valores y actitudes (hacer reforma)*. Anaya: Madrid.
- CONDE NÚÑEZ, M. D. C., SÁNCHEZ CEPEDA, S., y CORRALES VÁZQUEZ, J. M. D. P. (2002). Aportaciones de las experiencias de las ecoauditorías en los centros educativos a la didáctica de las ciencias. En: N. ELORTEGUI, y otros (Eds.), *Relación Secundaria-Universidad. (Actas de los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: La Laguna (Tenerife). Septiembre 2002)*. La Laguna: Universidad de La Laguna. pp. 337-345.
- GARCÍA GÓMEZ, J., MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., y NANDO ROSALES, J. (1996). *Implantación de la Educación Ambiental como tema transversal: evaluación de proyectos educativos de educación ambiental realizados en los centros*. Valencia: Universidad de Valencia.
- GELI, A. M. (2000). La Evaluación de los Procesos y de los Resultados en la Enseñanza de las Ciencias. En: F. J. PERALES PALACIOS, y P. CAÑAL (Dirección), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil. pp. 187-205.
- HOPKINS, D. (1989). *Evaluation for School Improvement*. Milton Keynes: Open University Press.
- MCKERNAN, J. (1999). *Investigación-acción y Curriculum*. Madrid: Morata.
- NOVO, M. (1995). *La Educación Ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid: Universitat.



### ESCUELA DE VERANO EN EL MUSEO DE LA CIENCIA

Javier Hidalgo. Cosmocaixa, Museo de la Ciencia “Fundación La Caixa”

#### Resumen:

Con motivo de la campaña de verano, en Cosmocaixa hemos organizado una escuela de verano para chicos y chicas de 6 a 16 años. Con la experiencia acumulada en estos 3 años planteamos una forma divertida de hacer ciencia mediante el reciclaje el modelado y la imaginación los participantes. El resultado es, por ejemplo, ver a un niño de 6 años lanzar hipótesis acerca de por qué las pompas son siempre esféricas o por qué un globo inflado pesa más que uno vacío. Al mismo tiempo unas chicas de 15 años diseñan y construyen con material reciclado, motores, bombillas y cables, una máquina de efectos encadenados.

Mi nombre es Javier Hidalgo, pertenezco al departamento de Educación de Cosmocaixa, el museo interactivo de la ciencia de la Fundación La Caixa en Alcobendas. Os voy a hablar un poco sobre una escuela de verano en el museo, la experiencia pionera fue el año pasado y viendo el éxito y la aceptación que tuvo este año lanzamos una propuesta más ambiciosa.

Antes de comentaros la escuela en sí misma os resumo la actividad que se hace durante el año en el museo;



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

exceptuando fines de semana y festivos la oferta está dirigida casi en exclusiva a público escolar. Tenemos oferta desde escuelas infantiles hasta bachillerato. Para secundaria tenemos talleres de química, microbiología, paleontología. Tenemos una sala, ¡toca, toca! con animales vivos distribuidos en dos ambientes, tropical y mediterráneo en la que se enseña educación ambiental y conceptos de biología básica. Para los más pequeños, aparte del toca-toca tenemos una sala para que jueguen a ser científicos y un miniplanetario para que aprendan algo de astronomía. Todo esto acompañado por exposiciones temporales (actualmente la Antártida y las formas), una sala permanente de módulos interactivos de todos los aspectos de la ciencia y un planetario con distintos programas que tratan desde el origen de la vida hasta la vida y muerte de las estrellas.

A pesar de que durante todo el año tratamos que la oferta sea atractiva, pensamos que la estación estival es un periodo en el que todavía se tienen que hacer las cosas más atractivas. Pero la dificultad está en no perder el rigor científico de un museo de ciencia.

El experimento se hizo el año pasado, la escuela de verano se basaba en una única semana y un único taller, le llamamos “el taller de los inventos” y la idea era que chicos y chicas de entre 11 y 17 años imaginaran, diseñaran, experimentaran y crearan cualquier tipo de artefacto volador, acuático y terrestre, todo ello con materiales reciclados que ellos mismos traen, motores, gomas y sobre todo mucha imaginación. El resultado fue, al eliminar cualquier semejanza con el colegio, ver cómo durante una semana los chicos y chicas trabajaron sin ningún tipo de presión y alcanzaron un entusiasmo que no nos podíamos imaginar. Diseñaron y construyeron aviones con propulsión a globo, con motor a pilas, barcos que se movían a vapor con una vela, coches a motor en los que ellos mismos cambiaban la dirección. Y lo mejor que no solo aprenden a diseñar y a resolver problemas sencillos sino que, al utilizar un 95% de material reciclado, se les enseña un poco de ecología y medio ambiente.

Después de la acogida que tuvo, tanto por los alumnos como por los padres, este año la apuesta tenía que ser más ambiciosa; no sólo en cuanto al tiempo de duración sino al número de actividades. Se dividió en 6 talleres distintos para diferentes edades repartidos en dos semanas de tres en tres, de manera que:



### 1ª. Semana:

#### a. Mójate con la ciencia de 6 a 8 años

Experimentan con el agua, qué cosas flotan, cuales no y por qué, el agua y la vida, animales que se mueven en el agua, los tres estados del agua, fabrican pompas de jabón enormes, construyen barcos con material reciclado.

#### b. Modelar y jugar, todo es empezar de 9 a 12 años

Se trata de iniciar a los alumnos en el mundo de la escultura. Diseñan y modelan distintas cosas, animales, personas, esculturas que ya existen en diferentes materiales, arcilla, polystan, cartón...



## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### Diseñar y construir rampas locas de 12 a 16 años

Utilizando material reciclado que ellos mismo traen, construyen, trabajando en equipo, rampas, garajes, de manera que un coche o una bola salgan y, mediante distintos caminos, lleguen a un punto donde, mediante algún invento, tienen que hacer que conecte con el principio de la rampa del siguiente compañero.



### 2ª. Semana

#### a. ¡Cambia de aires! de 6 a 8 años

Hacen experimentos sencillos para saber que el aire pesa, distintos gases, encierran el aire, capacidad pulmonar, y construyen distintos artefactos voladores y planeadores.



#### b. Pintar y jugar todo es empezar de 9 a 12 años

Se trata de que iniciarles en el mundo de la pintura. Con su trípode, lienzos y pinturas van haciendo retratos de animales, esculturas, formas. Utilizando distintas técnicas para que aprendan a utilizar colores y también aprendan cómo dar distintas texturas.



#### c. Diseñar y construir máquinas de efectos encadenados de 12 a 16 años

Han de imaginar y hacer real, en grupo, distintas máquinas, de manera que cuando empiece a funcionar pase un tiempo hasta que termine el recorrido, Una pelota abre una puerta, que enciende un motor que mueve una polea, que pincha un globo que conecta un coche que...



Finalmente todas las máquinas se conectan y el resultado es más de 10 minutos de sorpresa y fascinación.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Para terminar decir que lo importante es que los profesionales de la educación de las ciencias no se pueden quedar en la pizarra, han de experimentar con los alumnos, hacerles participar y si es posible todas estas experiencias abrirlas al público en foros de experiencias. La feria de la ciencia, por ejemplo, es una oportunidad única para que todos los profesionales podamos compartir, repetir e incluso mejorar las experiencias de todos.



### EXPERIENCIAS DE AULA-LABORATORIO EN EL CURRÍCULO DE PRIMARIA: EL AGUA

Miguel Pérez Ferra, Rocío Quijano López y Luis Carlos Vida Sagrista. Universidad de Jaén.

Se han realizado muchas experiencias sobre la importancia que tiene la utilización de prácticas de aula-laboratorio en la construcción del conocimiento científico-técnico en etapas iniciales de formación. El aprendizaje de los contenidos relacionados con “el agua” –imprescindible para el desarrollo de la vida- es fundamental en el vitae de Primaria.

Pero resulta realmente difícil trabajar dichos contenidos con alumnos, de este nivel educativo, si no se le da un enfoque dinámico y participativo al mismo, ya que es él principal protagonista en ese proceso de aprendizaje.

La revisión de otros trabajos de investigación pone de manifiesto la ausencia de estrategias concretas de enseñanza que permitan resultados favorables en la secuenciación completa a lo largo del vitae de Educación Primaria. Nuestra intención es de elaborar una propuesta didáctica, para el aprendizaje de los contenidos relativos “al agua”, adecuada al nivel de desarrollo del alumno (Educación Primaria).

En el presente trabajo desarrollamos y presentamos los objetivos, en sus diversos aspectos, junto con la secuenciación de las actividades experimentales a seguir por alumnos de primaria para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos relacionados con “el agua” para esta etapa educativa.

#### Introducción

El desarrollo de prácticas experimentales en el aula permite que no sólo se observe un fenómeno, sino que se pueda interpretar éste; entendiéndolo por el término “interpretar” – relacionándolo con la experimentalidad - como la capacidad de análisis, relación y comprensión de los conceptos que se pretenden adquirir.

Así podemos afirmar que el trabajo práctico, en el laboratorio, tiene un valor educativo muy amplio ya que desarrolla un aprendizaje por experimentación que permite al alumno construir su propio conocimiento mediante la relación de conceptos. Con respecto a esta idea coincidimos con la propuesta por García Barros y col. (1998) “... *permiten ilustrar los fenómenos, aportar evidencias, favorecer el aprendizaje de conceptos, acercar al alumno a la utilización y aprendizaje de procedimientos asociados al trabajo científico...*”.

De la combinación del trabajo experimental llevado a cabo en el laboratorio se obtiene un desarrollo de habilidades y procedimientos experimentales aumentando la capacidad investigativa y de relación entre los elementos que nos encontramos en el estudio.

El presente trabajo está dirigido a alumnos del tercer ciclo de Educación Primaria. En él proponemos un método para estudiar el concepto de conductividad eléctrica que se incluye en

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

los contenidos de primaria.

Los objetivos principales de nuestra propuesta didáctica son los siguientes:

- Capacidad para construir el conocimiento a través de experiencias (los procedimientos han de conducir al concepto).
- Conocer y utilizar el manejo de instrumentos de medida, y de observación.
- Saber interpretar los resultados recopilados en un trabajo experimental.

Contenidos correspondientes al tema “El Agua” en el currículo de Educación Primaria

Inicialmente se realizó un análisis de los contenidos relacionados con “el agua” en libros de texto de Educación Primaria de diversas editoriales. Tras esta revisión se observó que los conceptos -objeto de la propuesta didáctica que presentamos- tratados en los tres ciclos que componen la etapa de primaria, son los siguientes:

### **a. ¿Qué es el agua?:**

Se explican características del agua, que es una sustancia líquida, inodora e insípida formada por hidrógeno y oxígeno. Además, el agua puede llevar sustancias disueltas, como el agua de los mares que contiene sal disuelta. Se indica diferencias de denominación entre el agua del mar y el agua continental. Con términos bastante sencillos se habla de la potabilidad o no del agua.

### **b. Propiedades del agua:**

Se incluyen algunas propiedades como los estados en los que se puede encontrar el agua y el procedimiento de cómo tiene lugar los cambios de estado. Se habla del agua como un buen disolvente. Es decir, el agua puede mezclarse con otras sustancias de tal manera que es muy difícil distinguir a simple vista los distintos componentes. Muchas sustancias se disuelven en agua por ejemplo el azúcar.

### **c. El agua contaminada:**

De forma sencilla se revisa en los textos escolares un tema tan profundo como es el de la contaminación del agua; comenzando por algo tan cercano como que a diferencia con el agua no potable, que se puede utilizar para regar y limpiar, el agua contaminada no puede usarse porque lleva sustancias disueltas que ponen en peligro la vida de los seres vivos. El agua sucia que sale de nuestras casas con detergentes, heces fecales, restos de comida..., es agua contaminada. Muchas industrias contaminan el agua con sustancias muy peligrosas. Para poder volver a utilizar el agua contaminada es necesario someterla a un proceso de depuración. Dicho proceso se realiza en lugares especiales llamados depuradoras. En ellas esa agua es filtrada y tratada con diferentes sustancias hasta que se convierte de nuevo en agua potable.

### **d. Estados del agua:**

En este concepto se revisan los estados del agua y el paso de un estado a otro. Además se resalta el hecho de que es la única sustancia que se encuentra en la naturaleza en los tres estados –sólido, líquido y gaseoso-.

### **e. Localización del agua:**

Se explica su reparto por todo el Planeta en estado sólido y líquido.

### **f. Fases del ciclo del agua:**

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

1.- El agua sobre la tierra, 2.- de la tierra a la atmósfera y 3.- de la atmósfera a la tierra.

### **g. ¿Qué es el agua superficial?:**

Se indica que es la que se encuentra en la superficie terrestre y forma los arroyos, torrentes, los ríos, los lagos, los mares y los océanos. Se desarrolla con posterioridad cada una de estas formas.

### **h. ¿Qué es el agua subterránea?:**

Se da una definición de la misma, así como su origen y su ubicación.

### **i. El agua dulce y salada:**

Se explica de forma algo más detenida la diferencia entre ambas y sus usos.

### **j. Las aguas en la Comunidad (en nuestro caso, la Comunidad Andaluza):**

En este punto se relaciona con las Ciencias Sociales, en términos de geografía.

Observamos que, el alumno de Educación Primaria, tiene al final de esta etapa educativa una idea de conjunto de las características del agua, sus usos, sus cambios, la ubicación de ésta, su presencia en los fenómenos atmosféricos, su importancia en los distintos tipos de cultivo y su conductividad eléctrica.

### **Metodología y desarrollo**

Nuestra propuesta didáctica experimental consiste en la “**medida de la conductividad eléctrica y determinación del contenido total en sales en diferentes muestras de agua: destilada, agua del grifo, agua de río y agua de mar**”.

Se estructura en tres sesiones iniciales distribuidas de la siguiente forma:

#### **1ª. SESION**

Se colocan cuatro cápsulas de vidrio cada una con una letra con una pequeña cantidad de muestra de manera que se tape solamente parte del fondo de las mismas dejando que se evapore en la ventana o en estufa.

Se distinguirán las cápsulas como se reseña a continuación:

- **D**            **DEPOSITAMOS AGUA DESTILADA.**
- **G**            **DEPOSITAMOS AGUA DEL GRIFO.**
- **R**            **DEPOSITAMOS AGUA DE RIO.**
- **M**            **DEPOSITAMOS AGUA DE MAR.**

Una vez depositadas, guardaremos las botellas en el frigorífico para la segunda sesión.

Observaremos que cada cápsula presentará una cantidad de residuo diferente en el fondo aunque como el alumno constatará, todas las muestras son incoloras.

Ante esta evidencia nos encontramos con la maravillosa oportunidad de poder adentrar a nuestros alumnos aunque a un nivel muy básico en el mundo analítico. Es aquí donde se me ocurre que podría introducir el concepto de conductividad eléctrica y así explicar el porqué de

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

esos residuos y la diferencia de cantidad de unas aguas a otras.

**2ª. SESION**

Trabajaremos los conceptos de:

- a. **Conductividad eléctrica (CE):** es, en este caso, la capacidad que tiene el agua de transmitir la corriente eléctrica debido, entre otros aspectos, a la presencia de sales disueltas.
- b. **Contenido total en sales (CTS):** Conductividad Eléctrica (25°C)\*0,64; se expresa en g/l y no debe ser superior a 1 g/l para el agua que sea utilizada para el riego.
  - Instrumento de medida: Conductímetro.
  - Unidad de medida: mS/cm (miliSiemens/cm)

Tomaremos cuatro vasos de precipitado de 250 ml graduados y depositaremos en cada uno 100 ml de muestra diferenciándolos como se expresa:

- **D**                    **DEPOSITAMOS AGUA DESTILADA.**
- **G**                    **DEPOSITAMOS AGUA DEL GRIFO.**
- **R**                    **DEPOSITAMOS AGUA DE RIO.**
- **M**                    **DEPOSITAMOS AGUA DE MAR.**

Se conecta el instrumento de medida para tomar los datos correspondientes a la conductividad eléctrica de cada muestra, anotando el resultado. Con estos datos se elaborará la siguiente tabla:

MUESTRA	D	G	R	M
RESULTADO				
CTS				

**3ª. SESIÓN**

Se discutirá y analizarán los resultados obtenidos y el ¿por qué? Y ¿para qué? de esta experiencia.

En esta sesión se comprobará si las intenciones iniciales del docente se cumplen o no en el proceso de construcción del conocimiento.

**Conclusiones**

Como se ha podido ver en la metodología presentada, se ha pretendido que el alumno relacione la mayor cantidad posible de conceptos implicados en el estudio de la “conductividad eléctrica”. El estudio de la integración de los contenidos es algo que se viene haciendo desde hace tiempo, como lo demuestran los trabajos realizados por: Unesco (1977), Giordan (1978), Claxton (1984), Lillo y Redonet (1985), Gil y col. (1991), Hodson (1998), García Barrós y col. (1998), Morgan y Morris (1999), Gallegos (2000), entre otros.

Los alumnos tienen la oportunidad de poder relacionar contenidos científicos y procedimentales en los que hemos procurado mostrar técnicas que no habían utilizado nunca y que son fáciles de emplear. Este trabajo experimental permite, mediante la observación y el estudio de contenidos diferentes, la integración entre los mismos.

En esta relación de conceptos se desarrollan los siguientes aspectos cognitivos que crean un aprendizaje significativo:

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- Aumenta la capacidad investigativa del alumno: resuelve problemas que se encuentran al realizar el trabajo de campo en la recogida de datos, en la selección y estudio de éstos.
- Se relacionan elementos de conocimiento diferentes.
- Se desarrollan estrategias de conocimiento basándose en el trabajo de investigación y de experimentación.
- Se desarrollan técnicas de trabajo propias o ya predeterminadas en el laboratorio.
- Se utilizan nuevas tecnologías como medio de adquisición del aprendizaje.
- Se aumenta la capacidad de realizar un trabajo de síntesis, llegándose a unas conclusiones finales mediante la relación entre conceptos diferentes.

Podríamos concluir este trabajo preguntándonos qué conceptos aprenden nuestros alumnos, se podrían determinar como: la conductividad eléctrica, unidades de medida. Entre los procedimientos se podrían destacar: la toma de medidas con un conductímetro, el uso de material básico de laboratorio, elaboración de tablas y la utilización de las mismas. En relación a las actitudes: despertar el interés por elaborar relaciones entre conceptos, adquirir una capacidad crítica en el análisis de resultados.

### Bibliografía

- CLAXTON, G. (1984). *Vivir y aprender*. Alianza. Madrid.
- ENRÍQUEZ, F.; QUIRANTE, J.J. y RAMÍREZ, P. (2000). *Experiencia de cinética química como forma de aprendizaje*. En Martín, M. y Morcillo, J.G. (Eds.): *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Martín, M. y Morcillo, J.G. Madrid.
- FUERTES CATALÁN, C. y col. *Pautas de análisis para una actividad didáctica. Aplicación al estudio de las etiquetas de agua envasada*. En *Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (Eds. Martínez Losada y García Barrós). La Coruña. Pp.: 199-234.
- FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J. y DOMÍNGUEZ, C. (2000). *La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico*. En Perales, F. y Cañal, P.: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy. Marfil
- GARCÍA BARRÓS, S. Y col. (1998). *¿Mejoran los diseños de actividades prácticas investigativas de docentes en formación cuando se introducen tareas dirigidas a la enseñanza/aprendizaje de procedimientos científicos?*. En *Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (Eds. Martínez Losada y García Barrós). La Coruña. Pp.: 141-157.
- GALLEGOS, J. A. (2000). “La enseñanza-aprendizaje de la geología: análisis de las normas para la secuenciación de contenidos(II)”. *Rev. De Educación*. Granada. Pp.: 403-434.
- GIL y col. (1991). *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Horsori. Barcelona.
- GIORDAN, A. (1978). *Didactique de les Ciences*. Le Centurion. París.
- HODSON, D. (1998) *Teaching and Learning Science*.. Open Univ. Press. Buckingham.
- LILLO, J. y REDONET, L. F. (1985). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Ecir. Valencia.
- MARTÍNEZ LOSADA, C. y col. (1998). *Enseñar ciencias en Educación Primaria: ¿Qué tipos de actividades realizan los profesores?*. En *Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (Eds. Martínez Losada y García Barrós). La Coruña. Pp.: 199-234.
- MELLADO, V. (1996). “Concepciones prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria”. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp.: 289-302.
- MELLADO, V. (1998). “El estudio del aula en la formación continua del profesorado de ciencias”. *Alambique*, 15. Pp.: 39-46.
- MORGAN, C. y MORRIS, G. (1999): *Good teaching and learning: Pupils and teachers speak*. Open Univ. Press. Buckingham.
- UNESCO. (1967). *Nuevas tendencias en la enseñanza de la química*. Unesco. París.





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



### “El taller del medio físico y natural en Educación Infantil: una experiencia globalizada”

Por María Montserrat García-Castejón Rodríguez. Facultad de Ciencias de la Educación de Córdoba.

#### Resumen

El Medio, en la Educación Infantil, debe ser abordado de una forma globalizada, y esto implica que el profesorado debe organizar el currículo en torno a centros de interés que puedan ser desarrollados de modo que su estudio abarque aspectos amplios de la realidad.

La observación y la experimentación del entorno inmediato es algo que el párvulo realiza de manera espontánea. El papel del profesorado, entre otros, consiste en proporcionarle los recursos materiales y pedagógicos necesarios para que pueda ampliar paulatinamente su campo de acción, y para despertar, aún más si cabe, su curiosidad y su deseo de actuar, descubrir y manipular. A medida que las experiencias de los niños y niñas aumenten, irán elaborando, a partir de ellas, sus propias representaciones del Medio, que por ahora no nos interesa que sean o no las propuestas por los científicos, solo deseamos que aumente el número de esas vivencias, aunque encuentren la explicación científica correcta en cursos muy posteriores. La variedad de situaciones nuevas de observación y manipulación les proveerá, además, de nuevos procedimientos y recursos de experimentación. Progresivamente, serán capaces de planificar su acción y de predecir posibles resultados, y de buscar la información necesaria.

Es importante en este punto de la exposición señalar que, en Educación Infantil, lo prioritario es el camino de observación y experimentación que siguen los niños y niñas para conocer la realidad, y no la introducción de conceptos científicos por parte del profesorado. En este estudio globalizado del Medio, presentamos los recursos para desarrollar un aprendizaje en torno al agua, que es algo que los párvulos conocen y han manipulado ampliamente. El profesorado, desde su perspectiva, dispone de las experiencias y los conocimientos que la diferentes Ciencias Experimentales y Sociales le proporcionan sobre este tópico. Pero el alumnado no verá en estas actividades una fragmentación entre las diferentes Ciencias, sino que “sentirá” que, durante unos meses, estará en el parvulario, “jugando” con agua.



### El taller de minerales: Una experiencia didáctica en el aula

Parras. J<sup>1</sup>.; García R<sup>2</sup>.; Pérez P<sup>2</sup>.; Barragán N<sup>2</sup>. (¹Escuela Universitaria de Magisterio, Ciudad Real, UCLM, ²Colegio Salesiano Hermano Gárate, Ciudad Real)

#### Resumen

El niño, en su entorno más inmediato, está rodeado de materiales que contienen o son en sí mismos minerales y rocas: el vaso de cristal, el plato de loza que usa diariamente, la casa donde habita, la sal que se usa en las comidas, las sortijas y pendientes de mamá, las conchitas de la playa, el papel de sus cuentos y libros, las monedas, la arena de su mascota, pasta de dientes, el lápiz, la tiza, la arena del patio o del parque...

Las propiedades físicas de los minerales nos permiten reconocerlos a simple vista. Estas propiedades son el resultado directo de las características químicas y estructurales de los minerales, siendo captadas mediante los sentidos.





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Se propone un taller donde los niños experimenten con unos materiales muy atractivos para ellos: los minerales. Por otra parte, El diseño del taller supone aplicar el método científico, puesto que los niños van a:

- Observar y clasificar minerales mediante la percepción.
- Elaborar hipótesis sobre su utilidad favoreciendo la verbalización.
- Experimentar desarrollando destrezas.
- Comprobar las hipótesis emitidas y emitir conclusiones incrementando su vocabulario.

La experiencia didáctica que se presenta ha sido realizada durante el curso 2002-2003, en el colegio Salesiano Hermano Gárate, en las clases de 4 y 5 años de Educación Infantil.



### **LOS LENGUAJES DE LA CIENCIA. LAS REPRESENTACIONES GRÁFICO-SEMÁNTICAS EN EDUCACIÓN INFANTIL.**

José M. Cabo Hernández\*. Cristina Montes Nuñez\*\*. Carmen Enrique Mirón\*\*\*.  
(\*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación, Campus de Melilla. Universidad de Granada), (\*\*CEIP Anselmo Pardo. Melilla), (\*\*\*)Departamento de Química Inorgánica. Facultad de Educación, Campus de Melilla. Universidad de Granada)

#### **Resumen**

Existen precedentes españoles en el uso de los mapas conceptuales en Educación Infantil. En unos casos se trata de mapas diseñados y representados por el profesorado y, en otros, se trata de su diseño por parte de los escolares de cinco años mediante adaptaciones como, por ejemplo, la sustitución de palabras o conceptos en los nodos por representaciones gráficas. La innovación principal que presentamos es la incorporación de los mapas conceptuales a las producciones escritas autónomas de los escolares de cinco años sin adaptaciones especiales.

En el caso de la enseñanza de las ciencias, los mapas conceptuales, según la bibliografía consultada, son utilizados como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de conceptos científicos. En nuestro caso, los mapas conceptuales, o por extensión, las representaciones gráfico-semánticas, forman parte del currículum de ciencias experimentales también como objetivo en sí mismo. Valoramos los lenguajes de la ciencia como un contenido sobre ciencia que debemos añadir a los tradicionales contenidos de ciencias dado que la información científica se presenta de forma combinada, generalmente como texto acompañado de tablas, gráficas... y, también, representaciones gráfico-semánticas.

Tras la consulta de libros de texto de Conocimiento del Medio de E.P. y de Ciencias de la Naturaleza de ESO se pone de manifiesto la presencia de representaciones gráfico-semánticas a lo largo de todas las etapas de escolarización obligatoria. Este hecho, entre otros motivos, nos lleva a justificar la necesidad de una alfabetización gráfica desde las etapas tempranas de escolarización. Nuestra reflexión desde la práctica ha sido la relativa facilidad en la producción de mapas conceptuales de los escolares de Infantil y las dificultades encontradas en el alumnado universitario, que no había trabajado previamente con mapas conceptuales.

#### **Introducción**

Desde los enfoques educativos CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), en la década de los 80 se comienza a insistir sobre la conveniencia de incluir en la enseñanza científica no solo contenidos de ciencias sino también sobre la ciencia, y a valorar un concepto de ciencia como práctica sociocultural, y la necesidad de una alfabetización científica para los ciudadanos más que para futuros científicos o tecnólogos.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**







## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

Uno de los aspectos emergentes que se comenzaron a tratar en la década de los 90 es la importancia de los lenguajes de la ciencia, y de la necesidad de incluirlos como contenido curricular. Lemke (2001) señala en este sentido que el análisis de cualquier texto científico avanzado, de los libros de texto y de las revistas especializadas muestra, además de textos, numerosas representaciones visuales gráficas de muchos tipos, ecuaciones matemáticas, gráficos, tablas....

La alfabetización científica implica la necesidad de leer e informarse sobre ciencias y ello implica el uso de lenguajes y formatos variados, pues generalmente los textos deben leerse con el apoyo de las gráficas y representaciones conjuntamente. Por tanto, la enseñanza de las ciencias debería preparar a los futuros ciudadanos para leer e interpretar representaciones gráficas en textos científicos, especialmente desde un enfoque CTS.

### **Planteamiento del problema**

Algunos autores han trabajado en el campo de la Didáctica de las Ciencias sobre las representaciones gráficas y su utilización en las clases de ciencias. El análisis de los libros de texto de ciencias experimentales en la ESO pone de manifiesto la presencia, en casi el 50% de las páginas, de numerosas figuras e ilustraciones, que han sido analizadas y taxonomizadas (Jiménez y Perales, 2001; Perales y Jiménez, 2002), indicando los autores de estos trabajos la necesidad de una alfabetización gráfica. Perales y García (2003) recogen numerosas referencias que justifican el desarrollo de habilidades de interpretación y construcción de representaciones gráficas como una parte del currículo de ciencias, constatando la falta de énfasis en la instrucción de las clases de ciencias hacia las representaciones gráficas en general.

Sin embargo, las ilustraciones y gráficas analizadas no incluyen la presencia en los libros de texto de representaciones gráfico-semánticas, cuya forma más popular son los mapas conceptuales. La utilización de mapas conceptuales en las clases universitarias nos ha permitido identificar numerosos problemas relacionados con la falta de habilidad para diseñarlos o interpretarlos, por lo que nuestra reflexión desde la práctica nos hace coincidir con la necesidad de una alfabetización gráfica.

Novak (1998), principal difusor del uso de mapas conceptuales, describe una situación que coincide con nuestra experiencia. Mientras que los alumnos universitarios presentan dificultades con los mapas conceptuales, los niños pequeños aprenden rápidamente a diseñar sus propios mapas y describe un caso de un escolar de 6 años que tras 30 minutos de entrenamiento, diseñó correctamente un mapa conceptual.

Es decir, el problema que presentamos puede resumirse de la siguiente manera: la interpretación y diseño de representaciones gráficas forma parte de las habilidades que debe poseer un ciudadano interesado en informarse sobre cuestiones científicas y tecnológicas. El currículo de ciencias en las etapas obligatorias debería incluir estas habilidades entre sus objetivos, aunque nuestra experiencia y las referencias de otros autores apunten a escasos resultados en este sentido. Las experiencias realizadas por Novak sobre mapas conceptuales, un tipo de representaciones gráfico-semántica, señala la facilidad de los escolares en las primeras etapas para diseñar mapas conceptuales en contraste con estudiantes de etapas más avanzadas.

### **Marco teórico sobre representaciones gráfico-semánticas**

En general, numerosos autores han desarrollado instrumentos o recursos para representar la estructura cognitiva de las personas. En su conjunto, los llamaremos representaciones gráfico-semánticas, por coincidir en la presencia de dibujos (flechas, y figuras geométricas como rectángulos, triángulos y óvalos) y palabras o frases.

Las representaciones gráfico-semánticas también se denominan mapas. Cada tipo de mapa presenta diferencias formales sobre ciertas normas que deben cumplirse al diseñarlos, como

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

incluir o no palabras enlace y jerarquizar o no los conceptos de abstractos a concretos (de arriba abajo).

Los mapas conceptuales se basan en las teorías de Ausubel y han sido difundidos por Novak (Novak y Gowin, 1988; Novak, 1998). La utilización de las representaciones gráfico-semánticas en la literatura consultada es muy variada, pudiendo analizar los usos desde el punto de vista de quien realiza la representación. En unos casos se destaca claramente la utilidad del diseño autónomo o compartido en grupo para consensuar significados, como señalan Novak y Gowin (1988), aunque también se utilicen los mapas conceptuales como instrumento diagnóstico para representar la información obtenida sobre lo que los alumnos saben sobre un tema, ya sea obteniendo los datos mediante entrevistas, cuestionarios o ambas.

Los referentes y experiencias de los que partimos en educación infantil se basan en la utilización de los mapas conceptuales (Mérida (2000; 2002a; 2002b). Nuestra intención es la producción autónoma de los mapas por parte de éstos escolares. Las experiencias consultadas hacen referencia a la utilización de mapas en el nivel de cuatro años por parte de los profesores y de la producción autónoma en el nivel de cinco años, tanto individual como en grupo aunque es este caso se realizan adaptaciones en los mapas de forma que la escritura de palabras se sustituye por dibujos o ilustraciones figurativas que se relacionan con flechas sin conectivos o palabras enlace, que se expresan oralmente tras el diseño del mapa, ya sea individual o en grupo.

### **Objetivos**

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Indagar sobre la presencia de representaciones gráfico-semánticas (mapas y esquemas conceptuales) de un número variado de libros de texto, justificando con ello su diseño e interpretación desde los primeros años de escolarización.
2. Describir los procedimientos seguidos en un aula de infantil desde el nivel de tres años hasta los cinco años para conseguir el diseño autónomo por parte de los escolares de mapas conceptuales.

### **Procedimientos**

#### **a. Para la descripción de los mapas y esquemas conceptuales presentes en los libros de texto**

En los libros de texto encontramos junto a texto escrito numerosos tipos de ilustraciones y representaciones gráficas: fotografías, dibujos realistas, gráficas bidimensionales, tablas numéricas, elementos sencillos que simbolizan conceptos, representaciones gráfico-semánticas, etc.

En nuestro trabajo nos limitamos a la presencia de representaciones gráfico-semánticas, que dividimos por su tipología en dos categorías: los mapas (MC) y esquemas conceptuales (Esq). Por mapas conceptuales entendemos aquellas representaciones en donde se aprecian palabras enlaces entre conceptos relacionados con flechas y una disposición jerarquizada de los conceptos. Por esquemas conceptuales entendemos el resto de representaciones gráfico-semánticas que no cumplen las características anteriores, pudiendo ser diagramas de flujo, organigramas, esquemas, etc...

Además de la tipología, hemos establecido tres criterios de análisis:

- La localización de la representación en la lección, que se sintetizan en tres categorías: Inicial (I), cuando aparecen al comienzo de la lección; durante (D), cuando aparecen en el desarrollo de la lección; y final (F), si aparecen a modo de resumen al final de la lección.

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

- La función de la representación, en donde se establecieron cuatro categorías: Presentación del tema (PT), cuando se utiliza como guión del tema a tratar; Aclaración de texto (AT), cuando se utilizan para aclarar un texto dentro de un apartado o lección; Actividad (Ac), cuando son utilizadas como actividad a realizar por el alumno; y Resumen de lección (Rs), cuando se utilizan como resumen del tema tratado.
- La funcionalidad, es entendida como la demanda de la representación para el alumno. Incluimos tres categorías: Leer e interpretar (LI), cuando el alumno debe leer la representación para aclarar el texto, contestar preguntas o repasar la lección; Copiar y completar (CC), cuando se trata de una actividad a realizar por el alumno; y diseñar (D) cuando el alumno debe elaborar el mapa o esquema conceptual.

En cuanto a los libros de texto analizados, se han seleccionado siguiendo los siguientes criterios:

- Nivel educativo: Educación Primaria y Secundaria Obligatoria (ESO).
- Área de Conocimiento: En Primaria libros de Conocimiento del Medio y de Ciencias de la Naturaleza para la primera etapa de la ESO y de Física-Química y Biología-Geología para la segunda etapa.
- Fecha de publicación: Publicados en los dos últimos cursos, aunque también se han seleccionado algunos textos más antiguos.
- Difusión: Las editoriales seleccionadas han sido las de mayor difusión en los centros educativos de la ciudad de Melilla.

### b. Para la producción autónoma de mapas conceptuales en la etapa infantil

- **Nivel 3 años:**

Inicialmente se utilizaron mapas con palabras y dibujos realizados con la participación oral de los niños en asamblea y representados por la maestra en la pizarra o en carteles para dejarlos a modo de recordatorio, de forma que durante el primer curso los escolares se familiarizaron con las representaciones gráfico-semánticas.

- **Nivel 4 años:**

Se realizaron fichas de recortar y pegar, en la que se dibujaba la palabra generadora, por ejemplo, una espiga y se buscaban en catálogos y revistas dibujos que se pudieran asociar a la espiga, como por ejemplo, la harina y el pan. Se recortaban y se pegaban en la ficha, dibujando flechas entre la imagen generadora y las imágenes que se pegaban, pero no saliendo todas las flechas de la palabra generadora, sino estableciendo una secuencia lineal (espiga – harina – pan). En el 2º trimestre, se comenzó por una palabra generadora escrita en la pizarra igual que en 3 años. Una vez diseñado en la pizarra los escolares copiaban la representación (letras y dibujos). En el tercer trimestre se realizaron igual que en el trimestre anterior, pero en lugar de copiarlo de la pizarra se borraba y debían representarlo de memoria. Comienzan a diseñar autónomamente sus propias representaciones, a partir de una palabra, que se copiaba de la pizarra y se relacionaba con dibujos, aunque estaba permitido intentar escribir palabras junto al dibujo, y de hecho algunos escolares aventajados diseñaron sus primeros mapas sólo con palabras escritas.

- **Nivel 5 años:**

Seguían haciendo sus mapas autónomos relacionando la palabra generadora con otra pero ahora la maestra intervenía oralmente para hacer preguntas sobre lo que sabían e intentar ampliar los mapas apareciendo secuencias lineales como consecuencia de la intervención de la maestra. Progresivamente a lo largo del curso van estableciendo las secuencias lineales sin ayuda de la maestra. Al





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

comienzo del curso en las representaciones dominaban los dibujos frente a las palabras, pero en el tercer trimestre dominaban claramente las palabras, que ya no se acompañaban de dibujos en la mayoría de los casos.

Hasta este momento, no se habían dado normas formales sobre las representaciones. Se introduce entonces las consignas propias del mapa conceptual. Se sustituye la palabra generadora por la lista de conceptos. La lista se confeccionaba mediante un torbellino de ideas. Cuando se comprobó que eran capaces de realizar mapas a partir de una lista se introdujeron las palabras enlace, que hasta el momento eran expresadas oralmente a demandas de la maestra cuando les presentaban los mapas producidos individualmente.

### Resultados

#### a. Descripción de representaciones gráfico-semánticas en libros de texto de las etapas obligatorias (Primaria y Secundaria).

En las Tablas 1 y 2 se resumen la tipología de las representaciones encontradas en libros de texto analizados. Asimismo en las Tablas 3 y 4 se describen el resto de criterios analizados. Los símbolos utilizados en las Tablas aparecen descritos en el apartado anterior.

Tabla 1.- Representaciones encontradas en libros de texto de Primaria.

NIVEL	EDITORIAL (año de publicación)	REPRESENTACIONES (número)	MC	Esq
1º EP	Santillana (2001)	-	-	-
2º EP	Edebé (1996)	-	-	-
	Santillana (2002)	2	1	1
3º EP	Sm (1999)	18	15	3
	Santillana (2001)	2	-	2
	Anaya (2001)	20	18	2
4º EP	Santillana (2002)	8	-	8
	Anaya (2001)	17	15	2
5º EP	Santillana (2002)	31	7	24
	Anaya (2002)	18	16	2
	Anaya (1998)	9	-	9
6º EP	Santillana (2002)	16	4	12
	Anaya (2002)	15	15	-
	Sm (1999)	18	15	3
<b>TOTAL</b>		<b>174</b>	<b>106</b>	<b>68</b>

Tabla 2.- Representaciones encontradas en libros de texto de Secundaria

NIVEL	EDITORIAL (año de publicación)	REPRESENTACIONES (número)	MC	Esq
1º ESO	Santillana Grazaalema (2002)	26	14	12
	Santillana Nova 1999	23	14	9
	Anaya (2002)	19	11	8
2º ESO	Santillana Grazaalema (2003)	20	9	11
	Santillana Nova 1999	22	14	8
	Anaya (2003)	15	10	5
3º ESO	Santillana Grazaalema (B-G) (2002)	21	7	14
	Santillana Grazaalema (F-Q) (2002)	17	8	9
4º ESO	Santillana Grazaalema (B-G) (2003)	36	7	29
	Santillana Grazaalema (F-Q) (2003)	11	8	3
	Anaya (B-G) (1998)	17	-	17
	Sm (B-G) (1998)	31	14	17
<b>TOTAL</b>		<b>258</b>	<b>116</b>	<b>142</b>

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





**Tabla 3.- Localización, función y funcionalidad de las representaciones.**

<b>EDUCACIÓN PRIMARIA</b>					
Representaciones (nº)	MC (nº, %)	Esq (nº, %)	Localización (%)	Función (%)	Funcionalidad (%)
174	106 (61%)		95 % F 5% D	85% Rs-Ac 14% Rs 1% Ac	28% LI 72% CC
		68 (39%)	37% F 63% D	1% Rs-Ac 3% Rs 61% Ac 35% AT	40% LI 60% CC

**Tabla 4.- Localización, función y funcionalidad de las representaciones**

<b>EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA</b>					
Representaciones (nº)	MC (nº, %)	Esq (nº, %)	Localización (%)	Función (%)	Funcionalidad (%)
258	116 (45%)		100 % F	100% Rs-Ac	100% CC
		142 (55%)	8% F 92% D	13% Ac 87% AT	87% LI 13% CC

**b. Resultados obtenidos sobre producción de mapas conceptuales**

El análisis de los mapas producidos merece un trabajo más, por ello la descripción de las características de los mapas se ha desarrollado en otro trabajo, (Montes, Cabo y Enrique, en preparación). No obstante, ofrecemos algunos datos sobre los mapas producidos (Tabla 5) y algunos comentarios significativos.

**Tabla 5.- Mapas realizados durante los cursos 2001-2002 y 2002-2003**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

TEMA	Nº MAPAS (%)	EDAD (años)	FECHA DE REALIZACIÓN Mes-año (día)
Las flores	13 (54%)	4	Mayo 2002
El árbol	21 (87%)	4	Junio 2002
El borrego	23 (96%)	5	Febrero 2003
El cuerpo	14 (58%)	5	Febrero 2003
La ciudad	14 (58%)	5	Marzo 2003
El árbol	18 (75%)	5	Abril 2003
El mar	20 (83%)	5	Mayo 2003 (14)
Los animales	15 (62%)	5	Mayo 2003 (16)
El tiburón	12 (50%)	5	Junio 2003 (4)
La orca	14 (58%)	5	Junio 2003 (6)
Los carnívoros	15 (62%)	5	Junio 2003 (10)

Las variaciones de escolares que realizaron cada mapa se deben al elevado absentismo escolar de la etapa infantil. El número de mapas realizados responde por tanto al número de escolares que asistieron a clase ese día. Todos los escolares entregan sus mapas pero no todas las producciones pueden considerarse correctas. Desde el punto de vista de la utilización de la escritura para representar conceptos, se dieron cuatro casos (de un total de 24 escolares en el aula) en que no lo consiguieron, aunque se trataba de los cuatro casos que presentaban más retraso madurativo, presentando retrasos en el desarrollo de la lengua escrita en cualquier tipo de formato.

Inicialmente, no se daban instrucciones precisas sobre cómo diseñar los mapas, que se realizaban a partir de una palabra generadora. No obstante, cuando en el mes de mayo se les pidió que realizaran un mapa a partir de una lista de términos en el nivel de cinco años no tuvieron problemas en el diseño cuando el número de términos de la lista era inferior a diez. Igualmente se les pidió que incluyeran palabras enlace junto a las flechas que unían dos términos. Algunos escolares los incluían sistemáticamente, la mayoría incluía alguno pero nunca todos, aunque desde los primeros mapas se les preguntaba oralmente por el motivo para relacionar los términos y en todos los casos respondían correctamente, es decir, la relación no era arbitraria y podían justificarla oralmente. La actividad de producir mapas les resultaba atractiva a la mayoría, hasta el punto de observar que en el patio de recreo dos escolares se pusieron a jugar “a los mapas” escribiendo con un palo sobre la tierra. Por ello pensamos que los olvidos al poner las palabras enlace se debía a la falta de significatividad para el escolar, que por su carácter egocéntrico no valora la importancia de las palabras enlace que tienen sentido para la persona que lee el mapa, lo que implica ponerse en el lugar de los demás.

### Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos en los libros de texto ponen de manifiesto la utilización de mapas y esquemas conceptuales en la mayoría de los textos tanto en Primaria como en ESO salvo en el primer ciclo de Primaria. En el resto de los ciclos, las tres editoriales analizadas presentan diversas formas de mapas o esquemas con distinta localización en la unidad didáctica, función y funcionalidad. En los mapas conceptuales la tendencia mayoritaria es su localización al final del tema, mientras que los esquemas se usan mayoritariamente a lo largo del desarrollo del tema asociado en relación con algún concepto concreto. Los mapas se utilizan generalmente al final del tema como actividad de resumen mientras que los esquemas se utilizan tanto como actividad intermedia como aclaración del texto. Por último, mientras que los mapas se plantean como actividad de copiar y completar, los esquemas se utilizan en Primaria tanto para copiar y completar como para leer e interpretar, mientras que en ESO dominan los esquemas para leer e interpretar.

Llama la atención que no se incluyen actividades de diseño autónomo de mapas o esquemas, y que no se utilicen al inicio de la lección para explicitar las concepciones del alumnado sobre el tema, una de las aplicaciones didácticas que se han propuesto para los mapas conceptuales desde un enfoque constructivista. También nos ha llamado la atención que sólo en un libro de texto de ESO se incluye una actividad de explicación de lo que es un mapa conceptual y entrenamiento para su uso, por lo que los libros de texto utilizan como recurso educativo las

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

representaciones gráfico- semánticas pero no creen necesario establecer actividades de entrenamiento para su uso.

En las experiencias consultadas sobre producción autónoma de mapas conceptuales en infantil en España se realizaron adaptaciones para la edad de cinco años según las cuales se representaban los términos a relacionar con dibujos en lugar de con palabras mientras que en cuatro años los mapas eran confeccionados por la maestra y mostrados a la clase para su diálogo y discusión. En nuestro caso, los mapas producidos en cuatro años incluían numerosos dibujos junto a términos escritos en la mayoría de los casos, con algunos escolares aventajados que si escribieron sus mapas y un grupo de cuatro casos con menor rendimiento que en cuatro años no consiguieron realizar un mapa reconocible como tal. Sin embargo, salvo los cuatro casos citados, a lo largo del curso de cinco años el nivel de lectoescritura del grupo mejoró lo suficiente como para que pudieran escribir completamente sus mapas al final del segundo trimestre.

Con respecto al momento y la intención de los mapas, comprobamos que la mayor dificultad es la producción de mapas al inicio de la unidad didáctica, aunque se haya tenido una asamblea en la que se habló de un tópico y se buscaran relaciones con lo que los escolares sabían. En cambio, tras la realización de las actividades, los mapas fueron más variados y ricos, incluyendo más términos cuando se realizaban a partir de una palabra generadora. Es decir, los mapas representaban lo que los escolares sabían del tema después del desarrollo de las actividades.

La estructura básica de los mapas conceptuales son las proposiciones, que están formadas por dos términos relacionados por una palabra enlace que muy bien podía ser un verbo. Por ejemplo, “el león es un animal” es una frase sencilla que puede escribirse como tal frase o uniendo con una flecha los términos león y animal añadiendo junto a la flecha el verbo “es”. Mientras que la escritura de varias frases que forman un párrafo no es asequible para la mayoría de escolares de cinco años, sí les resultaba posible representar numerosas relaciones conjuntamente a través de los mapas.

En este sentido debemos recordar que la Reforma LOGSE estableció para la etapa infantil un marco muy flexible sobre la introducción de la lectoescritura, concretando solo el reconocimiento del nombre propio. Después de todo, Infantil es una etapa no obligatoria y por tanto, se debía dejar el comienzo de la lectoescritura para la etapa Primaria, aunque se hablara en algunos materiales educativos de pre-lectura o pre-escritura, lo que no tiene sentido desde un enfoque constructivista, que parte de la palabra como unidad de análisis mínima con sentido, frente a otros enfoques basados en el entrenamiento grafomotriz y en métodos silábicos. El marco legal de la etapa infantil ha cambiado como consecuencia de la LOCE. Si bien los fundamentos psico-pedagógicos de la etapa no se modifican, si lo harán los objetivos, los contenidos y los criterios de evaluación de la etapa, según el borrador de Real Decreto de enseñanzas comunes presentados para la etapa infantil presentados por el MECED a la opinión pública en marzo del 2003. En ellos se establecen como criterio de evaluación la lectura y escritura de frases sencillas en el nivel de cinco años. Por tanto, aunque en la actualidad nos podamos encontrar una variedad de planteamientos con respecto a cual es la edad ideal para comenzar a leer y escribir, el nuevo currículo oficial demanda que se realice en la etapa infantil. Por ello, la producción de mapas conceptuales en la etapa se hace posible desde el nuevo marco legal, que puede implicar cambios curriculares importantes en algunas aulas, aunque en muchas de ellas ya se perseguía el objetivo de escribir frases sencillas en el nivel de cinco años. Los escolares pueden producir sus mapas como una actividad de refuerzo después de haber realizado otras, observando que la riqueza de los mapas es proporcional a la significatividad de los aprendizajes realizados, pues tras actividades experienciales que implican contacto directo con el medio o al tratar temas del interés de los escolares, aunque no se puedan realizar actividades experienciales, los mapas eran en general de mayor calidad.

En definitiva, consideramos que el diseño y la lectura de representaciones gráfico semánticas en infantil debería ser un contenido relevante para la etapa no solo como recurso didáctico sino como un aprendizaje en si mismo, formando parte de una alfabetización gráfica. Ello se justifica por la presencia de las representaciones gráfico semánticas en los libros de texto de

## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Primaria y ESO, por el escaso énfasis realizado hasta ahora sobre su diseño e interpretación y por las dificultades del alumnado en las etapas superiores para diseñar o interpretar representaciones gráfico semánticas.

Además, hemos comprobado que integrando un enfoque constructivista de la lectoescritura en un modelo didáctico globalizado la mayor parte de los escolares de cinco años del aula en la que se realizó la experiencia, aprenden conjuntamente a representar proposiciones mediante frases sencillas y mediante representaciones gráfico-semánticas de forma significativa.

### Bibliografía

- Jiménez, J. de Dios y Perales, J. (2001): Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias* 19 (1) pp. 3-19
- Lemke, J.Y. (2001): Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos imágenes y acciones. En Benlloch, M. (comp.): *La educación en Ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona, Paidós. Pp. 159-185
- Mérida, R. (2000): *Investigando en Educación infantil: los mapas preconceptuales*. Córdoba, Servicio Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Mérida, R. (2002a): Ayudando a organizar el pensamiento infantil: los mapas preconceptuales. *Kikiriki. Cooperación Educativa*. Vol. 62/63 pp. 76-83.
- Mérida, R. (2002b): Una nueva manera de trabajar en Educación Infantil. *Cultura y Educación* 14 (1) pp. 99-123.
- Montes, C.; Cabo, J. y Enrique, C. (en preparación): Producción autónoma de mapas conceptuales en Educación Infantil
- Novak, J. (1998): *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Madrid, Alianza Editorial.
- Novak, J. y Gowin, D. (1988): *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca.
- Perales, J. y García, J. (2003): *La comprensión de las representaciones gráficas cartesianas referidas a la Química*. Memoria proyecto de tesis doctoral. Dpto Didáctica Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
- Perales, J. y Jiménez, J. de Dios (2002): Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias* 20 (3) pp. 369-386.



### PASEOS “CON-SENTIDOS”: UNA EXPERIENCIA INTERDISCIPLINAR DE INTERVENCIÓN ARTÍSTICO-ECOLÓGICA EN EL ENTORNO URBANO DESDE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Laura Barceló Fidalgo y Juan José García Arnao, C.E.S. “Don Bosco” (adscrito a la Universidad Complutense de Madrid).

### Resumen

La comunicación presenta una actividad de los alumnos de Educación Primaria del CES Don Bosco. Se trata de un trabajo cooperativo e interdisciplinar dentro de un proyecto del grupo Enter-Arte (Acción Educativa), titulado Paseos con-sentidos.

Desde la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica trabajamos el desarrollo de los paseos didácticos, con el objetivo de aprovechar los recursos que ofrece la ciudad para el aprendizaje de los niños, no solo desde el área de Conocimiento del Medio sino desde cualquier área, incluyendo las transversales.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

En este trabajo los alumnos han desarrollado distintos itinerarios en un parque próximo al centro educativo con distintas “excusas”: senda ecológica, paseo para esconderse, paseo por el otoño, etc. Todos en el mismo espacio y con distintos objetivos. Estos paseos se pueden llevar a cabo en la forma tradicional, por el propio parque o bien de forma virtual aprovechando las nuevas tecnologías. En esta segunda forma, el paseo se complementa con la contemplación de una escultura diseñada por los propios alumnos y colocada allí por medios telemáticos. De esta forma, los alumnos desarrollan un trabajo interdisciplinar desde las áreas de Ciencias de la Naturaleza y de Educación Plástica.

### 1. Introducción

La experiencia que presentamos se encuadró dentro de un proyecto global de experimentación llevada a cabo en diferentes ámbitos educativos, dentro del proyecto anual de investigación educativa que desarrolla el colectivo Enter-Arte.<sup>22</sup>

En nuestro caso concreto, los participantes fueron alumnos de segundo curso de Magisterio de la especialidad de Educación Primaria del CES “Don Bosco” que, desde las asignaturas de Conocimiento del Medio Natural II y Educación Artística y su Didáctica, llevaron a cabo diferentes acciones pedagógicas en el entorno urbano inmediato de nuestro centro de estudios.

Básicamente la propuesta era la siguiente:

- Llevar a cabo un recorrido por un parque anejo al centro de estudios, distribuidos en tres grupos, y con el objetivo de diseñar diferentes “sendas ecológicas” que se centraran en diferentes aspectos de una misma realidad. Se diseñaron, por tanto, tres alternativas diferenciadas: *un paseo para esconderse, un paseo para el otoño y un paseo para tropezar.*
- En cada uno de ellos había que buscar elementos significativos y diferenciadores. Por ejemplo, respectivamente, *unos arbustos, un árbol de hoja caduca y obstáculos propios de un sendero en un parque.* Se fotografiaron y se realizaron unas fichas que, en el caso de los elementos de orden natural, se correspondían con sus características biológicas.
- Simultáneamente, se elaboraron unas actividades que permitieran la futura realización del paseo ecológico con un grupo de alumnos de un curso de Educación Primaria. Las actividades contaban con sus correspondientes objetivos, contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, y con los criterios de evaluación correspondientes.
- Los trabajos, realizados por los alumnos en formato digital e impresos, serían evaluados desde el área de Ciencias.
- Así mismo, los alumnos debían reflexionar sobre los espacios de ocio localizados en el parque y sobre el sentido estético de sus elementos: columpios, zonas de arena, bancos...diseñando una propuesta escultórica que sustituyera el material existente por otro más creativo y, a la vez, más funcional.
- Después del diseño, se elaboraron las propuestas escultóricas con materiales de desecho (cajas de cartón), se fotografiaron y se insertaron digitalmente sobre fotografías del entorno. A su vez, se entregó una memoria teórica que justificaba esta intervención.
- Los trabajos se evaluaron desde el Área Artística.
- Una vez concluidas estas primeras fases del trabajo, los profesores desarrollaron un entorno informático que, a manera de página web, permitiera la navegación considerando todos estos aspectos. La página, interactiva y que detallamos a continuación, pasó a formar parte de una exposición itinerante del colectivo Enter-



<sup>22</sup> El colectivo Enter-Arte está compuesto por maestros de las etapas Infantil, Primaria, Secundaria y Universidad.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



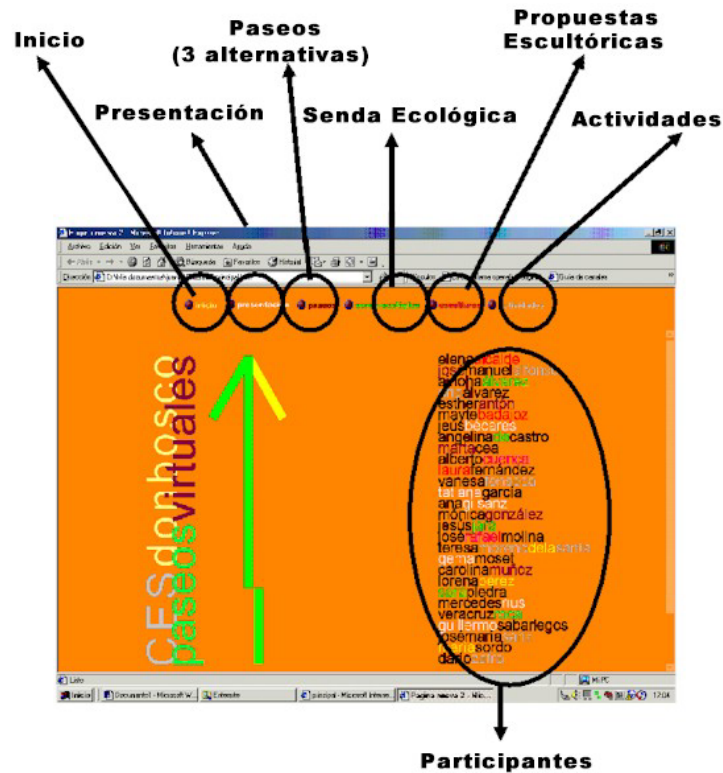


## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

Arte que, durante los meses de Julio, Septiembre y Octubre, recorrió distintos centros culturales de la Comunidad de Madrid (Ciudad Escolar, Centro Cultural Puerta de Toledo y Centro Cultural Paco Rabal)

### 2. Estructura del Trabajo

La página de inicio muestra los diferentes autores del trabajo (lateral derecho) y la barra de navegación que da paso a los diferentes enlaces.



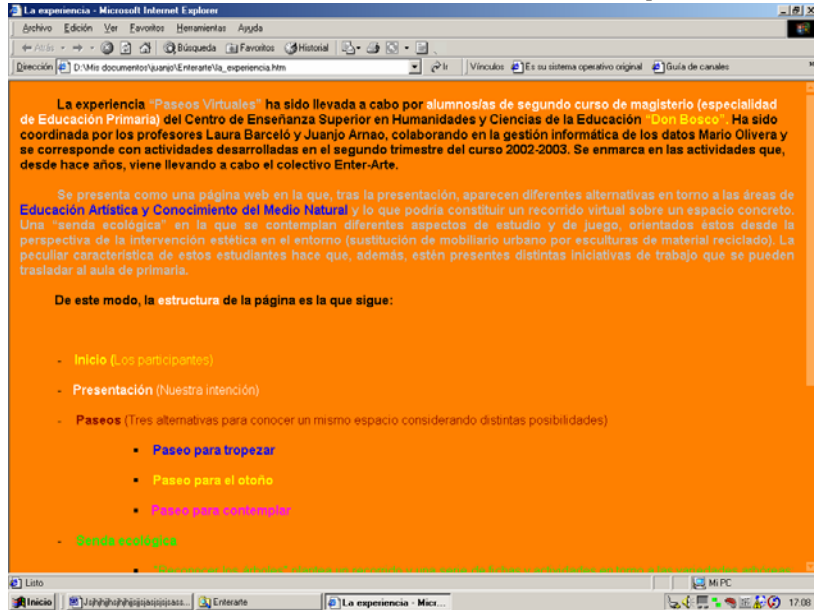
Desde está página accedemos a cualquiera de ellas. Nosotros avanzaremos de izquierda a derecha comenzando, puesto que estamos en el inicio, por la **presentación**. En ella figuran:

- Breve descripción de la actividad
- Estructura de la página
- Navegación

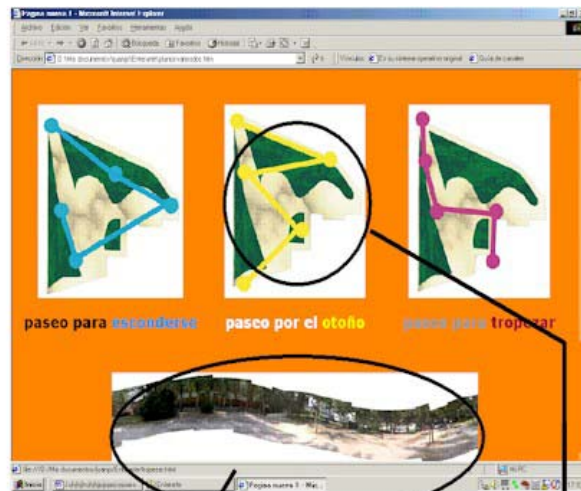




## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



La siguiente página, en el orden que muestra la barra de navegación, muestra las tres alternativas de recorrido (“paseos”). Desde ella podemos acceder a cada uno de esos paseos y llevar a cabo diferentes actividades.



**Vista panorámica al parque donde se desarrolla la intervención (con efecto Quick-time generamos una visión tridimensional)**

**Acceso al “Paseo por el otoño”**

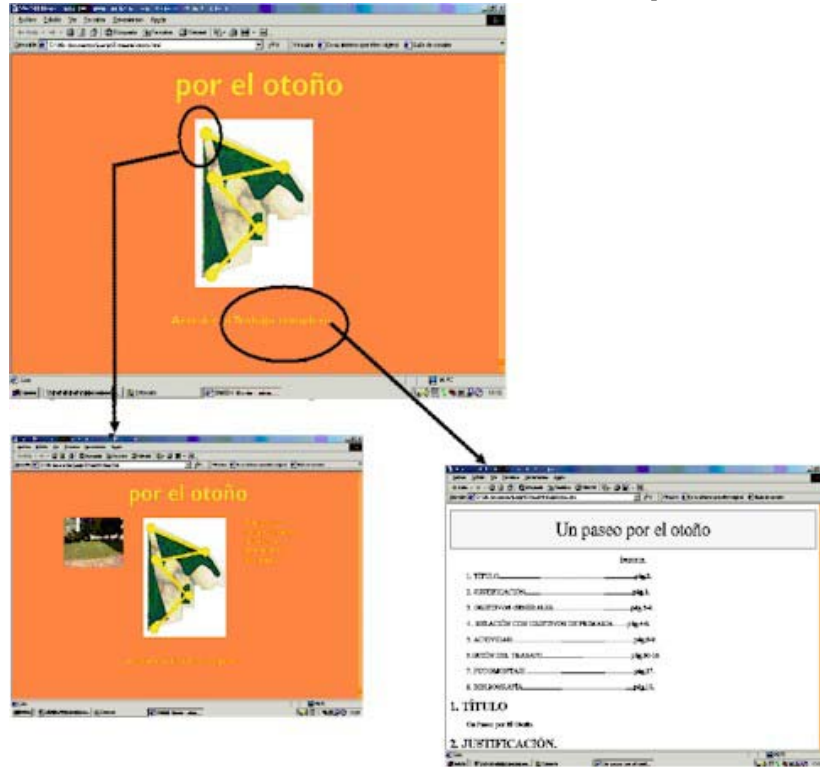
Seleccionando con el puntero del ratón en los distintos círculos (“paradas” en el paseo), accedemos a las imágenes y a sus actividades correspondientes y, en la parte inferior, al trabajo completo.

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

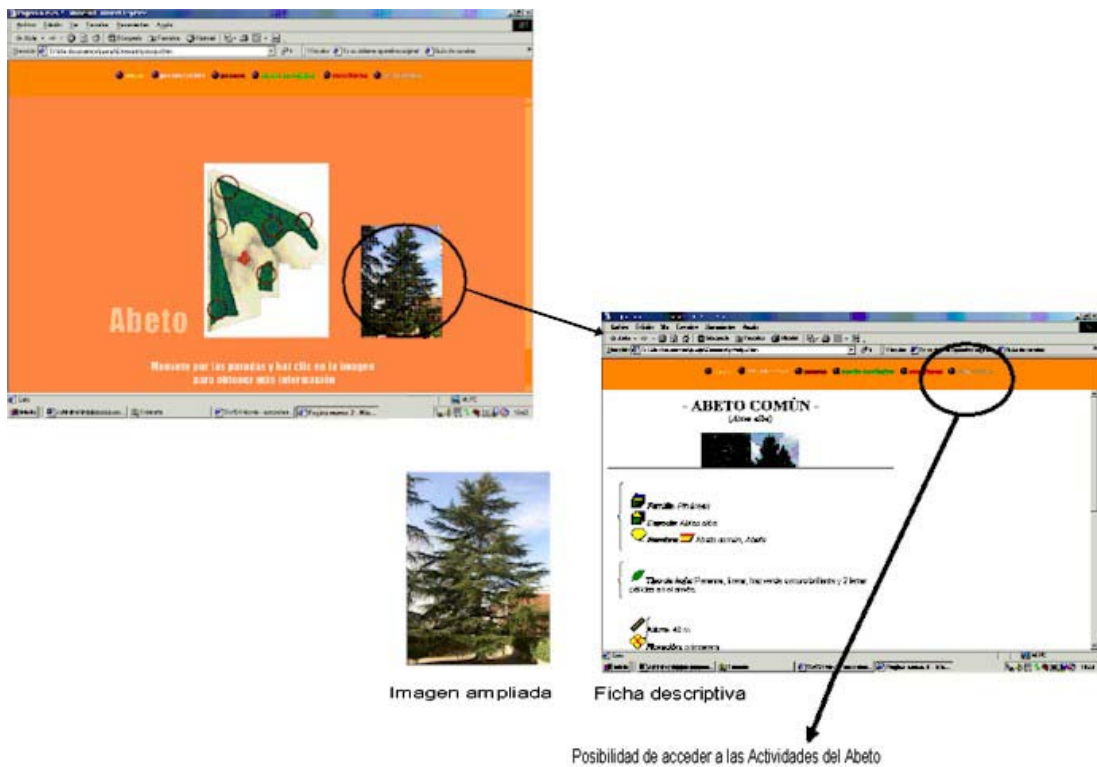




**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**



El siguiente apartado se corresponde con la **senda ecológica**. En ella observaremos diferentes fichas didácticas sobre especies arbóreas



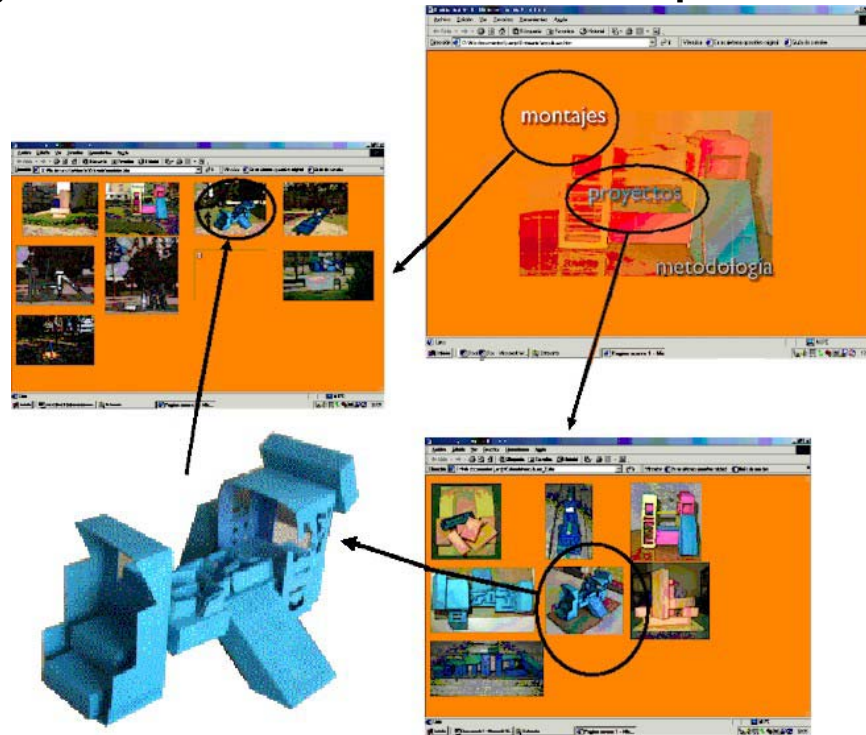
Nuestro recorrido continúa por las **propuestas escultóricas**: en ellas encontraremos las fotos de las esculturas, los fotomontajes y una presentación en Power-Point que explica el proceso de realización.

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



Por último, accedemos al enlace de las **Actividades** que, a manera de Test interactivos, evalúa los conocimientos adquiridos acerca de las especies observadas en los paseos y la senda ecológica:



Questionario interactivo de carácter autoevaluatorio que proporciona respuestas y puntuación.

### 3. Conclusión

De todo lo anteriormente expuesto se derivan numerosas ventajas entre las cuales destacamos:

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”



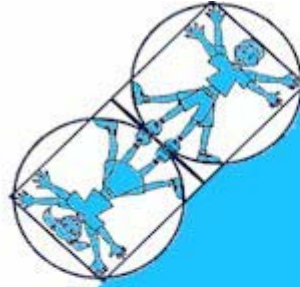


## **2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

- Que los maestros desarrollen sus propias actividades organizados de forma cooperativa.
- Que vean en las Tecnologías de la Información herramientas útiles en su tarea cotidiana en el aula.
- Que diseñen actividades que tengan una proyección sencilla para su futura labor como docentes.
- Que entiendan que el desarrollo de proyectos desde un enfoque interdisciplinar facilita la adquisición de conocimientos, proporciona estímulos en los alumnos y les hace adoptar decisiones desde unas perspectivas más creativas.
- Que consideren igualmente adecuado el uso de otros entornos, diferentes al aula, para el desarrollo del aprendizaje de sus alumnos.
- Que los trabajos en los que participan distintas Áreas Departamentales facilitan una visión menos compartimentada de la Ciencia.







## ÍNDICES

General

Conferencias

Comunicaciones

Inscritos por Instituciones







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

### I. ÍNDICE GENERAL

	<b>PÁGINA</b>
• Sumario.....	5
• Motivación.....	7
• Conferencias.....	9
• Comunicaciones.....	25

### II. ÍNDICE ALFABÉTICO DE CONFERENCIAS

<b>CONFERENCIAS</b>	<b>AUTORES</b>	<b>PÁGINA</b>
• Constitución de la Mesa del Congreso.....	Alfredo Tiemblo Ramos.....	11
• Astrobiología: La Búsqueda de Vida en el Universo.....	Juan Pérez-Mercader.....	12
• “Educación y Conocimiento”.....	Sergio Rábade Romeo.....	12
• “Saber, sentir y querer, la matemática: ¿Enseñar a pensar o permitir que se piense?”.....	José Antonio Fernández Bravo.....	17





TEMÁTICA	COMUNICACIONES	AUTORES	PÁGINA
SISTEMA EDUCATIVO	• "Los cuatro principios del razonamiento científico".....	JL Hernández Pacheco. ....	27
	• El desarrollo curricular de las Matemáticas elementales en el marco de las reformas educativas de España (cuatro últimas décadas).....	JC Sánchez Huete y H Gadea Cedenilla.....	36
	• "Diseño de secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. Temas y organizaciones grupales de maestros y maestras en formación".....	JM Etxabe Urbieto.....	45
	• “La escasa ciencia en algunos textos de Educación Infantil y Primaria.”.....	A Vega Navarro. ....	52
	• “Estrategias Metodológicas utilizadas por alumnos y alumnas de la Titulación de Maestro de Educación Especial al diseñar actividades de Ciencias de la Naturaleza”.....	JM Etxabe Urbieto.....	59

TEMÁTICA	COMUNICACIONES	AUTORES	PÁGINA
SISTEMA EDUCATIVO	• "Hacia una enseñanza de las ciencias contextualizada desde las primeras etapas de la educación. Un modelo de iniciación metodológica".....	F García Pastor y A Forteza Pujol.....	67
	• “El <taller de ciencias> como elemento motivador en la formación de Maestros de Educación Infantil”.....	J Parras Armenteros.....	76
	• “La jornada escolar como promotora de la salud cardiovascular” (Modelo de seguimiento de la actividad física)	L Moral Moreno.....	76
	• "Planteamiento de una línea de investigación en la educación científica: desarrollo del significado “el contexto de aprendizaje de las ciencias”. Un modelo de sistematización de determinantes para su clarificación y deseable evaluación".....	A Forteza Pujol y F García Pastor.....	95
	LOS MAESTROS	• "Cultura científica en la sociedad actual"	G García Gómez-Tejedor.....
• “Curso de experto en didáctica de las ciencias: educación infantil y educación primaria” (experiencia).....		N Pérez Lobo y H Gadea Cedenilla.....	108
• “Enseñar a enseñar contenidos de ciencias en Primaria: un problema formativo de integración de conocimientos”.....		R Martín del Pozo.....	112





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

• “La formación científica de los maestros de Infantil y Primaria: la Didáctica de las Ciencias en la Universidad de Extremadura”.....	JS Sánchez Cepeda y MC Conde Núñez.....	121
• “El lenguaje de la matemática en la escuela”.....	J Quintanal Díaz.....	128
• “Los paisajes culturales como recurso didáctico”.....	E Menéndez Muñoz y M Ruiz del Árbol Moro..	133
• “Sitio Web para la formación científica del profesorado, alojado en el <Museo Virtual del CSIC>”	S Atrio Cerezo, F Bandera de la Riva, MJ Gómez Díaz, JM López Álvarez, JM López Sancho y E Moreno Gómez.....	139
• “Propuesta de un programa de Física y Química dentro de los planes de estudio de la Diplomatura de Maestro Especialista en Educación Primaria de la UCLM, que cubra las necesidades de los futuros maestros, teniendo en cuenta el Currículo de Educación Primaria”	AM Vázquez Moliní, E López y C Aguirre.....	148

TEMÁTICA	COMUNICACIONES	AUTORES	PÁGINA
LOS ALUMNOS	• “À descoberta do Meio brincando aos cientistas (Proyecto promotor de competências em Ciência).....	J Pereira Costa, A Paredes, A Leal y M Ferreira, C Alves	161
	• “Ambientalizar los centros educativos desde el área de Didáctica de las Ciencias: La experiencia del Proyecto Ecocentros”.....	MC Conde Núñez y JS Sánchez Cepeda.....	162
	• “Escuela de Verano en el Museo de la Ciencia”.....	J Hidalgo.....	167
	• “Experiencias de aula-laboratorio en el currículo de Primaria: El agua”.....	M Pérez Ferra, R Quijano López y L C Vida Sagrista.....	170
	• “El taller del medio físico y natural en Educación Infantil: una experiencia globalizada”.....	M M García-Castejón Rodríguez.....	175
	• “El taller de minerales: Una experiencia didáctica en el aula”.....	J Parras, R García, P Pérez y N Barragán.....	175
	• “Los lenguajes de la ciencia. Las representaciones gráfico- semánticas en educación infantil”.....	J M Cabo Hernández, C Montes Núñez y C Enrique Mirón.....	176
	• "Paseos Con-Sentidos"	L Barceló Fidalgo y J J García Arnao.....	184

**IV. INDICE ALFABÉTICO DE INSCRITOS POR INSTITUCIONES**

**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”  
ORGANISMOS OFICIALES**

INSTITUCIÓN	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	
Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid	Hernández Montero, H		Colaboración
	Ramón Bas, JM de		Colaboración
	Taberna Villarrubia, F	<a href="mailto:fernandotaberna@hotmail.com">fernandotaberna@hotmail.com</a>	Asistencia
Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Juárez Iglesias, M		Colaboración
	Lora Tamayo, E		Mesa del C.
	Martínez Ripoll, M	<a href="mailto:xmartin@iqfr.csic.es">xmartin@iqfr.csic.es</a>	Colaboración
Instituto Superior de Formación (MECD)	Díaz Sanromá, J	<a href="mailto:josefina.diaz@educ.mec.es">josefina.diaz@educ.mec.es</a>	Colaboración
	González Gallego, I		Colaboración

**ENTIDADES PRIVADAS**

INSTITUCIÓN	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	
Edebé Digital	Cara Ribas, A	<a href="mailto:acara@edebe.net">acara@edebe.net</a>	Asistencia
FERE	Baños González, JL	<a href="mailto:jlbanos@planalfa.es">jlbanos@planalfa.es</a>	Asistencia
	Tébar Belmonte, L	<a href="mailto:ferepedagogico@planalfa.es">ferepedagogico@planalfa.es</a>	Mesa Redonda
Fundación BBVA	Pardo Avellaneda, R	<a href="mailto:Rpardo@ieg.csic.es">Rpardo@ieg.csic.es</a>	Colaboración
	Yagüe López, M		Colaboración
Ilustrador	Landi, L	<a href="mailto:lucland@wanadoo.es">lucland@wanadoo.es</a>	Carteles
		<a href="mailto:luclan@ctv.es">luclan@ctv.es</a>	
Redes: Prog. de divulg. científica de TVE	Punset i Casals, E	<a href="mailto:redes.b.tve@rtve.es">redes.b.tve@rtve.es</a>	Mesa del C.
		<a href="mailto:eduard@agenciaplanetaria.com">eduard@agenciaplanetaria.com</a>	

**CENTROS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**





**2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”**

INSTITUCIÓN	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	
<b>Centro de Astrobiología CSIC/INTA</b>	Pérez-Mercader, J	<a href="mailto:mercader@laeff.esa.es">mercader@laeff.esa.es</a>	Conferencia
<b>Centro de Información y Documentación Científica del CSIC</b>	Gómez Caridad, I	<a href="mailto:igomez@cindoc.csic.es">igomez@cindoc.csic.es</a>	Asistencia
	Vidal Perucho, C	<a href="mailto:cvidal@cindoc.csic.es">cvidal@cindoc.csic.es</a>	Asistencia
<b>Instituto de Historia del CSIC</b>	Fdez-Posse y de Arnáiz, MD	<a href="mailto:ceham1m@fresno.csic.es">ceham1m@fresno.csic.es</a> <a href="mailto:jspalencia@ih.csic.es">jspalencia@ih.csic.es</a>	Colaboración
	Menéndez Muñoz, E	<a href="mailto:mmendez@ih.csic.es">mmendez@ih.csic.es</a>	Colaboración
	Olmos Romera, R	<a href="mailto:ceho134@ih.csic.es">ceho134@ih.csic.es</a>	Colaboración
	Orejas Saco del Valle, A	<a href="mailto:aorejas@ih.csic.es">aorejas@ih.csic.es</a>	Comunicación
	Perea Caveda, A	<a href="mailto:perea@ih.csic.es">perea@ih.csic.es</a>	Colaboración
	Sánchez Palencia, FJ	<a href="mailto:jspalencia@ih.csic.es">jspalencia@ih.csic.es</a>	Colaboración
	Sastre Prats, In Ruiz del Árbol Moro, M	<a href="mailto:isastre@ih.csic.es">isastre@ih.csic.es</a> <a href="mailto:mrarbol@ih.csic.es">mrarbol@ih.csic.es</a>	Colaboración Comunicación
<b>Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del CSIC</b>	García Gómez-Tejedor, G	<a href="mailto:g.garcia@imaff.cfmac.csic.es">g.garcia@imaff.cfmac.csic.es</a>	Comunicación
	Gómez Díaz, MJ	<a href="mailto:mjgomez@imaff.cfmac.csic.es">mjgomez@imaff.cfmac.csic.es</a>	Organización
	Julve Pérez, J	<a href="mailto:julve@imaff.cfmac.csic.es">julve@imaff.cfmac.csic.es</a>	Mesa Redonda
	López Álvarez, JM	<a href="mailto:jmlopez@imaff.cfmac.csic.es">jmlopez@imaff.cfmac.csic.es</a>	Organización
	López Sancho, JM	<a href="mailto:lopezsancho@imaff.cfmac.csic.es">lopezsancho@imaff.cfmac.csic.es</a>	Conferencia
	Moreno Gómez, E	<a href="mailto:ceed329@imaff.cfmac.csic.es">ceed329@imaff.cfmac.csic.es</a>	Organización
	Refolio Refolio, MC	<a href="mailto:refolio@imaff.cfmac.csic.es">refolio@imaff.cfmac.csic.es</a>	Colaboración
Rubio Bernal, J	<a href="mailto:rubiobernal@imaff.cfmac.csic.es">rubiobernal@imaff.cfmac.csic.es</a>	Mesa Redonda	
Tiemblo Ramos, A	<a href="mailto:tiemblo@imaff.cfmac.csic.es">tiemblo@imaff.cfmac.csic.es</a>	Mesa del C.	
<b>Real Sociedad Española de Física</b>	Delgado Barrio, G	<a href="mailto:gerardo@fam77.imaff.csic.es">gerardo@fam77.imaff.csic.es</a>	Mesa del C.

**CENTROS UNIVERSITARIOS**





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

INSTITUCIÓN	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	
Universidad de Alcalá de Henares	Molina Navas, MD	<a href="mailto:m.molina@uah.es">m.molina@uah.es</a>	Asistencia
	Zugasti Arbizu, MP	<a href="mailto:mpuy.zugasti@uah.es">mpuy.zugasti@uah.es</a>	Asistencia
Universidad de Castilla La Mancha	Aguirre Pérez, C	<a href="mailto:constancio.aguirre@uclm.es">constancio.aguirre@uclm.es</a>	Comunicación
	Parras Armenteros, J Vázquez Molini, AM	<a href="mailto:Juliana.Parras@uclm.es">Juliana.Parras@uclm.es</a> <a href="mailto:avazquez@maq-ab.uclm.es">avazquez@maq-ab.uclm.es</a>	Comunicación Comunicación
Universidad de Chapingo, Méjico	Monroy, JG	<a href="mailto:joseqmonroy@yahoo.com.mx">joseqmonroy@yahoo.com.mx</a>	Asistencia
Universidad Complutense de Madrid	Forteza Pujol, A		Comunicación
	Martín del Pozo, MR	<a href="mailto:rmartin@edu.ucm.es">rmartin@edu.ucm.es</a>	Comunicación
Universidad de Córdoba	García-Castejón Rgez, MM	<a href="mailto:de1garom@uco.es">de1garom@uco.es</a>	Comunicación
Universidad de Extremadura	Conde Núñez, MC	<a href="mailto:cconde@unex.es">cconde@unex.es</a>	Comunicación
	Sánchez Cepeda, JS	<a href="mailto:samuel@unex.es">samuel@unex.es</a>	Comunicación
Universidad de Granada	Cabo Hernández, JM	<a href="mailto:jcabo@inicia.es">jcabo@inicia.es</a>	Comunicación
	Enrique Mirón, C	<a href="mailto:cenrique@ugr.es">cenrique@ugr.es</a>	Comunicación
Universidad de Jaén	Pérez Ferra, M	<a href="mailto:mperez@ujaen.es">mperez@ujaen.es</a>	Comunicación
	Quijano López, R Vida Sagrista, LC	<a href="mailto:rquijano@ujaen.es">rquijano@ujaen.es</a> <a href="mailto:lcvisa@yahoo.es">lcvisa@yahoo.es</a>	Comunicación Comunicación
Universidad de La Laguna, Tenerife	Vega Navarro, AMP	<a href="mailto:amvega@ull.es">amvega@ull.es</a>	Comunicación
Universidad Nacional de Educación a Distancia	Yuste Llandres, M	<a href="mailto:manolo.yuste@uned.es">manolo.yuste@uned.es</a>	Asistencia
Universidad del País Vasco / EHU	Etxabe Urbieto, JM	<a href="mailto:tepeturj@sc.ehu.es">tepeturj@sc.ehu.es</a>	Comunicación
Universidad de Zaragoza	Puey Bernués, ML	<a href="mailto:mlpuey@posta.unizar.es">mlpuey@posta.unizar.es</a>	Comunicación
Centro de Estudios Superiores Don Bosco (Adscrito a la UCM)	Andrés Vela, P	<a href="mailto:mpandres@cesdonbosco.com">mpandres@cesdonbosco.com</a>	Asistencia
	Atrio Cerezo, S	<a href="mailto:satrio@cesdonbosco.com">satrio@cesdonbosco.com</a>	Comunicación
	Bandera de la Riva, F	<a href="mailto:fbandera@cesdonbosco.com">fbandera@cesdonbosco.com</a>	Comunicación
	Fernández Bravo, JA	<a href="mailto:fbravo@cesdonbosco.com">fbravo@cesdonbosco.com</a>	Conferencia
	Fdez. de Caleyá Dalmáu, M	<a href="mailto:mfcaleyá@cesdonbosco.com">mfcaleyá@cesdonbosco.com</a>	Mesa Redonda
	Frutos Martín, JA	<a href="mailto:rcontr2@chopo.pntic.mec.es">rcontr2@chopo.pntic.mec.es</a> <a href="mailto:jafrutos@cesdonbosco.com">jafrutos@cesdonbosco.com</a>	Asistencia
	García Arnao, JJ	<a href="mailto:arnao@cesdonbosco.com">arnao@cesdonbosco.com</a>	Comunicación
	Gallego Gago, M	<a href="mailto:mgallego@cesdonbosco.com">mgallego@cesdonbosco.com</a>	Asistencia
	Hernández Pacheco, JL	<a href="mailto:jlpacheco@terra.es">jlpacheco@terra.es</a>	Comunicación
	Izcúe Ancin, M	<a href="mailto:mia@cesdonbosco.com">mia@cesdonbosco.com</a>	Mesa Redonda
	Maíllo Sánchez, JM		Asistencia
	Moral Moreno, L	<a href="mailto:lumomo@cesdonbosco.com">lumomo@cesdonbosco.com</a>	Comunicación
	Quintanal Díaz, J	<a href="mailto:quintanal@cesdonbosco.com">quintanal@cesdonbosco.com</a>	Comunicación
	Rábade Romeo, S	<a href="mailto:srabade@cesdonbosco.com">srabade@cesdonbosco.com</a>	Conferencia
Riesco González, M	<a href="mailto:riesco@cesdonbosco.com">riesco@cesdonbosco.com</a>	Asistencia	
Sánchez Huete, JC	<a href="mailto:jcshuete@cesdonbosco.com">jcshuete@cesdonbosco.com</a> <a href="mailto:letorres@inicia.es">letorres@inicia.es</a>	Comunicación	
Torres Barberis, LE	<a href="mailto:ltorres@cesdonbosco.com">ltorres@cesdonbosco.com</a>	Asistencia	
Escuela de Magisterio SAFA, Úbeda	Molina Jaén, MD	<a href="mailto:lomolin@hotmail.com">lomolin@hotmail.com</a>	Asistencia

### CENTROS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

INSTITUCIÓN	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	
Centro de Apoyo al Profesorado de Leganés	Alonso Ruíz, C Figueira Neira, M Uría Fernández, M	<a href="mailto:calon@eresmas.com">calon@eresmas.com</a> <a href="mailto:margarita.figueiras@educ.mec.es">margarita.figueiras@educ.mec.es</a> <a href="mailto:manuria@wanadoo.es">manuria@wanadoo.es</a>	Asistencia Asistencia Asistencia
Centro de Apoyo al Profesorado de Ciudad Lineal, Madrid	Lorenzo Vicente, M Camino Montalvo, MS	<a href="mailto:mloren4@alerce.pntic.mec.es">mloren4@alerce.pntic.mec.es</a> <a href="mailto:ciudadli@centros5.pntic.mec.es">ciudadli@centros5.pntic.mec.es</a>	Asistencia Asistencia
Centro de Apoyo al Profesorado de Vallecas, Madrid	Casatejada Gutiérrez, MR Ferrero de Pablo, L Martínez Sanz, A Martínez Hernández, L Villalba Indurria, ML	<a href="mailto:charocasatejada@hotmail.es">charocasatejada@hotmail.es</a> <a href="mailto:cap0003@telefonica.net">cap0003@telefonica.net</a> <a href="mailto:cap0003@telefonica.net">cap0003@telefonica.net</a> <a href="mailto:polin101@hotmail.com">polin101@hotmail.com</a> <a href="mailto:mariavillalba4@hotmail.com">mariavillalba4@hotmail.com</a>	Asistencia Colaboración Mesa Redonda Asistencia Asistencia
Centro de Apoyo al Profesorado de Villaverde, Madrid	Cortinas Gallego, AI	<a href="mailto:acog0000@almez.pntic.mec.es">acog0000@almez.pntic.mec.es</a>	Asistencia
Centro de Apoyo al Profesorado de Móstoles	Alonso Sancho, JA	<a href="mailto:jaas103@hotmail.com">jaas103@hotmail.com</a>	Asistencia
Centro de Apoyo al Profesorado de San Lorenzo de El Escorial	Pérez del Palacio, M López Villalba; MR	<a href="mailto:mperez27@acacia.cnice.mecd.es">mperez27@acacia.cnice.mecd.es</a> <a href="mailto:lotolv@hotmail.com">lotolv@hotmail.com</a>	Asistencia Asistencia
Centro de Apoyo al Profesorado de San Lorenzo de El Escorial	Pérez del Palacio, M López Villalba; MR	<a href="mailto:mperez27@acacia.cnice.mecd.es">mperez27@acacia.cnice.mecd.es</a> <a href="mailto:lotolv@hotmail.com">lotolv@hotmail.com</a>	Asistencia Asistencia
Centro de Apoyo al Profesorado de San Martín de Valdeiglesias	Heredia Heredia, V	<a href="mailto:valenheredia@terra.es">valenheredia@terra.es</a>	Asistencia
Centro de Formação de Professores de Almada Occ./ PROFORMAR, Portugal	Costa Pereira, JA	<a href="mailto:rdd59763@mail.telepac.pt">rdd59763@mail.telepac.pt</a>	Comunicación
Centro de Profesores de Almería	Muñoz Martínez, FJ	<a href="mailto:admj@cajamar.es">admj@cajamar.es</a> <a href="mailto:cepal1.experimentales.averroes@juntadeandalucia.es">cepal1.experimentales.averroes@juntadeandalucia.es</a>	Asistencia
Centro de Profesores de Palma de Mallorca	Sempere Campello, MA	<a href="mailto:masempere@dginnova.caib.es">masempere@dginnova.caib.es</a>	Asistencia
Centro de Profesores y Recursos de Lorca	Caballero Hernández, L	<a href="mailto:caballero@cprlorca.com">caballero@cprlorca.com</a>	Asistencia
Centro de Profesores y Recursos de Valdepeñas	García-Valenciano Ortega, JJ Jaramillo Santos, PJ Schez-Herrera Martín, J	<a href="mailto:jjgarcia@jccm.es">jjgarcia@jccm.es</a> <a href="mailto:pejotajaramillo@hotmail.com">pejotajaramillo@hotmail.com</a> <a href="mailto:jsam0003@almez.pntic.mec.es">jsam0003@almez.pntic.mec.es</a>	Asistencia Asistencia Asistencia

### COLEGIOS Y ESCUELAS INFANTILES

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”





## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

INSTITUCIÓN	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	
Casas de Niños de la Comunidad de Madrid	Pérez Enciso, T	<a href="mailto:therese33@tiscali.es">therese33@tiscali.es</a>	Mesa Redonda
Colegio Público Vicente Alexandre, Ávila	Remacha Elvira, MM	<a href="mailto:estop-remacha@delfin.retecal.es">estop-remacha@delfin.retecal.es</a>	Asistencia
Colegio Público Fernando el Católico, Madrid	Vara Zanca, C		Asistencia
Colegio Público “Fontarrón” de Madrid	Cortada Cortés, M	<a href="mailto:fontarro@CentrosI.cnice.mecd.es">fontarro@CentrosI.cnice.mecd.es</a>	Taller
	Martínez González, R	<a href="mailto:j.manzanares@eresmas.net">j.manzanares@eresmas.net</a>	Taller
	Martínez Hernando, MT	<a href="mailto:fontarro@CentrosI.cnice.mecd.es">fontarro@CentrosI.cnice.mecd.es</a>	Asistencia
	Miñano Hernández, MR	<a href="mailto:fontarro@CentrosI.cnice.mecd.es">fontarro@CentrosI.cnice.mecd.es</a>	Asistencia
Colegio Público “Anselmo Pardo”, Melilla	Montes Núñez, C	<a href="mailto:jcabo@inicia.es">jcabo@inicia.es</a>	Comunicación
Centro Cultural Elfo, Madrid	Cerezo Urrea, AM	<a href="mailto:secretaria@elfo.e.telefonica.net">secretaria@elfo.e.telefonica.net</a>	Asistencia
	Cornejo Valle, C	<a href="mailto:cornejovalle2@yahoo.es">cornejovalle2@yahoo.es</a>	Asistencia
	García García, MD	<a href="mailto:secretaria@elfo.e.telefonica.net">secretaria@elfo.e.telefonica.net</a>	Asistencia
	Gil Martín, MC	<a href="mailto:secretaria@elfo.e.telefonica.net">secretaria@elfo.e.telefonica.net</a>	Asistencia
	Lobato Acedo, C	<a href="mailto:secretaria@elfo.e.telefonica.net">secretaria@elfo.e.telefonica.net</a>	Asistencia
Colegio Aurelio Gómez Escolar, Burgos	Pablo López-Brea, A de		Asistencia
Colegio María Auxiliadora, Madrid	Jurado Jurado, M		Asistencia
Colegio Ntra. Sra. de los Dolores, Valdepeñas	Rodríguez Rodero, MI		Asistencia
Colegio San José, Madrid	Íscar Sancho, N		Asistencia
	Pérez Cerrada, MG		Asistencia
Colegio San Juan Bautista (Salesianos de Estrecho), Madrid	García Pastor, F	<a href="mailto:fernandogp@vodafone.es">fernandogp@vodafone.es</a> <a href="mailto:fgpastor@inf.uc3m.es">fgpastor@inf.uc3m.es</a>	Comunicación
Colegio Santísimo Sacramento Madrid	Almodóvar Martín, P		Asistencia
Colegio Virgen de la Rosa, Burgos	Gómez Calleja, M		Asistencia
Fundación Carmen Pardo-Valcarce	Gadea Cedenilla, H	<a href="mailto:jcshuete@cesdonbosco.com">jcshuete@cesdonbosco.com</a>	Comunicación

### MUSEOS

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”







## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

INSTITUCIÓN	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	
CosmoCaixa, Museo de la Ciencia, Alcobendas	Hidalgo Gil, J	<a href="mailto:jhidalgo.fundacio@lacaixa.es">jhidalgo.fundacio@lacaixa.es</a>	Comunicación
Museo Arqueológico de Madrid	Izquierdo Peraile, I	<a href="mailto:isabel.izquierdo@uv.es">isabel.izquierdo@uv.es</a>	Colaboración
Museo Nacional de Ciencias Naturales del CSIC	Navas Sánchez, AG	<a href="mailto:alfonsons@mncn.csic.es">alfonsons@mncn.csic.es</a>	Mesa Congreso
	Peña Camus, S	<a href="mailto:mcp165@mncn.csic.es">mcp165@mncn.csic.es</a>	Colaboración

### MAESTROS EN FORMACIÓN

NOMBRE	INSCRITOS		PARTICIPACIÓN
	CORREO ELECTRÓNICO		
Alcalde García, E			Asistencia
Alonso del Pozo, Á			Asistencia
Amieva Ibáñez, EM			Asistencia
Anadón García, P		<a href="mailto:pag980@hotmail.com">pag980@hotmail.com</a>	Asistencia
Antón Rupérez, E		<a href="mailto:bacardyc1982@mixmail.com">bacardyc1982@mixmail.com</a>	Asistencia
Atrio Cerezo, M		<a href="mailto:milatrio@eresmas.com">milatrio@eresmas.com</a>	Asistencia
Barceló Fidalgo, L		<a href="mailto:lbarcelo@cesdonbosco.com">lbarcelo@cesdonbosco.com</a>	Comunicación
Bécares García, J			Asistencia
Cano Herreros, G		<a href="mailto:nickvaliente@yahoo.es">nickvaliente@yahoo.es</a>	Asistencia
Castro Martínez, A de		<a href="mailto:adecastromartinez@yahoo.com">adecastromartinez@yahoo.com</a>	Asistencia
Cobo Sánchez, R		<a href="mailto:rcobosan@hotmail.com">rcobosan@hotmail.com</a>	Asistencia
Cordente Colmena, MA		<a href="mailto:marioalberto5555@yahoo.es">marioalberto5555@yahoo.es</a>	Asistencia
Deán Vázquez, L			Asistencia
Fernández Estévez, L		<a href="mailto:laura_fest@hotmail.com">laura_fest@hotmail.com</a>	Asistencia
Fernández González, RR		<a href="mailto:pillina_pillina@hotmail.com">pillina_pillina@hotmail.com</a>	Asistencia
Gómez Casanova, S			Asistencia
Gómez Sánchez, B		<a href="mailto:bego3101@yahoo.es">bego3101@yahoo.es</a>	Asistencia
González Bañón, MS		<a href="mailto:la_shole696@hotmail.com">la_shole696@hotmail.com</a>	Asistencia
González Fernández, EM			Asistencia
Ibaibarriaga Toset, Á		<a href="mailto:toset@mi.madridtel.es">toset@mi.madridtel.es</a>	Asistencia
López López, JI			Asistencia
Maciá Romano, V		<a href="mailto:viole_mr@hotmail.com">viole_mr@hotmail.com</a>	Asistencia
Mallorquin García, R		<a href="mailto:rmallorquin@hotmail.com">rmallorquin@hotmail.com</a>	Asistencia
Martín Bandera, L		<a href="mailto:lauramar4@hotmail.com">lauramar4@hotmail.com</a>	Asistencia
Martínez Catllá, E		<a href="mailto:elericitos_catlla@yahoo.es">elericitos_catlla@yahoo.es</a>	Asistencia
Martínez Torres, E		<a href="mailto:esther_bj@hotmail.com">esther_bj@hotmail.com</a>	Asistencia
Moreno Gómez, E		<a href="mailto:estherilla212@hotmail.com">estherilla212@hotmail.com</a>	Asistencia
Muñoz García, J			Asistencia
Núñez Chávarri, AL			Asistencia
Ojea Martín, MC		<a href="mailto:carmenojea@hotmail.com">carmenojea@hotmail.com</a>	Asistencia
Ortega Goñi, V		<a href="mailto:verodenis@terra.es">verodenis@terra.es</a>	Asistencia
Pérez Lobo, MN		<a href="mailto:dir.adm@fad.es">dir.adm@fad.es</a>	Comunicación
Pérez Torres, L		<a href="mailto:xena041@msn.com">xena041@msn.com</a>	Asistencia
Piedra Collado, S			Asistencia
Roca Botey, VC		<a href="mailto:verobo69@hotmail.com">verobo69@hotmail.com</a>	Asistencia
Rocha Izquierdo, B de la		<a href="mailto:kabarma@yahoo.es">kabarma@yahoo.es</a>	Asistencia
Román Colorado, M		<a href="mailto:mirimix123@hotmail.com">mirimix123@hotmail.com</a>	Asistencia
Rubio Mingoarranz, MÁ		<a href="mailto:maresrumi@yahoo.es">maresrumi@yahoo.es</a>	Asistencia
Sánchez Ayuso, L		<a href="mailto:laurisa@wanadoo.es">laurisa@wanadoo.es</a>	Asistencia
Sánchez Bermejo, AV		<a href="mailto:VANESA140181@terra.es">VANESA140181@terra.es</a>	Asistencia
Suárez Rodríguez, L		<a href="mailto:lsrodriguez30@hotmail.com">lsrodriguez30@hotmail.com</a>	Asistencia
Tello Ruíz de Castroviejo, ME		<a href="mailto:superleni@hotmail.com">superleni@hotmail.com</a>	Asistencia
Vega Úcar, I			Asistencia
Villar Chamorro, M		<a href="mailto:abejamallaes@yahoo.es">abejamallaes@yahoo.es</a>	Asistencia

## 2º Congreso Nacional “La Ciencia en las Primeras Etapas de la Educación”

