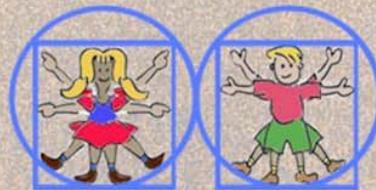




CONGRESO NACIONAL



"La Ciencia en la Educación Infantil y Primaria"

- Granada -



ANALES

La Ciencia
en la Educación
Infantil y Primaria



ANALES DEL CONGRESO

5, 6, 7 y 8 de septiembre de 2001

Granada

EDITORES

María José Gómez Díaz y
José Manuel López Álvarez

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.imaff.cfmac.csic.es
e-mail: jmlopez@imaff.cfmac.csic.es

ENTIDADES ORGANIZADORAS



Consejo Superior de Investigaciones Científicas



Real Sociedad Española de Física



Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del CSIC

ENTIDADES COLABORADORAS



Instituto de Historia del CSIC



Universidad de Granada



Centro de Estudios Superiores Don Bosco



Centro de Apoyo al Profesorado de Vallecas



Parque de las Ciencias de Granada

ENTIDADES FINANCIADORAS Y PATROCINADORAS



Ministerio de Ciencia y Tecnología



Ministerio de Educación Cultura y Deporte



Consejo Superior de Investigaciones Científicas



Caja Duero



SUMARIO

MOTIVACIÓN

CONFERENCIA DE APERTURA

CONFERENCIAS PLENARIAS

COMUNICACIONES

PÓSTERS

ÍNDICES

El objetivo de este congreso es propiciar el acercamiento del mundo de la Ciencia al de la enseñanza en sus primeras etapas.

La enseñanza de la Ciencia, concebida como parte de la cultura, es un elemento fundamental de los contenidos con los que el niño tiene que contar para afrontar un mundo de creciente complejidad, en el que la Ciencia irrumpe como ingrediente de lo cotidiano. Despertar su curiosidad y espíritu crítico, fomentar la creatividad y desarrollar destrezas y actitudes, a la vez que se le transmiten contenidos científicos, son actividades esenciales para ayudarle a entender un mundo en el que el valor de la observación y la experimentación adquieren la categoría de requisito en el nuevo humanismo.

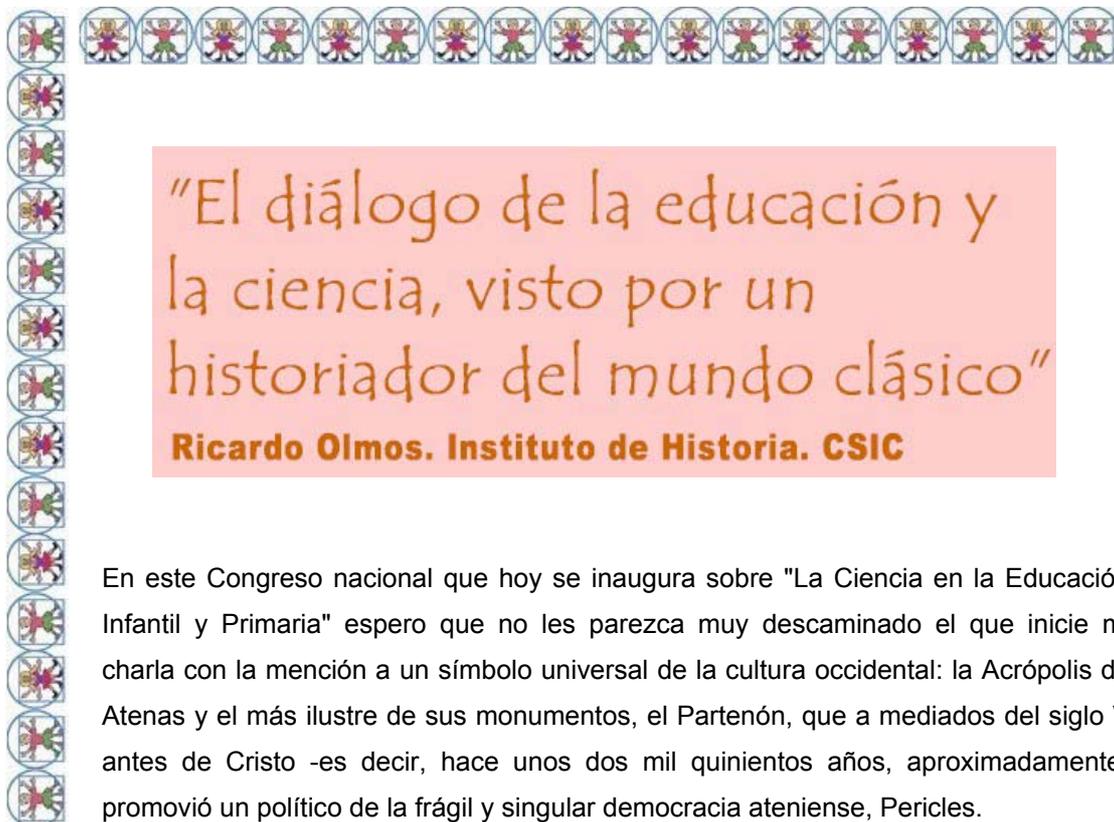
Esta tendencia de utilizar la ciencia en su doble aspecto de potenciadora de capacidades y de tema de estudio propiamente dicho, ha adquirido en la sociedad occidental una importancia creciente desde la década de los sesenta, cuya consecuencia inmediata es una necesaria aproximación entre el mundo de la enseñanza y el de la creación científica.

En palabras de Einstein, lo maravilloso de este mundo es que se pueda entender. Es fascinante que las ideas más originales, los descubrimientos más impresionantes, los resultados de la máxima creatividad humana, se puedan hacer fácilmente accesibles al resto de los humanos. Después del pasmo inicial, el nuevo conocimiento nos proporciona la satisfacción de entenderlo y de familiarizarnos rápidamente con él.

Crear foros de encuentro permanente entre ambos mundos adquiere estatuto de necesidad. Este Congreso pretende ser más un punto de partida del necesario diálogo que una iniciativa aislada.

Sólo un profesorado que sienta el mundo de la Ciencia como algo cercano e incluso propio, puede transmitir con el entusiasmo necesario la fascinante aventura del conocimiento que representa la Ciencia de hoy y, aún más, la de mañana.

CONFERENCIA
DE
APERTURA



"El diálogo de la educación y la ciencia, visto por un historiador del mundo clásico"

Ricardo Olmos. Instituto de Historia. CSIC

En este Congreso nacional que hoy se inaugura sobre "La Ciencia en la Educación Infantil y Primaria" espero que no les parezca muy descaminado el que inicie mi charla con la mención a un símbolo universal de la cultura occidental: la Acrópolis de Atenas y el más ilustre de sus monumentos, el Partenón, que a mediados del siglo V antes de Cristo -es decir, hace unos dos mil quinientos años, aproximadamente- promovió un político de la frágil y singular democracia ateniense, Pericles.

Pronto verán ustedes que esta referencia no será inútil ni arbitraria en este encuentro que va a tratar de ciencia y educación, entendidos ambos términos en el sentido amplio, profundo y flexible que los organizadores pretenden. He de confesar que el recurso al Partenón me resulta cómodo y familiar pues quien les habla se ha venido ocupando casi toda su vida de una pequeña parcela de las ciencias del hombre -pequeña, digo, pero al mismo tiempo inmensa-, que es la historia y la arqueología de la antigua Grecia. Podrá parecerles, pues, paradójico que hoy iniciemos este congreso de educadores y científicos con la voz de un arqueólogo y con una mención al viejo templo ateniense, pero pronto nos acostumbraremos en estos días a las paradojas. Las paradojas son necesarias en la ciencia y en la educación. Despiertan la extrañeza, la inquietud, la sorpresa, la búsqueda.

Sin paradojas, creo, no resulta posible ni la enseñanza ni la investigación, actividades ambas que son, ante todo, admiración y continuas preguntas. Veamos, pues, hacia dónde nos conduce la paradoja de la Acrópolis, la extrañeza que nos despierta en este contexto el templo dórico del Partenón.

No es mi intención hablarles de la simplicidad y a la vez complejidad arquitectónica de este edificio, de desmenuzar sus aspectos técnicos, de referirme a sus medidas y a su concepción geométrica, de exponerles su mensaje artístico y político; o su profunda significación religiosa. Sólo aludiré a su valor simbólico moderno, el que lo ha permitido convertirse en referente, en polo de atracción de las más variadas inquietudes humanas. A finales de los años 20 del

pasado siglo dos ilustres danzarinas de la época -Mona Paiva y la Nikolska- bailan, desnudas o semidesnudas, entre sus columnas y con ello quieren expresar la pureza de la música, la armonía del cuerpo desprovisto de velos, de artificios, que se acompaña de la pureza de líneas, del ritmo y las proporciones que marcan las columnas a través de su geometría silenciosa del pensamiento. Por cierto, aludiremos de nuevo más adelante a la música contemporánea en este contexto de la ciencia que hoy nos convoca.

Pero el Partenón está con nosotros hoy presente, sobre todo, porque el gran científico y pensador de la física cuántica Werner Heisenberg (1901-1976) pronunció una conferencia en el marco de la Acrópolis de Atenas en el año 1964 sobre "La ley Natural y la estructura de la materia". Lo hizo además en griego pues como algunos otros de aquellos fundadores de la física contemporánea conocía a fondo los filósofos antiguos, a quienes Heisenberg leía asiduamente, algunos al parecer, en su lengua original, otros a través de las interpretaciones de Nietzsche (Catherine Chevalley, "La física cuántica y los griegos" en: Barbara Cassin, *Nuestros griegos y sus modernos. Estrategias contemporáneas de apropiación de la antigüedad*, Eds. Manantial, Buenos Aires, 1994, 123).

Hablar en la Acrópolis de Atenas sobre la estructura de la materia y hacerlo en griego es tan paradójico, tan significativo y emblemático como la aludida danza, desnuda y pura, entre las columnas del Partenón. En ambos gestos se trata de volver, de retornar a las fuentes griegas en una búsqueda, en una necesidad de inteligibilidad y, al mismo tiempo, de libertad. No sé si en estos avanzados años de fama y madurez en su visita a Atenas el premio Nobel de Física conocía las pequeñísimas variaciones que los estudiosos venían constatando desde el siglo XIX en las medidas del Partenón: líneas horizontales y verticales con desviaciones levísimas, curvaturas sutiles que rompen intencionadamente la estricta regularidad geométrica de las formas en favor de la libertad del sujeto que percibe el templo, del observador.

¿No podríamos hoy abordar la inquietante paradoja de este Partenón, de líneas sutilmente modificadas por el espectador, con esta frase de Heisenberg de 1931?: "una división totalmente rígida del mundo en objeto y sujeto no es ya posible... El objeto totalmente aislado no posee ya por principio propiedades descriptibles" (Eckart Heimendahl, *Física y Filosofía*, Eds. Guadarrama, Madrid, 1969, 237). Tampoco hoy el Partenón es descriptible sin el sujeto que lo percibe. No lo sé, repito, si Heisenberg era consciente entonces, cuando su conferencia sobre la Acrópolis, de ese inacabado debate sobre las variaciones ópticas del Partenón, él cuyas teorías sobre el principio de indeterminación o incertidumbre llevarían incluso a algunos a plantear una hipotética "libertad" o al menos un "principio de libertad" en el universo físico del que acaso nos hablan también las columnas de mármol, visualmente deformadas, del templo ateniense (José Ferrater Mora, *Diccionario de Filosofía*, 2, Madrid 1979, 1645-7: s.v. "INDETERMINACIÓN, PRINCIPIO DE").

En todo caso, Heisenberg escribe y habla entonces para ser entendido. A través de la Acrópolis de Atenas su mensaje enlaza con la historia, con la cultura universal. Su gesto trata de decirnos: busco un lenguaje para que me entiendan los hombres, no sólo los físicos. Vuelvo mi mirada a Grecia, al paisaje de los pensadores y filósofos griegos, pues ellos son también el telón de fondo de los hombres de mi época, de mi pensamiento. El descubrimiento de la física cuántica, las leyes de la naturaleza nos llevan a plantearnos el significado de la palabra "comprender" y para comprender y para comunicar no es inútil volver la mirada, el pensamiento a las grandes filosofías de la naturaleza de la antigüedad, a Demócrito y a Platón, a los atomistas y, sobre todo, a Aristóteles.

Creo que el significado del discurso de Heisenberg ante la Acrópolis de Atenas podría leerse en este sentido, como encuentro de dos tiempos, de dos revoluciones culturales de la historia, el reencuentro del pasado en el presente, pero los historiadores de la física que hoy me escuchan deberán rectificar, si me equivoco, el sentido de mis palabras, propias de un lego absoluto en la materia.

En todo caso, permítasenos hermanar dos saberes sólo aparentemente dispersos, la historia y la física, el pasado y el presente, el saber llamado humanístico y el llamado saber científico, que nunca debieron estar separados. En el escenario de la conferencia de Heisenberg atisbamos el anhelo de los grandes científicos a la integración del saber -un saber global, no fragmentado-, y, en consecuencia, el respeto al pensamiento de los hombres de otros tiempos. Por cierto, no encuentro este respeto ni esta comprensión, en el pensamiento de alguno de los grandes científicos y comunicadores norteamericanos de la llamada tercera cultura, la que se propone hoy, más allá de la revolución científica, como difusión y como evangelio para el siglo XXI. Pero de ello -y con los debidos matices- me ocuparé más adelante, cuando tratemos de ver si se ha superado la escisión entre las llamadas ciencias de la naturaleza y de la vida, por un lado, y las ciencias del hombre y de la sociedad, por otro.

Sigamos aún en el pasado. Como acabo de decir, el citado episodio de Heisenberg nos sitúa en 1964 con lo que la distancia histórica con nuestro coloquio no alcanza ni siquiera el medio siglo. Una década antes, en 1954, otro gran físico de proyección humanista, Erwin Schrödinger (1887-1961), publicaba en la Cambridge University Press un libro de título evocador, *Nature and the Greeks, La Naturaleza y los Griegos*. Como en Heisenberg tampoco para este autor la vuelta a los griegos era una simple cuestión de relleno, de mero ornato en su carrera científica (citar a Platón o a Aristóteles puede siempre quedar bien, da lustre viejo a las palabras nuevas) sino todo lo contrario, para Schrödinger era una cuestión de inteligibilidad, de necesidad de comprender el mundo, de comprendernos a nosotros mismos y de entendernos dentro de un contexto humano total, que incluyera la ciencia de la naturaleza y del cosmos junto a experiencias éticas, artísticas e incluso religiosas (José Ferrater Mora, *Diccionario de Filosofía*, 2, Madrid 1979, p. 2964). Sobre este tema, -la ciencia y la vida, la profunda globalidad

del saber- tres años antes, en 1951, Erwin Schrödinger nos brindaba unas páginas admirables en un librito divulgativo de apenas ochenta páginas, *Science and Humanism*, que encontramos hoy traducido y reeditado en Tusquets, como *Ciencia y Humanismo* (2ª ed. Barcelona 1998). Como recordarán, en él nos habla del valor y del sentido de la ciencia más allá de sus indudables aplicaciones y servicios prácticos, y enseguida nos introduce en el embrollo del continuum, de la mecánica ondulatoria, para -muy en la línea de Schrödinger- concluir asombrosamente con una reflexión del libre albedrío frente a la indeterminación física, asociando las leyes interiores que rigen el microcosmos humano con el debatido determinismo del macrocosmos físico (o.c., p. 74 ss.). Creo pertinente volver un momento nuestra mirada a este librito, basado en unas conferencias de sus años de Dublín, y que plantean con claridad y peculiar encanto algunas de las principales cuestiones que nos mueven hoy aquí, como es el falso debate de las dos culturas.

El debate de las dos culturas, cliché que debemos al famoso texto de C. P. Snow, en su segunda reescritura de 1964 (*The two Cultures and a Second Look*, Cambridge University Press), que publicaría en castellano Alianza editorial, (*Las dos culturas y un segundo enfoque*, Madrid 1977) y que hoy, por cierto, está agotado y lamentablemente descatalogado, aparece ya superado en las páginas iluminadoras de Schrödinger de 1951, que se inician con estas palabras: "¿Qué valor tiene la investigación científica? Nadie ignora que en nuestro tiempo, más que en ninguna otra época, cualquier hombre o mujer que desee aportar una auténtica contribución al progreso científico no puede eludir la especialización". Éstas son las palabras iniciales de Schrödinger.

Parte de la paradoja entre el saber científico, entendido como necesidad globalizadora, y la especialización que, en nuestro quehacer cotidiano, nos hace a menudo perder la perspectiva del valor de la ciencia, que ha de proyectarse mucho más allá de su mero valor utilitario, puntual y concreto. Si no nos damos cuenta "de que toda investigación especializada únicamente posee un valor auténtico en el contexto de la totalidad del saber" (o.c., p. 17) no sabremos comunicar a la sociedad el sentido más profundo de la ciencia, el valor humano del conocimiento.

Sin ese convencimiento, el diálogo fluído y en dos direcciones que tratamos de establecer hoy entre la ciencia y la educación no puede tener lugar. Creo que ninguno de nosotros hemos acudido aquí a hablar de nuestras microscópicas especialidades. En el diálogo de estos días seguramente ustedes me exigirán a mí o a alguno de mis colegas que les expresemos, por ejemplo, cuál es el sentido de la historia, la necesidad humana del conocimiento histórico, y que les contemos nuestras estrategias, por ejemplo, cómo la arqueología aún y utiliza las estrategias especializadas de las más diversas ramas del saber, cómo trata de integrar y acudir a las ciencias de la naturaleza y las ciencias del hombre para intentar ofrecer una aproximación a algunas formas de cultura de un pasado definitivamente perdido, sumergido en el abismo de la historia. Pero el sentido último y más genérico de mi actividad como historiador

o arqueólogo coincidirá con la del biólogo o la del físico en cuanto unos y otros -y retomo de nuevo las palabras de Schrödinger- "tratamos de averiguar lo más posible sobre el medio espacial y temporal en que nos encontramos por el hecho de nacer" (o.c. 15). Éste es el sentido inagotable de la ciencia, esto -más allá de su utilidad y eventuales aplicaciones prácticas- es lo que la hace humana y profundamente interesante. Y es esto lo que exige que sepamos explicar a la gente, a la sociedad, lo que estamos haciendo. Sin comunicación, sin verter a otros el proceso y el convencimiento de las paradojas y de las búsquedas, sin integrar nuestras inquisiciones en el tejido colectivo de la sociedad nuestro esfuerzo, nuestra actividad "habrá sido inútil" (o.c., p. 19). Creo que el luminoso texto de Schrödinger, escrito hace justamente medio siglo, nos sitúa con precisión en el debate que va a tener lugar en estos días. Como están viendo ustedes hasta ahora me estoy meramente limitando a glosar lo que han dicho otros, a poner énfasis y a guiar mis pensamientos a través de las palabras y glosas de otros, a través del cauce de los pensamientos que otros han pensado ya en el pasado, lo cual es parte también de la ciencia y de la historia, algo así -y la metáfora tampoco es mía- como verter "vino viejo en odres nuevos", al contrario del dicho evangélico. Pues la ciencia -y la enseñanza- son parte, digo, de un tejido colectivo, un tejido muy antiguo pero también continuamente renovado a través de las generaciones de los hombres. Aludiremos enseguida a los problemas, a las tensiones que nos obligan hoy a repensar los pensamientos en los odres nuevos de nuestras mentes y de nuestra sociedad.

Pero antes me permitirán seguir aún con mi mirada de historiador vuelta al pasado. En las páginas ya citadas Schrödinger nos recomendaba acudir a la lectura de la *Rebelión de las Masas* de José Ortega y Gasset, un deber que diligentemente he cumplido en estos días. En esta obra luminosa, escrita para un diario madrileño en 1926 y editada luego con dos prólogos distintos, uno para los franceses antepuesto a la primera edición popular del libro y otro, a modo de epílogo, para ingleses, de 1937, el filósofo español se planteaba con especial claridad el tema de la Barbarie del "especialismo" (J. Ortega y Gasset, *Obras Completas*, Tomo IV, Madrid [Revista de Occidente], 1947, pp. 215 ss.). Su tesis es que en el siglo XIX de la copulación entre el capitalismo y la ciencia experimental nace la técnica contemporánea y automáticamente el hombre-masa, el tipo humano que predomina en nuestro tiempo: es el que somos nosotros. "Pues bien: el hombre de ciencia actual es el prototipo del hombre-masa (...). La ciencia misma lo convierte automáticamente en hombre-masa; es decir, hace de él un primitivo, un bárbaro moderno" (o.c., p. 216). "La ciencia experimental -prosigue Ortega- se inicia al finalizar el siglo XVI (Galileo), logra constituirse a fines del siglo XVII (Newton) y empieza desarrollarse a mediados del XVIII. (...) Para progresar, la ciencia necesitaba que los hombres de ciencia se especializaran. Los hombres de ciencia, no ella misma. La ciencia no es especialista. *Ipsa facto* dejaría de ser verdadera." (o.c., *ibidem*).

Ello lleva a una creciente especialización en la labor de los investigadores. "En cada generación el científico, por tener que reducir su órbita de trabajo, iba progresivamente perdiendo contacto con las demás partes de la ciencia, con una interpretación integral del

universo, que es lo único merecedor de los nombres de ciencia, cultura, civilización europea" (o.c., p. 217).

Hacia 1890 "nos encontramos con un tipo de científico sin ejemplo en la historia. Es un hombre que (...) conoce sólo una ciencia determinada y de esa ciencia sólo conoce bien la pequeña porción en que él es activo investigador. Llega a proclamar como una virtud el no enterarse de cuanto quede fuera del angosto paisaje que especialmente cultiva, y llama *dilettantismo* a la curiosidad por el conjunto del saber". Surge así el científico-masa, los hombres "fabulosamente mediocres, y aun menos que mediocres", que hacen progresar la ciencia experimental (o.c., p. 217). Cada uno se encierra en su pequeño segmento y se desentiende de los demás. Surge así el sabio-ignorante (sabe sólo de su segmento de ciencia, ignora lo demás) "cosa sobremanera grave, pues significa que es un señor el cual se comportará en todas las cuestiones que ignora, no como un ignorante, sino con toda la petulancia de quien en su cuestión especial es un sabio" (o.c., p. 218). En consecuencia, desprecia lo que ignora. Las consecuencias sociales de este científico-masa son esclarecedoras.

El párrafo con el que concluye Ortega este texto sería plenamente adecuado a la reflexión que nos convoca. Dice: "si el especialista desconoce la fisiología interna de la ciencia que cultiva, mucho más radicalmente ignora las condiciones históricas de su perduración, es decir, cómo tienen que estar organizados la sociedad y el corazón del hombre para que pueda seguir habiendo investigadores". El científico debe conocer la historia de su disciplina y la historia y la sociedad a la que pertenece. Debe ser un hombre culto, inquieto y abierto; su mirada debe trascender su oficio especializado, desdoblarse su conciencia e introducirse en la sociedad y en la historia, a la que pertenecemos en definitiva nosotros mismos y en modos diversos y diferentes otros, los otros (similarmente, Maurice Godelier, *Le métier de chercheur, Sciences de l'homme et de la société*, n° 58, avril 2000, 12-18). Sin un diálogo entre la sociedad y la ciencia ésta es imposible, acabaría desapareciendo. En *La estructura de las revoluciones científicas*, de 1962 (*The Structure of the Scientific Revolutions*, 2ª ed. traducida al castellano en 1972), Thomas S. Kuhn nos enseña cómo la ciencia no son "la totalidad de las proposiciones verdaderas" sino "una empresa social basada en un consenso organizado" (Manuel Medina, "Ciencia-tecnología-cultura del siglo XX al XXI, en: M. Medina y Teresa Kwiatkowska (coords.), *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo XXI*, Anthropos, Barcelona 2000, pp. 11-44, especialmente, p. 21). Ese consenso, ese diálogo ha de plantearse de continuo y exige iniciarlo, introducirlo en el mismo proceso de la educación, precisamente cuando se abre la mente del niño y del adolescente al mundo y a la oscura pasión de las preguntas. ¿No es este diálogo consensuado entre ciencia y sociedad el que nos motiva y reúne a nosotros en estas jornadas? Volveremos, un poco más adelante, sobre otro texto iluminador de Ortega, la relación íntima entre cultura y ciencia.

Pero tal vez convenga ahora ya contrastar el pensamiento de Ortega, formulado como digo entre los años 20 y 30 del pasado siglo, con otras formulaciones mucho más recientes, las

que se agrupan en torno a la llamada tercera cultura -en su intención, una nueva cultura superadora de los antagonismos- tal como nos la ofrece el desafío -con toques de ruptura y ocasionalmente hasta de provocadora insolencia- de algunos eminentes hombres de ciencia anglosajones -principalmente norteamericanos, pero también británicos-, todos ellos de nuestra generación. Para situarnos más precisamente en el tiempo de esta propuesta la edición inglesa del libro al que me refiero, que edita y coordina John Brockman, data de 1995. Nosotros lo podemos conocer también traducido, en la serie "Libros para pensar la ciencia" de Tusquets (Barcelona, 1996, 2ª ed. 2000).

En su prólogo a este brillante libro colectivo recuerda Brockman cómo C. P. Snow introdujo un nuevo ensayo en la segunda edición de su divertido y seminal texto sobre las dos culturas, la del año 1962, a cuyo mismo título añadió "A second look", "una segunda mirada" pues de manera optimista hablaba entonces Snow de la apertura a una nueva cultura, una "tercera cultura" que llenaría el vacío de comunicación entre los llamados intelectuales de letras y los científicos duros. El momento era llegado en que aquéllos se entenderían de verdad, definitivamente y sin oscuros resentimientos, con éstos (Brockman, 2000, p. 14). Los nuevos científicos anglosajones de hoy dicen asumir, pues, la promesa de Snow y nos ofrecen aquella tercera cultura anunciada atrás por el británico. La mayoría de los colaboradores del libro parte del convencimiento de que los hombres de letras se habían apropiado durante generaciones del privilegio común de la cultura. Ellos, y sólo ellos, habrían sido los exclusivos intelectuales y profetas, no los demás. Fueron acaparadores en su día pero ya no son hoy, esos caducos y desangelados hombres de letras, sino gente muchas veces casposa y aburrida, que leen sus conferencias como yo, que no las hablan. Ahora nos toca a nosotros, viene a decirnos el amplio prólogo colectivo del libro de Brockman. Pues, afirman, son los intelectuales de ciencias los que en nuestros días se comunican directamente y con éxito con el gran público, convirtiendo el proceso de la ciencia en un apasionante relato. Éstos sí tienen cosas novedosas y revolucionarias que decir, pensamientos que van a transformar la visión del mundo y de la vida en el siglo XXI. Y lo que es sobre todo relevante: han inventado la fórmula, han dado con el lenguaje adecuado para expresar sus reflexiones más profundas de una manera accesible para el público, que no es otro que el lector inteligente. Podrán sobrar incluso los intermediarios, esos periodistas divulgadores de la ciencia no son necesarios. El nuevo científico es el gran comunicador, hábil creador y transmisor de la palabra que se proyecta en la magia de los best-sellers, en esos libros científicos serios, de calidad y de inusitado éxito editorial que encuentran un público instruido y ávido. El viejo intelectual público -que encarnaban, por ejemplo, el Emilio Zola del "Yo acuso" o el Ortega y Gasset filósofo-periodista de la mencionada *Rebelión de las masas*-, ese intelectual que movía la conciencia y la opinión de la gente común desde hace más de un siglo -sobre ello recuerdo que ha hablado admirablemente Fernando Savater- hoy prácticamente ha desaparecido, y ha sido sustituido por estos otros intelectuales de nuevo cuño, los de la tercera cultura, ese reducido grupo de personas que recoge la antorcha y se dedica a reflexionar por todos los demás, "aquellos que definen las cuestiones interesantes e importantes de nuestro tiempo" -dice Brockman- como

éstas: ¿de dónde surgió el universo? ¿de dónde surgió la vida? ¿de dónde surgió la mente?, científicos que están creando con su palabra punzante y viva la visión de una nueva filosofía natural. Son ellos los que modifican realmente, sin las viejas retóricas, el nuevo curso de los tiempos.

Son principalmente los físicos, los evolucionistas, los biólogos, los informáticos, los psicólogos, incluso algún filósofo que redefine y reforma el papel del filósofo (Brockman, o.c., p. 15-16). No hallamos entre estas voces a artistas, historiadores, literatos. Uno de los colaboradores, Leo Smolin, físico teórico de la Universidad de Pensilvania, experto en teoría cuántica que nos abre al lector a las eternas cuestiones sobre el espacio y el tiempo, no duda sin embargo en arremeter contra los artistas e "intelectuales" (el entrecomillado es suyo) que escriben sobre arte, dice: "atrapados en las garras de Nietzsche, jugando con la muerte, la violencia y la negatividad, y con nociones del mundo agonizantes y obsoletas" (Smolin, en J. Brockman, p. 26).

¡Y yo que creía que en tantas preguntas de Nietzsche se atisbaba al precursor genial de nuestra insegura modernidad....! La luz -antes venía *ex Oriente*- hoy viene a raudales de Norteamérica. Falta, creo, la universalidad del mundo, la voz matizada, el diálogo múltiple y diverso en la llamada aldea global. ¿No interesan las otras voces que no son anglosajonas, las voces del pasado enterradas por la historia y la de aquellos de hoy que no logran alcanzar consenso y voz, las Voces del Silencio, si se nos permite jugar con la expresión famosa de André Malraux?

Admito con convicción que las estrellas de la tercera cultura tienen razón en muchas de las críticas y sus textos suelen ser apasionantes y claros, auténticas "bombas de intuición", pero creo que su postura puede abrir más el cisma, el abismo entre las dos culturas, asunto que debería estar hace tiempo, tras la obra de C. P. Snow, definitivamente zanjado. Veo que las heridas sangran aún, no están del todo restañadas. Supuse que lo habían superado, en su profunda humanidad, sabios como Ortega y Schrödinger, con universalidad y sin alharacas. Pero he de confesar que esta reciente proclama de la tercera cultura demuestra que no es así, que tras la dialéctica no se ha logrado la integración, la síntesis. Mi respeto a su luz y a su saber comunicar con los brazos arremangados, que envidio; pero también mis críticas hacia ella: algunas de las expresiones programáticas que hemos resumido suenan no poco a élite, y a élite norteamericana. A pesar de su poder comunicativo tal vez les falte también a estos autores el lograr establecer un verdadero y duradero diálogo con la sociedad global, lo que se podría lograr, no tanto a través de la sola cultura -su lector, el que produce las eclosiones editoriales, es caracterizado como inteligente- sino a través de la más modesta y cotidiana educación. Pues a esa cultura innovadora e inteligente no se puede llegar si no es a través de la educación que abre los cauces y las ventanas a la reflexión y al pensamiento.

Tal como pude un día escuchar y leer a Antonio Muñoz Molina -y espero reproducir aquí sólo en cierta medida algunos ecos de su idea general- la jaleada cultura -la cultura que vende- sigue siendo en nuestra sociedad lo anecdótico y puntual, la costra más superficial del problema, mientras que la educación constituye el núcleo, la savia, la corriente continua y profunda; pues la educación es también la apertura, la rectificación, el aprendizaje y el ejercicio diario, el que enseña a mantener la mente abierta, flexible, receptiva, reflexiva. El llamado intelectual de la tercera cultura no podrá comunicar si previamente no existe un campo abonado, un hombre y una mujer receptivos y reflexivos. A ese hombre y esa mujer los modela sobre todo la educación temprana, no el posterior brillo de la cultura. El nuevo intelectual, es cierto, contribuye mucho a la difusión científica pero ha de haber una receptividad previa, una formación que prepare y ensanche el cauce. Así lo había visto, sagazmente, C. P. Snow, ya en su primera versión de *Las dos culturas*: "Hay sólo una salida a todo este tinglado: sin duda, repensar nuestra educación". "There is only one way out of all this: it is, of course, by rethinking our education" (o.c., Cambridge 1964, p. 18; es mío el subrayado). Y de esto, de replantear en profundidad la educación, no se habla en la introducción y debate colectivos del libro de John Brockman donde el protagonismo parte unidireccionalmente, y de forma excluyente -del científico inteligente, casi profético, al lector inteligente-, cuando yo entendería más bien un proceso de modo multidireccional e integrador de saberes y actitudes, un diálogo. Y, además, en el anhelo, en la expectativa de un mundo multicultural, diverso.

Prometí aludir a la música y al arte y de los problemas de la comunicación, y también a la relación entre cultura y ciencia de la que hablaba en uno de sus artículos Ortega y he de hacerlo ya sin más detenimiento. Es curioso que el pasado siglo XX, que profundizó tanto en las cuestiones del lenguaje -la práctica y los juegos del lenguaje constituirían el cauce en nuestra construcción de la realidad y también la cárcel de nuestra ilusión- haya creado al mismo tiempo nuevos lenguajes artísticos y científicos que a muchos de nosotros inevitablemente parecen alejarnos cada vez más de nuestros ámbitos y hábitos heredados de referencia y representación. Mientras que la música y los ritmos, "forman ya parte del paisaje urbano" -y utilizo aquí una frase del escritor Luis Goytisolo, de quien soy deudor en algunas de las ideas que siguen (L. Goytisolo, *Imágenes y ritmos*, *El País*, sábado 21 de julio de 2001)- hay sin embargo un nuevo lenguaje musical al que tienen acceso sólo unos pocos iniciados. "La música de concierto posterior a Schoenberg, Bartok y Stravinski- dice Goytisolo- parece haber sucumbido. ¿Quién conoce a sus sucesores, no ya el nombre del compositor actual, sino, sobre todo, sus obras, sus composiciones? Si los intérpretes de música clásica son figuras ampliamente conocidas, los compositores contemporáneos son relevantes desconocidos".

La atonalidad rompió, hace ya un siglo, con nuestro sistema occidental de representaciones sonoras, construido cuidadosamente desde el Renacimiento, de igual modo que la abstracción rompió con el figurativismo en pintura, diluyéndose en estos nuevos lenguajes las viejas

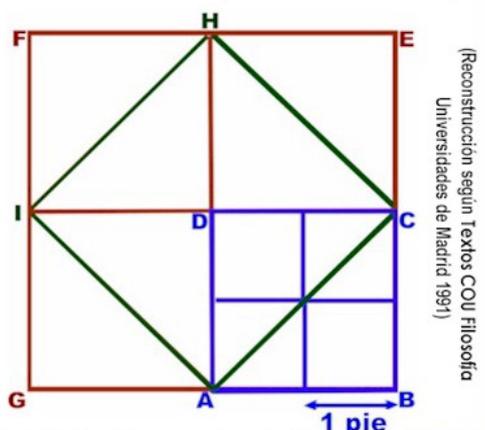
analogías, los puntos de apoyo que creíamos tener establecidos firmemente con la realidad. Una ilusión más. Muchos de nosotros que solemos escuchar la llamada música clásica seguimos anclados en los universos melódicos y armónicos que nos legó el siglo XIX y hemos abandonado definitivamente el contacto con nuestra contemporaneidad. Sencillamente hemos dejado insonoro todo un siglo, vacío el tren en marcha de hace cien años. Para acercarse a la pintura y, sobre todo a esta música contemporánea, es necesario de nuevo "abrir los ojos y los oídos", ejercitar una frecuentación que nos familiarice a esos nuevos juegos del lenguaje, una experiencia que fortalezca nuestra intuición y que nos descubra sus códigos y prácticas, de modo que nos resulte comprensible, y en el fondo, enriquecedora y gozosa la percepción de los nuevos caminos del arte (véase, Adolfo Salazar, Conceptos fundamentales en la historia de la música, Madrid, Revista de Occidente, 1965, pp. 340-341). Algo parecido podría haber ocurrido con algunos de los lenguajes de la ciencia en nuestros días y con el reto inquietante de la técnica, que habremos de integrar, "vitalizarla, esto es, dotarla de una forma compatible con la vida humana que la hizo y para la cual fue hecha", retomando el hilo del pensamiento de Ortega ("Cultura y ciencia", Misión de la Universidad, 1930, o.c., IV, p. 348).

Todo ello viene, en parte, de la mano de la especialización, que conduce a las jergas, comprensibles para unos pocos, aquellos hombres de ciencia que hacen investigación pero no integran su actividad en "un conocimiento universal del mundo y del hombre", que no hacen ciencia de la totalidad. Por diversas causas cada vez nos vamos distanciando más entre estos lenguajes especializados y los lenguajes comunes. Podemos comprender las reflexiones humanísticas de Schrödinger y Heisenberg -que nos devuelven a problemas eternos, a cuestiones planteadas, siglo tras siglo, por la mente humana- pero a los hombres comunes se nos escapan en cambio sus obligadas formulaciones más abstractas, como las fórmulas matemáticas, y, con ellas, el decurso fluído de sus interpretaciones y teorías. Necesitamos la voz mediadora del físico -o del biólogo-, científico divulgador y a la vez filósofo, "guardián de la inteligibilidad" que haga de puente entre la representación del lenguaje abstracto al que le conduce su práctica cotidiana y esa necesidad de representaciones intuitivas que arraigan en nuestra imaginación humana.

Creo que en el lenguaje, en las dificultades de la incoherencia lingüística, puede estar la base de tantos problemas de la intelegibilidad de la física, como ha puesto en relieve el físico francés René Thom, cuando afirma que "la teoría cuántica no tendrá, a sus ojos, una ontología inteligible más que cuando haya encontrado el medio para describir lingüísticamente los mecanismos de propagación y la individuación de las formas" (según Catherine Chevalley en: Barbara Cassin (ed.), Nuestros griegos y sus modernos. Estrategias contemporáneas de apropiación de la Antigüedad, París 1992, [Buenos Aires 1994, p. 119]). Dicho con las palabras más simples y próximas de un humanista, cito la expresión admirable de Claudio Magris: La ciencia moderna -dice- "da la impresión de haber reducido la evidencia sensible, presente durante siglos en el conocimiento de la naturaleza, a favor de una inevitable y creciente

abstracción que parece imposible trasponer a la fantasía, convertir en imagen y metáfora, poner en relación con la vida" (Utopía y desencanto, Barcelona [Anagrama] 2001, p. 279). Los físicos humanistas y filósofos deberán proporcionarnos la tabla de salvación de un nuevo lenguaje, ofrecernos el agarradero y el apoyo de las analogías. Nosotros, los historiadores y arqueólogos, los que tratamos de hacer ciencia del hombre y de la sociedad, deberemos aplicarnos el cuento y hacer lo propio. Nuestro ideal cotidiano que resume el perverso eslogan "publish or perish", "publicar o perecer", debe ser sustituido por el de "investigar y transmitir, integrar nuestro lenguaje en la globalidad". Definitivamente, hemos de cambiar nuestros hábitos de vida.

SÓCRATES DESPIERTA EN EL ESCLAVO LA GEOMETRÍA (PLATÓN, MENÓN)



(Reconstrucción según Textos COU Filosofía Universidades de Madrid 1991)

Sócrates dibuja primero en el suelo el cuadrado **ABCD**, de dos pies de lado y cuatro de área. Duplica luego la longitud de los lados en el cuadrado **BEFG**. Traza por último las diagonales **ACHI**.

Pero es hora de ceder la voz a la educación, el otro polo fundamental de nuestro encuentro. Y lo voy a hacer de nuevo volviendo a mi querencia, al mundo de la antigua Grecia. Muchos recordarán el famoso pasaje del diálogo de Platón del final de su primer período, el Menón, cuando Sócrates interroga a un joven esclavo en presencia de este joven tesalio llamado Menón (*Menón*, 82-86c). Las preguntas de Sócrates sacan a la luz del fondo del esclavo un conocimiento que había estado en su interior, en su mente, desde siempre. Jamás aquél, desde su nacimiento servil en la casa de Menón, había aprendido geometría.

Pero gracias a un interrogatorio progresivo, al arte de la mayéutica que es el de "extraer, el de arrancar", consigue Sócrates que el esclavo descubra y realice por sí mismo una deducción de tipo matemático. "Ves, Menón, ¿cómo yo no le enseño nada, sino que se lo pregunto todo?". El procedimiento que utiliza Sócrates para guiar al esclavo hacia el descubrimiento es el recurso a la analogía visual. Dibuja sobre la tierra un cuadrado de dos pies de lado y el esclavo afirma convencido que un cuadrado con el doble de su área tendría un lado con el doble de longitud. Cree que sabe y, sin embargo, no sabe. Para aprender es preciso reconocer previamente la ignorancia. Y aprender a recordar.

A través de las sucesivas respuestas equivocadas del criado frente a los dibujos con que va representando Sócrates sus contradicciones, el esclavo va avanzando y recuperando el conocimiento que tenía sumido en el olvido y logra darse cuenta de la evidencia matemática que finalmente brota, como un re-nacimiento, a la luz de esa mañana en la palestra de Atenas.

Sócrates traza una diagonal del cuadrado original, le hace ver que aquélla corta el cuadrado por la mitad y que un cuadrado dibujado que tuviera como base a esta diagonal contendría

cuatro mitades semejantes, es decir, un área igual a dos veces el total. El criado lo ha descubierto por sí mismo y como es una verdad matemática descubre precisamente lo que todo el mundo debe descubrir (W. K. C. Guthrie, *Historia de la filosofía griega*, Madrid [Ed. Gredos] 1990, IV, p. 231).

El secreto de Sócrates consiste en transformar el lenguaje abstracto del número irracional, la raíz cuadrada de dos, en una representación dibujada en la tierra, un salto al lenguaje analógico que permite hacer comprensible intuitivamente el problema matemático, puramente simbólico (cf. Jacques Lacan, *Le Séminaire*, libro II, Introducción: "Savoir, vérité, opinion", París, Seuil 1978, pp. 25-29 = Bernard Pietre, *Platón, Menón, Les Intégrales de Philo*, París, Nathan 1990, pp. 100-101).

Sócrates enlaza esta enseñanza con una cuestión metafísica y otra moral. El conocimiento es reminiscencia, está a priori en nuestra mente, no depende de la experiencia (el ejemplo del cuadrado escogido inteligentemente por Sócrates es aquí, significativamente, una verdad matemática).

El problema del conocimiento enlaza con el tema de la virtud, cuestión central en el diálogo. Por cierto, Sócrates defiende que el conocimiento es virtud y felicidad. Tratemos de resumir, si es posible, con una frase del Menón la visión socrática de la educación:

"Nada impide que quien recuerda una sola cosa (y a esto llaman aprendizaje los hombres), descubra él mismo todas las demás, si es hombre valeroso y no se cansa de investigar. Porque el investigar y el aprender, no son en absoluto otra cosa que reminiscencia".

Quedémonos con esta insistencia en el ejercicio, en el valor, en la perseverancia. Aprender es también esfuerzo continuo, voluntad. Sócrates traslada al plano moral e intelectual el modelo del ejercicio de la palestra, donde suelen tener lugar sus encuentros con los jóvenes en los primeros diálogos platónicos. Ciencia y educación se enlazan en un diálogo ineludible, se necesitan la una a la otra, mutuamente se alimentan. El viejo texto platónico, la voz del filósofo ateniense de hace dos mil cuatrocientos años, nos proyecta y nos abre al reto del futuro. Y voy a concluir mi charla con el comentario a algunas ideas halladas en un librito delicioso que ha caído estos días entre mis manos y que, con la pasión de su reciente lectura, recomiendo vivamente a todos. Es breve, claro y sugestivo y deberíamos entrar en él a manos llenas para incorporar sus ideas en nuestro propio tejido. Su autor es Edgar Morin y su título *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Se publicó en francés en 1999 y se tradujo al castellano en este año 2001 (Paidós, Buenos Aires). Fue un encargo de la UNESCO y lo prefacia Federico Mayor Zaragoza. Mayor expresa de manera clara el desafío, desafío de "modificar nuestro pensamiento de manera que haga frente a la creciente complejidad, la rapidez de los cambios y la imprevisibilidad que caracterizan nuestro mundo". Hay que

reconsiderar el conocimiento, derribar las barreras tradicionales de las disciplinas "y concebir una manera de reunir lo que hasta ahora ha estado separado". ¿No lo habían dicho ya a su manera Husserl, Schrödinger y Ortega en el pasado siglo? Pero ahora la mirada es a largo plazo, ha de tender a las generaciones futuras. El reto es transdisciplinario, exige el diálogo, la colaboración de científicos, de técnicos, de enseñantes, de humanistas.

Edgar Morin expone siete saberes universales para cualquier sociedad y cualquier cultura. No nos hallamos ante la visión eurocéntrica que traslucía el texto de Ortega ni ante el asom yanqui de nuestros amigos de la tercera cultura. Es solidaria, arraiga en la identidad terrenal, en la historia planetaria, y se basa en la educación. Tendrá en cuenta las cegueras del conocimiento, el error y la ilusión, pues será preciso saber dónde situar los límites del conocer, sus imperfecciones, sus posibilidades de error (este tema, por cierto, le habría encantado a nuestro Sócrates del Menón). Enseñará a afrontar las incertidumbres, las inseguridades de la física, de la cosmología, de la evolución biológica, de la historia. Estará abierta a lo inesperado, que podrá surgir, asomar en cualquier momento de cualquiera de nuestras vidas. Enseñará a comprender, pues comprender es medio y fin de la comunicación humana. Educar para comprender, y de este modo modificar nuestras mentalidades que nos encierran y limitan el pensamiento y la admiración por el universo y la historia de la vida y del hombre. ¿Por qué la incompreensión? En fin, la educación llevará a una ética del género humano en la que el individuo se desarrolle en el interior de la sociedad y en el seno de la especie humana, especie planetaria a la que pertenece.

Somos ciudadanos de la tierra, concluye Morin, y la ciudadanía del cosmos y la futura conciencia universal bañará de nueva luz la frase del cómico romano Terencio: "Hombre soy y nada de lo humano me es ajeno". Pero desde Terencio la visión del cosmos y del hombre se ha agrandado hasta límites insospechados y con ella se ha hecho más intensa la tensión entre la necesidad de conocimiento y la infinita limitación de nuestra vida ante la complejidad e inseguridad del conocimiento de la realidad y de la historia. Científicos y enseñantes deberemos replantear nuestro ideal de ciencia y de cultura. Ello exigirá modificar algunos hábitos de vida profesional y un diálogo y esfuerzo colectivos. En parte hemos visto que la fórmula está ya, desde hace tiempo, inventada; falta aplicarla. Por tanto, merecería la pena repensar, en otro lugar y con más tiempo, las reflexiones de Ortega y Gasset cuando en 1930 pensó y divulgó sus pensamientos sobre la relación íntima, el diálogo mutuamente enriquecedor, que debe establecerse entre la ciencia y la cultura (Misión de la universidad, 1930 = o.c., IV, 311-353). Hoy en nuestro congreso hemos preferido sustituir la voz cultura por la de educación, lo que entiendo como más universal y, tal vez, más democrático.



CONFERENCIAS
PLENARIAS



"La ciencia, como un legado europeo"

Gerardo Delgado - Barrio. Real Sociedad Española de Física

RESUMEN

En esta conferencia, se hará un acercamiento a la Ciencia desde el punto de vista histórico con especial énfasis en la aportación europea y española.

Se comenzará describiendo los primeros acercamientos al conocimiento científico en la antigua Grecia, que surge de la mano de la filosofía natural. Posteriormente se describirá la Ciencia en el Renacimiento y se terminará con la Ciencia en el siglo XX. Es en este período en el cual el quehacer científico se universaliza y , aunque Europa sigue teniendo un papel esencial, ya en parte es compartido con otros países de distintas raíces culturales.



"La industria del conocimiento"

Alfredo Tiemblo. Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del CSIC

RESUMEN

Visión tradicional, que he comentado más de una vez, es aquella que identificaba los grandes periodos de la historia con sus industrias específicas. De este modo, del manejo inmediato de la piedra, se pasa a los metales y la cerámica hasta llegar al momento actual en el que es muy difícil discutir que la "industria " básica de nuestra cultura es el propio conocimiento de la realidad. En nuestros días se hace experiencia cotidiana la vieja doctrina del "saber es poder".

Resulta casi imposible ignorar que la Ciencia de hoy ha suministrado una perspectiva de la naturaleza que carece de precedentes históricos, quizás con la excepción del neolítico, única

revolución digna de tal nombre. Estamos, de hecho afrontando el análisis de la más íntima estructura de la realidad.

Preguntas fundamentales, relegadas tradicionalmente al ámbito del misterio, son ya objeto inmediato de estudio en pizarras y laboratorios. ¿Cómo surgió el Universo? ¿Cuál es la estructura del espacio-tiempo? ¿Dónde están los fundamentos últimos del concepto “vida”? y tantas otras que se empiezan a insinuar dentro de lo asequible a la mente humana.

Se trata de un proceso que está alcanzando todos los niveles de la sociedad, invadiendo incluso la propia rutina de lo doméstico. A pesar de todo, una visión de la Ciencia que la reduce a una mera cuestión de “expertos”, sin relación con el hombre y sus problemas, tiene todavía entre nosotros demasiados partidarios. La Ciencia no es un conjunto de saberes “específicos”, muy al contrario puede llegar a establecer las bases de un nuevo humanismo. La escuela no puede quedar al margen de este proceso pues, como es bien notorio, sólo a la educación está reservada siempre la última palabra.



“El experimento casero y la motivación científica”

Manuel Yuste. Departamento de Física de los Materiales. UNED

Depto. de Física de los Materiales. UNED. C/ Senda del Rey, 9. 28040-Madrid.
myuste@ccia.uned.es

RESUMEN

Los experimentos de tipo sencillo, realizados con material de bajo coste, pueden ser muy útiles a la hora de fomentar aficiones científicas en estudiantes jóvenes. Se encuentran descritos en infinidad de artículos y libros muchos experimentos de este tipo, de entre los cuales es conveniente que el profesor escoja algunos, los proponga en clase y fomente la creación de equipos entre los alumnos para llevarlos a cabo. Es una tarea laboriosa, pero se suele saldar con éxito siempre que el profesor ejerza una tutorización adecuada.

En la exposición se describirán algunos ejemplos de estos experimentos y se analizará con los asistentes de qué manera se debe proponer el trabajo a los estudiantes para que éstos actúen como si de una investigación adulta se tratara, comprometiéndose con el conjunto de la clase a trabajar en equipo y a someter los resultados a la crítica de los demás compañeros en una

exposición oral. En definitiva, se trata de hacer una imitación del trabajo científico que les aguarda en el futuro.



"¿Por qué, cómo y cuándo enseñar ciencia?"

José María López Sancho. Instituto de Matemáticas y Física Fundamental. CSIC

Resumen

El grupo de Didáctica del IMAFF, siguiendo su postura historicista, presenta una propuesta de formación científica en la Educación Infantil y Primaria, como punto de partida de una discusión sobre la preparación de maestros y profesores y donde se fijen los contenidos y métodos de enseñanza en esta etapa esencial de la educación. Asimismo creemos que estos puntos deberían ir acompañados de una reflexión sobre actividades de otro tipo, que repercutieran de alguna manera en el medio social que rodea al alumno (el familiar, por ejemplo) en el sentido de hacerlo más proclive a la cultura científica.

Los alumnos llegan a la Educación Infantil y Primaria en el periodo "preoperacional" de Piaget, inmersos en un paradigma que podría definirse como mágico y teleológico. Al final de esta etapa el alumno tendría que haber alcanzado el periodo "operacional-formal", habiendo adquirido los conocimientos cualitativos o semicuantitativos básicos necesarios para conformar la estructura mental característica del paradigma científico actual. Conceptos como el del espacio-tiempo relativista, sistema solar, big-bang, fichero biológico ADN, etc, así como una diferenciación clara entre ciencia y pseudociencia (criterio de refutabilidad de Popper), no les deberían resultar extraños.

Es tarea de este foro y de otros semejantes (y esa fue nuestra intención al convocar este Congreso), fijar el conjunto de conocimientos y actividades que tiene que recibir y realizar el alumno para que a los 12 años esté en posesión de este paradigma.

Fijados estos objetivos pasamos a tratar la forma en que deben impartirse. El alumno debe construir su estructura de conocimiento recorriendo a grandes pasos el camino de la historia de la ciencia. Esto le permitirá estar en situación de continuar el camino del descubrimiento (conocimiento significativo).

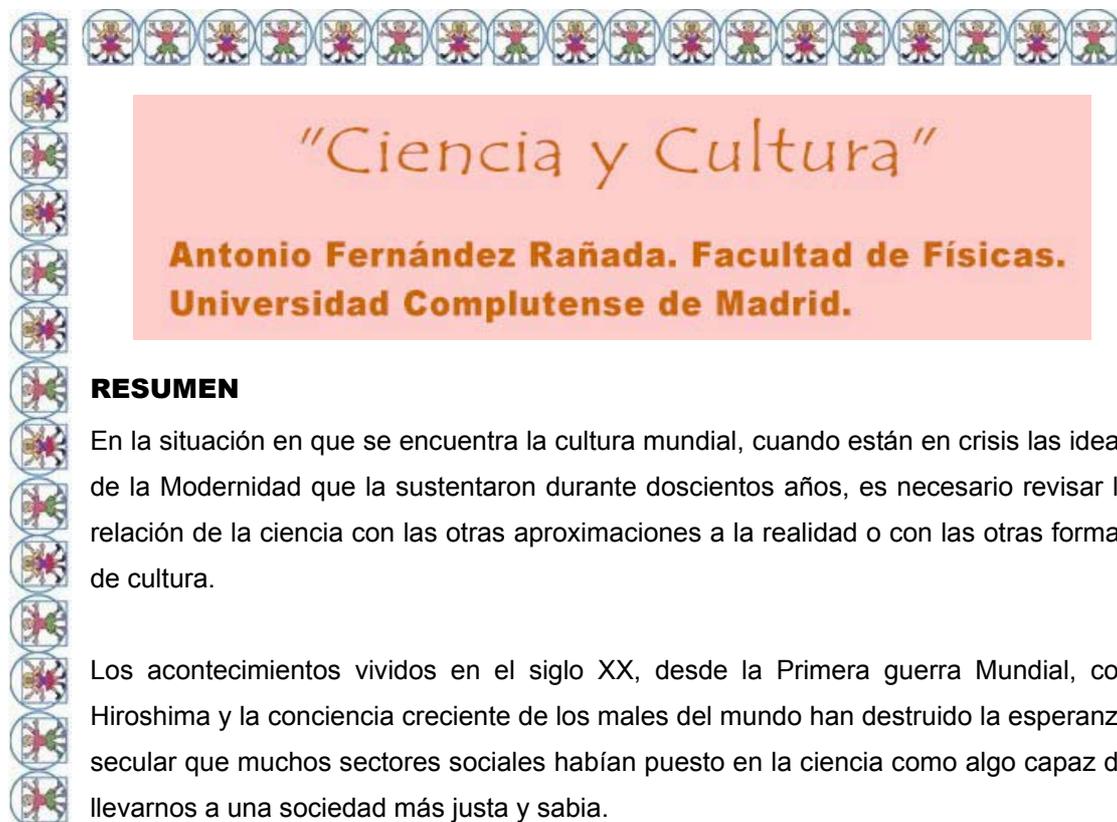
La Filosofía de la Ciencia nos marca dos posibles procesos creativos:

1º. - El inductivo/deductivo (de Aristóteles, Bacon, etc.) que supone que los conocimientos dimanen directamente de la observación y la experimentación, siendo posible obtener las leyes por un proceso simple de inducción. Este esquema es claramente válido para leyes del tipo de las de Boyle-Mariot, Snell o el principio de Arquímedes (que pueden redescubrirse en el aula).

2º. - El camino de la hipótesis creativa o la conjetura genial (J.Hershell). Este camino lleva desde la ley de Boyle-Mariotte a la teoría cinética de los gases, mediante la hipótesis de la estructura atómica de la materia.

Es evidente que la actuación del maestro en ambos recorridos tiene que ser diferente. Ni el profesor más inductista podría justificar el salto cualitativo que representa la creación genial de una teoría.

Finalmente se presenta el "árbol conceptual", una herramienta que facilita la programación de las actividades escolares, dirigida al aprendizaje de un determinado conocimiento científico. El árbol tiene sus raíces en el mapa conceptual de los conocimientos previos del alumno; el tronco constituye el proceso de construcción del nuevo conocimiento, y la copa alberga los conceptos y proposiciones adquiridas, que se consolidan (proceso de acomodación) por medio de experimentos que fijan los contenidos y desarrollan sus actitudes.



"Ciencia y Cultura"

**Antonio Fernández Rañada. Facultad de Físicas.
Universidad Complutense de Madrid.**

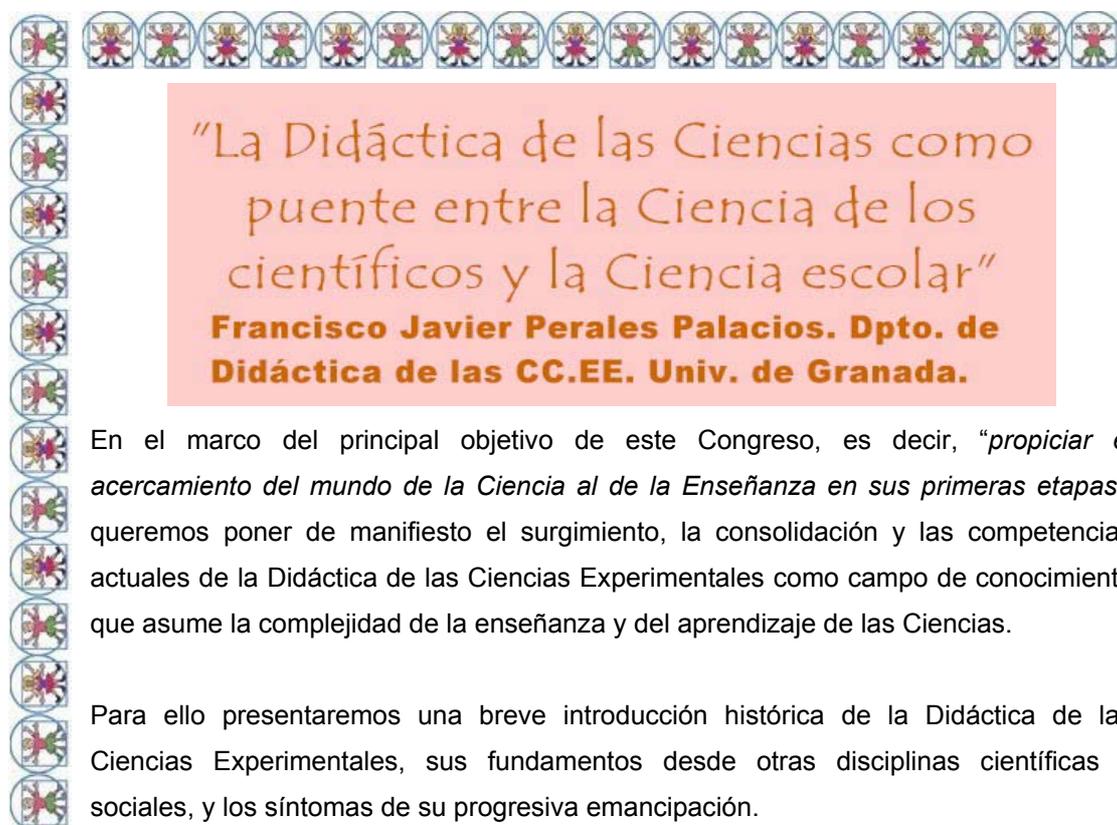
RESUMEN

En la situación en que se encuentra la cultura mundial, cuando están en crisis las ideas de la Modernidad que la sustentaron durante doscientos años, es necesario revisar la relación de la ciencia con las otras aproximaciones a la realidad o con las otras formas de cultura.

Los acontecimientos vividos en el siglo XX, desde la Primera guerra Mundial, con Hiroshima y la conciencia creciente de los males del mundo han destruido la esperanza secular que muchos sectores sociales habían puesto en la ciencia como algo capaz de llevarnos a una sociedad más justa y sabia.

Como consecuencia, la cultura se polariza hoy entre quienes quieren aplicar sin retoques una visión simplista de la Modernidad — sin darse cuenta que algo debemos aprender de los dos siglos transcurridos —, pensando que la ciencia sola tiene la solución a todos los problemas y quienes la rechazan como un mero constructo social que sólo sirve para garantizar el poder de algunos grupos. La mayoría de la gente, incluyendo también a la de los científicos, se muestran confusos entre esos dos extremos. Sin duda una parte de la culpa de esta ruptura se debe a las promesas excesivas que muchos hicieron en nombre de la ciencia y a la simplificación injustificada de sus ideas básicas que condujeron a visiones del mundo que muchos sienten como antagonistas con la vida.

Aclarar las razones de esa polarización y buscar caminos de salir al mar abierto es hoy una tarea urgente e importante. Ello debe interesar especialmente a todos los implicados en tareas educativas — a los profesores de ciencias, pero también a los de letras —, pues el curso que siga la cultura mundial, en las diversas formas que exhibe en un mundo tan diverso, dependerá mucho de la solución que se dé a ese antagonismo. Entre otras cuestiones importantes, dependerá mucho de ello la posibilidad de alumbrar una ética de validez universal, basada en la dignidad de la vida humana que es hoy quizás la tarea más acuciante a nivel planetario.



“La Didáctica de las Ciencias como puente entre la Ciencia de los científicos y la Ciencia escolar”
Francisco Javier Perales Palacios. Dpto. de Didáctica de las CC.EE. Univ. de Granada.

En el marco del principal objetivo de este Congreso, es decir, *“propiciar el acercamiento del mundo de la Ciencia al de la Enseñanza en sus primeras etapas”*, queremos poner de manifiesto el surgimiento, la consolidación y las competencias actuales de la Didáctica de las Ciencias Experimentales como campo de conocimiento que asume la complejidad de la enseñanza y del aprendizaje de las Ciencias.

Para ello presentaremos una breve introducción histórica de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, sus fundamentos desde otras disciplinas científicas y sociales, y los síntomas de su progresiva emancipación.

Se hace posible hablar en este contexto de una enseñanza tradicional de la ciencia —que pone su énfasis en el conocimiento de los científicos— y de una auténtica Didáctica de las Ciencias

que intenta dar respuestas razonadas a los grandes retos actuales de formación científica del ciudadano. Para ello debe apoyarse en los tres vértices del llamado triángulo didáctico: conocimiento científico, profesor y alumno. En esta evolución se han ido conformando distintos modos de entender la enseñanza y el aprendizaje –modelos didácticos–, cuyas características más relevantes comentaremos, así como sus implicaciones en el aula. Concluiremos con un intento de predecir los retos futuros para la Didáctica de las Ciencias y algunas vías de solución a los mismos.



“El papel de los museos en la enseñanza de la ciencia”

Ernesto Páramo Sureda. Parque de las Ciencias. Granada

En las sociedades desarrolladas las estrategias educativas y los recursos didácticos disponibles desbordan los límites del propio Sistema Educativo Formal. La realidad es mucho más rica, dinámica y flexible. En el campo de la cultura científica los “Nuevos Museos de Ciencia” están desempeñando un importante papel dinamizador que numerosos educadores utilizan como un recurso para el propio trabajo escolar.

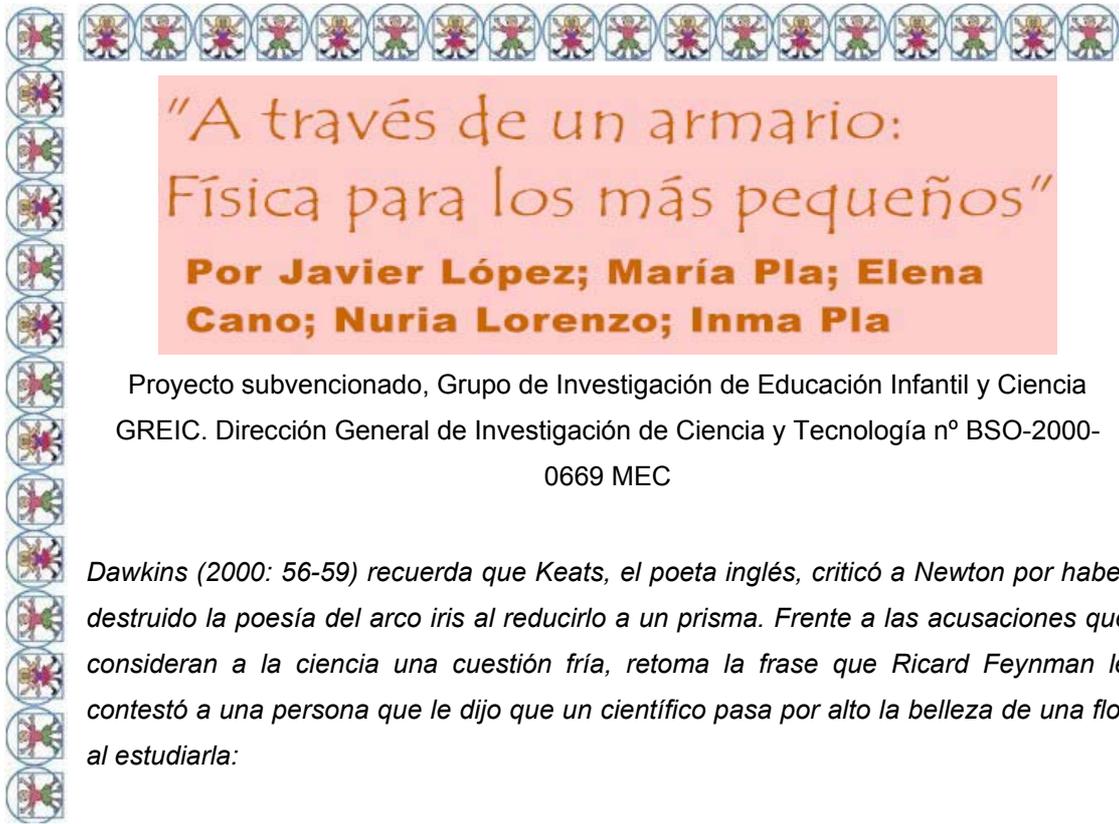
En mi intervención presentaré la situación actual de los Museos de Ciencia y Planetarios en España y trataré de exponer los objetivos generales del Parque de las Ciencias de Granada y su posición respecto al Sistema Educativo Formal, describiendo las propuestas de Comunicación de la Ciencia disponibles en nuestro centro con ejemplos concretos.

Para terminar, haré una reflexión sobre algunas claves en la interacción Museo-Sistema Educativo, destacando las diferencias entre distintas ofertas culturales, educativas y de ocio. Queremos que el museo sea un espacio inteligente e inteligible, por ello tan peligroso para nosotros es aburrir como distraer. Claro que necesitamos atraer el interés de los visitantes, pero no a cualquier precio. Nuestros centros no son parques de atracciones.



A large orange graphic element consisting of a rectangle on top and a triangle pointing downwards on the bottom right, partially overlapping the text.

COMUNICACIONES



"A través de un armario: Física para los más pequeños"

**Por Javier López; María Pla; Elena
Cano; Nuria Lorenzo; Inma Pla**

Proyecto subvencionado, Grupo de Investigación de Educación Infantil y Ciencia
GREIC. Dirección General de Investigación de Ciencia y Tecnología nº BSO-2000-
0669 MEC

Dawkins (2000: 56-59) recuerda que Keats, el poeta inglés, criticó a Newton por haber destruido la poesía del arco iris al reducirlo a un prisma. Frente a las acusaciones que consideran a la ciencia una cuestión fría, retoma la frase que Ricard Feynman le contestó a una persona que le dijo que un científico pasa por alto la belleza de una flor al estudiarla:

La belleza que está aquí para ti también está a mi alcance. Pero yo veo una belleza más profunda a la que no es tan fácil acceder. Puedo ver las complicadas interacciones de la flor. El color de la flor es rojo. ¿Acaso el hecho de que la planta tenga color significa que evolucionó para atraer a los insectos? Esto añade una pregunta adicional. ¿Pueden los insectos ver el color?. ¿Poseen un sentido estético? Y así sucesivamente. No veo que el hecho de estudiar una flor le reste nada de su belleza. Sólo le añade.

(DAWKINS, Richard (2000), Destejiendo el arco iris. Ciencia, ilusión y el deseo de asombro. Barcelona: Tusquets Editores y Fundació La Caixa)

Lucy mira en un armario

Había una vez dos niños. Los evacuaron de Londres durante la guerra a causa de los bombardeos. Los enviaron a casa de un viejo profesor. El primer día de su estancia en la vieja casa empezaron sus exploraciones. Encontraron un viejo armario, pero tal vez no valiese la pena abrirlo y marcharon en tropel a descubrir nuevas cosas, todos menos Lucy, una de las niñas. Se quedó rezagada, pensó que tal vez valiera la pena intentar abrir la puerta del armario, aun cuando estaba casi segura de que la hallaría cerrada con llave. Para su sorpresa se abrió con la mayor facilidad. Se metió dentro del armario, dejando abierta la puerta. Allá dentro la oscuridad era casi completa y Lucy andaba con los brazos extendidos hacia delante. Avanzando en la oscuridad, de pronto, vio que a lo lejos había una luz... así fue como descubrió un país imaginario. Existe un país al que se llega a través

de un armario. Así fue como los niños les decía; “mantened los ojos bien abiertos. Dios me valga, ¿qué les enseñan en esas escuelas?”.

Era el comienzo de grandes emociones, de entrar en el inmenso territorio de la imaginación: jugar con la ciencia!!!

(Adaptación libre de las crónicas de Narnia: El león, la bruja y el armario de Clive S. Lewis. Barcelona. Afaguara 2000.)

LA INTEGRACIÓN DE LAS CIENCIAS FÍSICAS EN EL CURRÍCULUM DE LA EDUCACIÓN INFANTIL

La ciencia no es sólo el conocimiento que adquirimos o hemos adquirido a través del estudio, sino también aquel que proviene del proceso o camino que utilizamos para observar el ambiente físico y la actitud que desarrollamos hacia el mundo y las cosas que nos envuelven. La importancia de enseñar ciencias a los niños y niñas pequeñas se debe centrar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y no como productos o contenidos a enseñar y aprender. La ciencia, desgraciadamente, se enseña de manera habitual a través de demostraciones y lecciones estructuradas en hechos, conceptos y generalizaciones, y no mediante una interacción activa y exploratoria por parte de los niños y niñas. Pero para enseñar ciencia debemos realizar un proceso de aproximación a los niños y niñas pequeñas que posibilite una forma de aprendizaje compatible con su desarrollo cognitivo.

La reflexión teórica para estructurar un currículum de ciencias para los escolares de educación infantil, debe integrar la construcción de conocimientos a partir de experiencias explicadas y promovidas de manera activa para que los escolares inicien acciones sobre los objetos observando los cambios.

Los escolares deben ser motivados a actuar en su aprendizaje para aprender de manera satisfactoria sobre algunos hechos o experiencias vividas. Observando su propio mundo se implican de manera positiva y significativa en los procesos científicos. Es necesario que exploren los objetos, las ideas que se derivan, como un proceso continuado de asimilación. Durante el tiempo de asimilación, si los conceptos se cambian o se forman nuevas ideas y constructos, el proceso es positivo y tiene lugar la acomodación y es a partir de los procesos de asimilación mental y de acomodación que se estructura el aprendizaje. De esta manera los niños están construyendo su propio conocimiento, ya que las funciones esenciales de la inteligencia consisten en la comprensión y la invención, es decir, en la construcción y estructuración de la realidad. Los escolares adquieren, o bien tendrían que adquirir, a través de sus aprendizajes científicos tres tipos de conocimientos: sobre el mundo físico, lógico, matemático y social.

El conocimiento físico se inscribe en el aprendizaje que los niños y las niñas asimilan directamente a través del contacto con los objetos, conocimiento que incluye información sobre

las propiedades de los objetos y como éstas reaccionan frente a las diversas acciones que los escolares ejercitan cuando los manipulan.

Los conocimientos lógico-matemáticos se desarrollan cuando los más pequeños crean e inventan relaciones entre los objetos.

Por último, el conocimiento social es aquel que los escolares asimilan a partir de la propia cultura en la que están inmersos y en la interacción que tienen con las personas que les envuelven.

LA NECESIDAD DE REALIZAR EXPERIENCIAS GLOBALIZADAS

En la etapa infantil, por la manera sincrética en la que los niños perciben el mundo, la globalización es, tal vez, la manera idónea de acercarnos a la realidad. La actividad globalizadora funciona espontáneamente en el niño y permite adquisiciones tan importantes como el lenguaje o el conocimiento del medio material y social.

El principio de globalización nos dice que el aprendizaje no se produce por simple adición o acumulación de nuevos elementos a la estructura cognoscitiva del alumno, sino que las personas construimos esquemas de conocimiento, los elementos de los cuales mantienen entre sí numerosas y complejas relaciones. El aprendizaje significativo es, por definición, un aprendizaje globalizado, en la medida en la que el nuevo material de aprendizaje se relaciona de forma sustantiva y no arbitraria con aquello que el alumno ya sabe.

En la propuesta que presentamos, los objetivos de la globalización toman todo su nuevo sentir en tanto que ofrecen abundantes oportunidades a los escolares para iniciar experiencias, profundizar en las capacidades iniciales de sensación y percepción y conocer las cosas y sus “por qué” y “para qué” sin divisiones. Así, entre los objetivos de la globalización y la realización de investigación científica en el aula se pueden encontrar muchas coincidencias, ya que ambas cosas pretenden:

1. Estimular el interés del niño mediante la creación de un ambiente físico y intelectual motivador
2. Procurar que los niños pregunten todo lo que se les pueda ocurrir en torno a un hecho o acontecimiento
3. Conseguir que los niños investiguen la información necesaria para responder a sus propias cuestiones
4. Reunir datos informativos de fuentes diversas: libros, imágenes, programas de televisión, excursiones, personas, etc.
5. Animar a los niños para que formulen hipótesis orientadas a dar soluciones tentativas a los problemas planteados a partir de una información inicial.

6. Verificar estas hipótesis, reuniendo, comprobando y contrastando informaciones alternativas.
7. Resumir la información encontrada y comunicársela a los demás.
8. Reflexionar sobre los encuentros realizados y su finalidad.

Incluso se puede establecer un cierto paralelismo entre la propuesta decrolyana de actividades y los pasos de la investigación científica en el sentido que se plantea el paso del contacto directo (observación y medida) al contacto indirecto (asociación) y a la expresión personal de las observaciones, asociaciones, conceptos, dibujos, sonidos, imágenes, emociones, etc.

Por otro lado, en estas edades se constata la necesidad de tocar. Como dice el propio Decroly, el hábito de observar y comparar directamente es aquello que ayuda más a profundizar en el conocimiento de las propiedades, relaciones, estructuras, abstracciones y opiniones.

Debido a todas estas razones pedagógicas, en el marco de esta propuesta propugnamos la utilización de una metodología globalizada y activa que permita que el niño sea el verdadero protagonista de sus aprendizajes.

LAS CIENCIAS COMO HERRAMIENTAS DE COMUNICACION

Las ciencias forman parte de nuestra vida cotidiana. A menudo nos olvidamos que es ciencia todo aquello que nos rodea: nuestro cuerpo en movimiento, el imán que atrae a un hierro, un trozo de hielo, la luz artificial, ... hechos que pasan desapercibidos tanto por el ambiente familiar que rodea al niño como también por la escuela infantil.

En cambio, la sociedad considera imprescindible el conocimiento de las ciencias y su aplicación, no solamente porque el niño haga suyo un conocimiento intelectual y técnico necesario para el desarrollo de conceptos y habilidades, sino también porque a través de ellas puede construir significativa y funcionalmente sus aprendizajes y resolver problemas y dificultades del quehacer de cada día.

Nos cuestionamos si el conocimiento de las ciencias, por su importancia, debería ser un contenido troncal propio del curriculum destinado a nuestros pequeños o, más bien podría ser un eje transversal en la planificación curricular. Sería necesario reflexionar, especialmente desde el punto de vista de la comprensión y construcción de significados y de la interacción entre el niño y el mundo que le rodea.

Grandes pedagogos como Montessori, Decroly o Freinet ya nos advertían que el niño construye sus ideas sobre el mundo durante sus primeros años de vida y que este conocimiento es adquirido de forma global, en contacto directo con el entorno más inmediato. Resulta difícil seleccionar aquellos contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales

sobre las ciencias físicas que pueden llegar a ser útiles y básicos para los niños y niñas de estas edades y, mucho más, que lleguen a ser el resultado de su relación con el entorno que les rodea.

De todas maneras, si partimos del hecho de que las ciencias físicas son un instrumento de comunicación y expresión de las experiencias vividas por el niño, deben tener un cuerpo de contenidos propios sin que permanezcan aislados de otros contenidos que forman parte del currículum de la Educación Infantil. Los procedimientos basados en la reflexión, la observación y la acción deben ser la espiral básica del tratamiento de las ciencias en la escuela, ya sea en educación infantil como primaria, conjuntamente con el resto de las áreas de experiencia.

Pero pensar en el valor de la ciencia únicamente en términos procedimentales sería devaluarla considerablemente.

El desarrollo de actitudes y normas, así como de primeras informaciones o aproximaciones a determinados conceptos físicos proporcionan interconexiones entre varias ideas y experiencias, y sin duda, propiciarán la aparición de problemas, de críticas, de irrationalidades e incoherencias..., en definitiva, favorecen el desarrollo de capacidades intelectuales y técnicas y un pensamiento crítico-objetivo.

JUSTIFICACIÓN DEL POR QUÉ DE ESPACIOS DESTINADOS AL TRABAJO Y AL JUEGO CON LAS CIENCIAS FÍSICAS EN EL AULA DE EDUCACIÓN INFANTIL

En nuestra aportación proponemos un armario para trabajar las ciencias físicas en la educación infantil. Un armario en el que los niños puedan desarrollar procesos científicos que, a partir de su manipulación les aporten oportunidades para descubrir las propiedades físicas de los objetos mediante las propias acciones y tengan la oportunidad de construir relaciones significativas, ya que cuando los niños actúan sobre los objetos utilizan procesos científicos que pertenecen a todas las disciplinas científicas y que calificamos como observar, clasificar, comparar, comunicar, inferir, establecer predicciones, utilizar nombres, medir, utilizar relaciones espacio-temporales y derivar conclusiones de las investigaciones.

En esta propuesta de armario de ciencias hay, en definitiva, un sentido de formación hacia los profesionales de la educación infantil y que quisiéramos centrar en la actitud de los profesores hacia la ciencia. Es preciso una preparación más profunda y más sensibilizada hacia esta faceta del conocimiento y un proceso de aproximación a la ciencia más compatible y positivo con el propio crecimiento y desarrollo. Desde esta perspectiva un armario puede llegar a ser como una obligación en el aula o en la escuela. El armario puede convertirse en el punto de encuentro que nos permita guiar a los escolares para que interactúen con los materiales, puede llegar a ser un hecho importante para avanzar hacia el conocimiento científico. Serán necesarios profesores y profesoras curiosos que sepan cuando es preciso intervenir con una

pregunta o un sugerencia, y con ganas de realizar investigación, a la vez que observan las reacciones de los niños desplegando con ellos un sentido lúdico y cálido. Es necesario pues, el espíritu de observación y el entusiasmo de los adultos hacia la ciencia. Profesores que lleguen a ser buenos mediadores, conocedores de los contenidos y estrategias que gocen enseñando y encuentren placer en los temas y materiales que presentan a los alumnos, profesionales que comprendan cómo los niños y niñas construyen el conocimiento, cómo se preparan y adoptan procesos para aproximarse a la ciencia y cómo se desarrolla su interés y curiosidad para aprender.

QUÉ SE PRETENDE TRABAJAR

En la vida cotidiana el niño se encuentra inmerso entre máquinas, fenómenos, acciones, cambios, reacciones,... que contribuyen no solamente a que comprenda mejor la realidad que le rodea, sino que también le aporten instrumentos para resolver problemas y situaciones complejas, tanto en el plano individual, como también en el colectivo. Y a menudo, el estudio de estos tópicos se encuentra ignorado por las disciplinas curriculares que la escuela propone. El aprendizaje de conceptos, procedimientos, actitudes científicas presuponen el desarrollo de muchas funciones intelectuales. Vigostsky así nos lo decía, no es posible un proceso de aprendizaje que no tenga en cuenta una evolución de los conceptos científicos, un proceso de aprendizaje que, sin ninguna duda, debe ser integral y armónico.

No es fácil seleccionar tópicos científicos relacionados con experiencias, con hechos o con objetos del entorno más inmediato que rodea al niño. Aunque existe un gran número de temas que podrían ser estudiados o al menos observados y contrastados por los pequeños, tampoco podemos olvidar que son limitados los tópicos que nos permiten partir de los conocimientos, preconcepciones, ideas previas delimitables en su pensamiento, o aquellos que han entrado en contacto directo y poseen una entidad mental intuitiva o, en todo caso, imprecisa.

La reacción que provoca mezclar jabón y agua, pesar objetos, atraer elementos metálicos, hacer rodar una pelota por una calle con pendiente, ver aumentado su propio cuerpo,... son acciones con las que los pequeños conviven, pero que el adulto, frecuentemente no considera que el niño pueda sentirse interesado, y en cambio, le aporta información y experiencias motivadoras e inéditas. El pequeño sabe muchas cosas, las ha vivido, se ha dado cuenta de que estaban pasando y toma conciencia, las estructura y organiza mentalmente.

Partiendo entonces de estas premisas, los temas que proponemos trabajar con los niños y niñas son:

“Burbujas de jabón”, “Balanzas”, “Imanes”, “Bolas en raíles inclinados”, “Engranajes y poleas” y “Lupas”.

CÓMO SE PRETENDEN LLEVAR A CABO. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades que se propongan en el taller tienen que tener un sentido plenamente lúdico. El juego tiene que ser entendido como un medio que se ofrece al pequeño oportunidades para aprender, y por lo tanto, una ayuda para el progresivo desarrollo de sus capacidades y actitudes (observar, concentrarse, explorar, colaborar, explicar, planificar, interpretar, preguntar y responder a preguntas, medir, hablar y comunicar), también debe tener un claro carácter dirigido hacia el ocio y la diversión del pequeño. Éste tiene la necesidad de jugar, ya sea de forma espontánea, individual, libre, como dirigida, o grupal, y por lo tanto no nos será nada difícil aprovechar esta necesidad sentida para transformarla en una fuente de aprendizaje. También resulta curioso que el niño quiera saber cosas y probarlas, que quiera experimentar. No hay ninguna duda que debemos ser capaces de integrar todos estos aspectos en las actividades que llevemos a cabo con los pequeños.

Las actividades podrán ser realizadas en pequeños grupos, grandes grupos, o individualmente, en función de los contenidos y objetivos que se deseen trabajar. Y en función de los conocimientos iniciales del escolar seleccionaremos el tema utilizando para ello actividades de exploración / iniciación al tema (diálogo, conversación, canciones, etc.), para pasar a trabajar plenamente con las actividades propias para la construcción de significados (fichas de trabajo, observación directa / indirecta del proceso, manipulación del material, realización de experimentos, etc). Por otra parte, nos será de gran utilidad disponer de actividades de ampliación o de refuerzo, que permitan profundizar en el tema, con el objetivo de ir adecuando los intereses y las necesidades de cada pequeño.

El niño será el protagonista en la realización de las actividades. La maestra guiará y ayudará al niño en su trabajo, pero en ningún momento realizará las acciones que debe realizar el pequeño, aunque éstas sean muy nuevas y divertidas. Será el alumno el que decida cuál es la innovación y el grado de diversión que causan estas actividades. La maestra, dentro de un marco de tolerancia y respeto, debe dejar que el pequeño invente, cree, imagine, exprese lo que siente, pregunte los por qué de unas cosas y no de otras, sea creativo... y esto sólo se conseguirá si se deja que el pequeño pueda manifestarlo dentro de un clima de trabajo relajado, activo, distendido, flexible, libre y autónomo... y sobre todo de “dejar hacer”, en el sentido en que el pequeño pueda satisfacer su necesidad de conocer. Detrás tienen que quedar los esquemas de trabajo rígidos, basados en la realización de las actividades dentro de un ambiente lleno de reglas, normas y de una disciplina extrínseca, que únicamente consigue inhibir las acciones y el pensamiento del pequeño.

Listado de material

BALANZAS: Balanzas Vulcano, Frutas de plástico, Algodón, Bolas grandes, Dados grandes, Cochecitos, Vasos de plástico (para las balanzas), Cuerdas y el juego “Explora las balanzas”.

IMANES: Cubetas azules (para pescar con agua), Fauna marina (para la pesca con imanes), Papel de aluminio (para la pesca), Imanes de diferentes formas y tamaños (de herradura, de barra, como botones, para colgar en la nevera con forma de frutas, de animales, etc.), juego de galton toys para el plano indicado con piezas imantadas, Juego de pesca (caña + peces con imanes en la boca), Papel con motivos marineros para forrar una caja, Láminas de barro y/o plastelina para hacer circuitos, Alicates.

BURBUJAS DE JABÓN: Cubitos transparentes para la mezcla de agua, jabón y glicerina, Vasos transparentes (como dosis para la mezcla), Jabón (la marca que funciona mejor es Joy, no comercializada en España, y Froggie), Glicerina, Herramientas para hacer burbujas: alambre, listones y cordones, Herramientas para hacer burbujas ya comercializadas.

RODAMIENTO DE BOLAS (PLANO INCLINADO): Raíles inclinados de hierro, Bloques lógicos imantados, Pelotas de ping-pong, corcho, porexpan, goma,...

ENGRANAJES Y POLEAS: Engranajes de diferentes tipos, Poleas.

ÓPTICA / LUZ: Papel celofán de diferentes colores, Proyector de diapositivas (sombras chinescas), Lupas, Botes con la tapa de lentes de aumento.

GENERAL: Material general de imprenta (lápices, tijeras, etc.), Plastelina, Clips, Cola, Cartulina, Cinta aislante (tanto para las herramientas utilizadas para hacer las burbujas, como para asegurar el cordón a los vasos en la construcción de la balanza casera), Toallitas de papel, Botes y botecitos, Tapones de cera, Guías didácticas, Libros para los escolares referidos a temas científicos, Vídeos sobre ciencias en Educación Infantil.

DISEÑO DEL SEGUIMIENTO DE LA EXPERIMENTACIÓN

La principal finalidad de este material experimental es comprobar la funcionalidad de los mismos y avanzar en la búsqueda de materiales curriculares que permitan el trabajo de ciencias en las aulas de educación infantil.

Los materiales y experiencias que se explicitan son una propuesta que es necesario comprobar su funcionamiento en la práctica. Pueden existir ideas que no se puedan llevarse a cabo dentro del aula por diversos motivos y que por lo tanto, se deben desestimar, también pueden haber experiencias en principio no previstas pero que, una vez realizadas en clase, pueden incorporarse en la propuesta presentada. Es por ello, que es preciso revisar las intenciones e ideas iniciales a la luz de la experimentación en las aulas infantiles. Es con las ideas de todos (maestros y niños), con las que podremos mejorar nuestro proyecto.

El seguimiento de la propuesta se realizará mediante:

- Profesionales y equipo investigador que visiten las aulas y los maestros con el objetivo de recoger:
 - o Cómo se está llevando a cabo la experimentación (registro de vídeo y posterior análisis del contenido, observación participativa en el aula, técnicas de recogida de datos...)

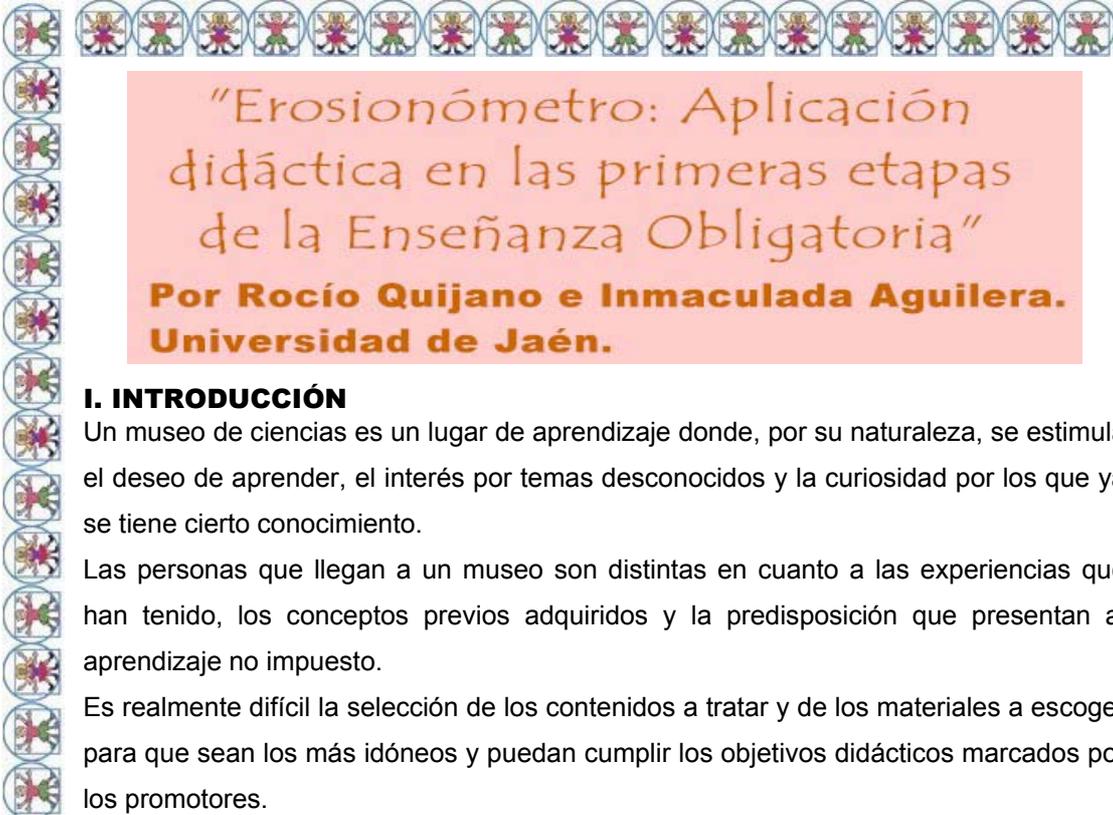
- Impresiones de las maestras (realizando entrevistas semi-estructuradas) y de los escolares.
- Reuniones entre el equipo investigador y las maestras en las aulas en las que se realizará la investigación.
- Evaluación del material utilizado.

Finalmente, se elaborará una memoria donde se presente todo el desarrollo y la evaluación de la investigación.

Bibliografía

- DEPARTMENT FOR EDUCATION AND EMPLOYMENT (1999) Early Learning Goals. Londres: Qualifications and Curriculum Authority.
- LEDERMAN, L. (1999), ¿Sabe usted cuánto tiempo dura una pompa de jabón?. El País, 28 de julio, pág. 30.
- OROZCO, L. (1999), El invento del método científico. El País, 22 de septiembre, pág.39.
- ALIBERAS, J. (1989). Didáctica de les Ciències. Vic: Eumo Editorial.
- ARCA, M., GUIDONI, P.; MAZZOLI, P. (1990). Enseñar ciencia. Cómo empezar reflexiones para una educación científica de base. Barcelona: Paidós. (Paidós Educador; "Rosa Sensat")
- BENLLOCH, M. (1992). Ciencias en el parvulario. Barcelona: Paidós (Paidós Educador)
- COHEN, D.; MacKEITH (1993) El desarrollo de la imaginación. Barcelona: Paidós.
- CUBERO, R. (1989). Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Sevilla: Diada Editoras.
- DONALDSON, M.(1997) La mente de los niños. Madrid: Morata.
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1989). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata/M.E.C.
- DUCKWORTH, E. (1987) Cómo tener ideas maravillosas. Madrid: MEC (Visor Aprendizaje)
- EINSTEIN, A.; ENFIELD, I. ((1938) The evolution of Physics. Cambridge: Cambridge University Press.
- FEYNMAN, R. (1988) Qué me importa lo que piensen los demás. Madrid: Alianza
- HARLEN, W. (1989) Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Madrid: Morata/M.E.C.
- KAMII, C., DEVRIES, R. (1989). El conocimiento físico en la educación preescolar. Madrid: Siglo XXI de España Editores, S.A.
- LEDERMAN, L. (1998) Entrevista a León Lederman. El País, 2-9-98, p. 28 (original del New York Times News Services)
- OCDE (1995), Análisis del panorama educativo. Los indicadores de la OCDE 1995. París: Centro de Publicaciones de la OCDE.
- PLA, M. (1994), Introducción a la Educación Infantil. Barcelona: Barcanova.
- PLA, M.; BOIX, R.; CANO, E. (1992), Preconcepcions científiques a l'Escola Infantil. A Actes del 3r. Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Vic: Eumo Editorial.

- PLA, M.; BOIX, R.; CANO, E. (1992), Sciences in Early Childhood School: Determining Factors to the Improvement of Educational Quality. A les Actes de la Second European Conference on the Quality of Early Childhood Education. Worcester: CIDREE.
- PORLÁN, R., GARCÍA, J.E. y CAÑAL, P. (1988). Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias. Sevilla: Diada Editoras.
- SMITH, E. (1974) This is Science. En: Mc INTYRE Early Childhood and Science. Washington: N.S.T.A.
- TOUGH, J. (1987). El Lenguaje Oral en la Escuela. Madrid: Aprendizaje Visor/M.E.C.



"Erosionómetro: Aplicación
 didáctica en las primeras etapas
 de la Enseñanza Obligatoria"
Por Rocío Quijano e Inmaculada Aguilera.
Universidad de Jaén.

I. INTRODUCCIÓN

Un museo de ciencias es un lugar de aprendizaje donde, por su naturaleza, se estimula el deseo de aprender, el interés por temas desconocidos y la curiosidad por los que ya se tiene cierto conocimiento.

Las personas que llegan a un museo son distintas en cuanto a las experiencias que han tenido, los conceptos previos adquiridos y la predisposición que presentan al aprendizaje no impuesto.

Es realmente difícil la selección de los contenidos a tratar y de los materiales a escoger para que sean los más idóneos y puedan cumplir los objetivos didácticos marcados por los promotores.

Para nuestro trabajo hemos escogido el módulo denominado "EROSIONÓMETRO", ya que en los contenidos de las primeras etapas de la enseñanza obligatoria se incluye el estudio de los procesos de erosión. Es frecuente encontrar en los Parques y Museos de las Ciencias una actividad interactiva como la mencionada más arriba. Por ello consideramos oportuno la realización de la presente investigación. Este trabajo se basa en el estudio realizado para comprobar la posibilidad del aprovechamiento didáctico de dicho material y su relación con los diferentes contenidos reflejados en el Diseño Curricular propuesto por la L.O.G.S.E.

II. ¿QUÉ ES EL EROSIONÓMETRO?

Es un aparato didáctico que nos muestra de forma clara el desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, en concreto por el agua. Presenta dos compartimentos, uno de ellos presenta un terreno con desniveles y con cubierta vegetal; el otro compartimento es igual pero sin cubierta vegetal, sólo tierra.

El sistema funciona cuando se presiona un botón que activa un dispositivo que desencadena una lluvia en ambas partes; al presentar cierto desnivel con inclinación suficiente como para que cualquier fluido se deslice se puede comparar cómo el agua actúa en las dos zonas. El efecto que se produce al dispararse el mecanismo es el de la erosión en el terreno, mostrándonos la diferencia existente entre la producida en un terreno con vegetación y el que no la tiene. Sufre más desgaste en el suelo el segundo ya que, evidentemente, en el primero se evita el arrastre de abundante material edáfico y se produce menos sedimentación, al existir protección por parte de la cubierta vegetal.

III. CONTENIDOS QUE TRATA EL EROSIONÓMETRO INCLUIDOS Y PROPUESTOS POR LA L.O.G.S.E. EN LOS PRIMEROS NIVELES EDUCATIVOS DE LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA

Este tema se relaciona con el contenido de “La erosión de la superficie terrestre”, incluidos todos los temas asociados al mismo como son: arrastre de materiales, efectos del arrastre, sedimentación, efectos de la sedimentación... También con los temas referentes a “desertización” y “re población”. Los contenidos en el área de Conocimiento del Medio son:

1.- El paisaje: se agrupan en este bloque los contenidos que hacen referencia a los elementos que forman el paisaje y a algunas de sus relaciones, así como a las modificaciones que el hombre ha introducido en él (desertización, por ejemplo). Se estudian principalmente los elementos que configuran el paisaje natural: el relieve, la vegetación... De esta forma se puede ver la diferente acción que ejerce un agente externo sobre estos dos paisajes diferentes y cómo la acción del hombre puede llegar a convertir un paisaje con vegetación abundante en uno desértico -desforestación por incendios, construcciones, tala de árboles de forma indiscriminada...-. De esta manera se prepara al alumno para que sistemáticamente observe el paisaje y los elementos que lo configuran; se le sensibiliza para que respete y vele por la conservación del paisaje y se interese e identifique los elementos más característicos del mismo valorando la diversidad del entorno.

2.- El medio físico: se agrupan en este bloque los contenidos referidos a los componentes básicos del medio físico –el aire, el cielo, las rocas y el suelo-. Se trata de poner las bases que permitan comprender e interpretar el medio físico. Se estudia la importancia de las rocas y el relieve en la configuración del paisaje en función de la erosionabilidad de aquellas. También se relaciona con parte del ciclo del agua y su acción sobre el suelo.

3.- Los seres vivos: en torno a este bloque se agrupan los contenidos referentes a las características básicas de los seres vivos y la comprensión de cómo las mismas se manifiestan en los animales y plantas presentes en el entorno.

Son de particular interés las plantas, tanto para ver su influencia en el medio físico como la interacción entre ambos. Se intenta despertar en el niño el mayor respeto posible por las normas de mantenimiento y cuidado de las plantas del entorno.

IV. RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LOS CONTENIDOS DIDÁCTICOS QUE OFRECE EL EROSIONÓMETRO Y LOS PROPUESTOS POR LA L.O.G.S.E.

Nos parece que existe una adecuación satisfactoria entre los contenidos y la propuesta didáctica de este material, siempre y cuando acompañe un guía o un profesor a los niños que visitan el museo. Por sí sola la actividad no hace una referencia explícita de todos los contenidos reseñados. Al niño visitante se le deben de explicar los preconceptos aprendidos aludidos al inicio del presente trabajo, bien previamente a la visita o durante ella. Si esto no es posible se pueden completar esos conocimientos posteriormente a la visita.

La aplicación didáctica de este material es múltiple pero se corre el riesgo de no extraer todo el potencial docente que posee por falta de una información adecuada. Creemos que se complementaría perfectamente con unos esquemas relacionales entre los contenidos y lo observable, como los que se indican en la tabla 1.

En esta tabla se aprecian las fases en las que puede dividirse el proceso de la erosión -que se manifiesta de forma experimental en el módulo del erosionómetro- junto con los contenidos incluidos en las primeras etapas de enseñanza obligatoria.

Se presenta a un lado de la tabla la representación esquemática de los dos compartimentos de los que consta el erosionómetro y, aproximadamente, al lado la franja divisoria en la que se expresa el proceso físico que actuaría a ese, identificados según una relación de conceptos.

Los contenidos que se pueden estudiar de forma sucesiva en el erosionómetro van desde la caída de la lluvia sobre un paisaje -relacionado con el ciclo del agua-, a la erosión y transporte

Esta representación se observa en la siguiente tabla

Tabla 1.- Relación Erosionómetro/Contenidos de la Enseñanza Obligatoria

EROSIONOMETRO		FASES DE LOS CONTENIDOS QUE SE PUEDEN RELACIONAR EN EL EROSIONÓMETRO
Compartimento del erosionómetro sin cubierta vegetal	Compartimento del erosionómetro con cubierta vegetal	Lluvia -ciclo del agua-
		Erosión y transporte del material
		Transporte del material y modelado del material
		Sedimentación y transformación del mismo

del material que en su recorrido sobre la superficie va modelando el relieve para finalizar sedimentándose en un lugar donde va a transformar el entorno.

La sucesión y la relación de los contenidos implicados en la utilidad didáctica de este módulo se expresa en la tabla 2; en ella se estudia la comparación del efecto que causa la lluvia en dos superficies, una con cubierta vegetal y la otra sin protección vegetal.

Tabla 2.- Relación de contenidos que se pueden encontrar en el módulo "erosionómetro"

AGENTES EXTERNOS / CICLO DEL AGUA			
EL MEDIO FISICO DESNUDO		EL MEDIO FISICO CON SERES VIVOS (PLANTAS)	
Desertización natural y/o por causas humanas	Rocas – suelo	Vegetación	Conservación del suelo y del entorno
	Erosión y transporte	Poca erosión y casi ningún transporte	
	Modelado del relieve	No existe casi modificación en el suelo	
	Sedimentación abundante y transformación del medio	Inexistencia casi completa de sedimentación de materiales y de transformación del relieve	

Comprobamos que la secuencia que tiene lugar en un medio físico desnudo cuando el agua de la lluvia llega a un suelo con rocas es: inicialmente una fase en la que se produce una erosión del suelo, la cual provoca una fragmentación de parte de la superficie del terreno seguida de un transporte de materiales por las corrientes de agua que transcurren por una ladera, modelando la superficie en aquellos lugares por donde pase esa agua con fragmentos de suelo para terminar sedimentándose y transformando el lugar donde se produce el depósito de este material erosionado.

Las fases que se suceden en el medio físico con seres vivos (plantas) es el siguiente: a diferencia con lo anteriormente expuesto nos encontramos con que en un principio la erosión que se produce es escasa lo que, a su vez, ocasiona poco transporte, al existir poco material desprendido de la superficie terrestre.

Por tanto, el modelado de la misma es prácticamente inexistente; finalizando en un pobre aporte sedimentario que permite la conservación del suelo y del entorno en el que se han sucedido estos procesos.

En el caso de la erosión producida en un medio físico desnudo se le relaciona el proceso de erosión con la desertización natural y/o la producida por causas humanas.

V. CONCLUSIONES

- El potencial didáctico de este sistema de aprendizaje es enorme. El niño en edad escolar obligatoria puede llegar a relacionar y comprender mucho más claramente los conceptos y procedimientos enseñados en el centro escolar.
- Existe una clara concordancia con los contenidos reflejados en el Diseño Curricular propuesto por la L.O.G.S.E. para las primeras etapas de la Enseñanza Obligatoria. Se adecúan de forma óptima a los objetivos marcados por la Ley de Enseñanza actual.
- Es evidente la infrutilización que este material didáctico-experimental presenta en los Museos de Ciencias, ello se debe al escaso complemento informativo que se encuentra asociado al material denominado “erosionómetro”.
- La información que se presenta en este módulo es incompleta y presenta muy poco valor didáctico la consignada en el panel. Sería un complemento perfecto asociar unos cuadros en los que se permitiese visualizar unas relaciones entre lo que se observa en un aparato y los contenidos curriculares que se han aprendido o no con anterioridad a la utilización de este módulo didáctico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMAU, A. (1998). *Germen de una ciencia viva. Cuadernos de Pedagogía*, nº 269. Barcelona.pp.: 34-38.
- BERCIAL, M. T.; CALONGE, A. y GARCÍA, J. (2000). *Algunas consideraciones para el estudio de minerales y rocas. XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Madrid. Nivola. pp.: 637-641.*
- CODINA ESCOBAR, J. A.(1997). *La materia. Una visión interdisciplinar en Diversificación curricular. Cuadernos de Pedagogía*, nº 259. Barcelona.pp.: 31-35.
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. (1992). “Decreto 105/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las Enseñanzas correspondientes a la Educación Primaria en Andalucía”. (BOJA nº 56 de 20 de junio de 1992).
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. (1992). “Decreto 109/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las Enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria en Andalucía”. (BOJA nº 56 de 20 de junio de 1992).
- CUESTA, M.; DÍAZ PALACIO, M. P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTÍN, M. y PÉREZ ABAD, C. (2000). El aprendizaje en los museos y centros de ciencia. *Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias experimentales. Madrid. Eds. Martín Sánchez, M. y Morcillo Ortega, J. G. pp.: 182-187.*

- MORANTE BLÁZQUEZ, A. y RODRÍGUEZ MARTÍN, S. (1997). *Investigar el cuerpo humano. Cuadernos de Pedagogía*, nº 255. Barcelona.pp.: 20-24.



"Física en el aula: Dos experimentos sencillos de magnetismo"

Por M.J. Gómez; J. Julve; J.M. López A.; J.M. López S.; M.C. Refolio; A. Tiemblo. Instituto de Matemáticas y Física Fundamental. CSIC.

El Magnetismo (I)

Primer contacto con...



1

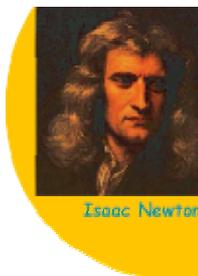
¿Qué debemos saber sobre la gravedad para entender este experimento?



La fuerza gravitatoria tiene lugar entre masas

LAS MASAS SON TODAS DE LA MISMA CLASE (TODAS SE ATRAEN)

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



Existe un solo tipo de masas y...



LA GRAVITACIÓN ES LA RESPONSABLE DE LA FUERZA CON QUE LA TIERRA NOS ATRAE, ES DECIR, EL PESO.

... todas las masas se atraen entre sí.

En conclusión, por la gravedad...

Las cosas tienen peso. Por ello, se pueden construir casas, las cuales, por la gravedad se mantienen; si no, se las llevaría el viento.

La Luna gira alrededor de la Tierra y la Tierra gira alrededor del Sol. Los satélites artificiales se mantienen en sus órbitas.

Debido a que el hombre conoce la ley de la Gravedad, ha podido llevar a cabo la "conquista espacial"

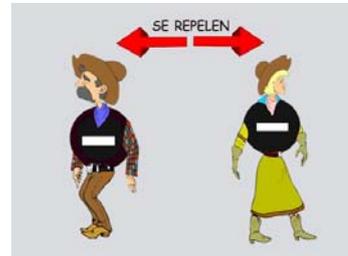
¿Y sobre la electricidad?



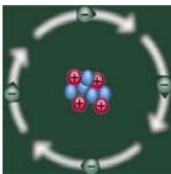
Las cargas eléctricas son de dos tipos distintos: positivas y negativas



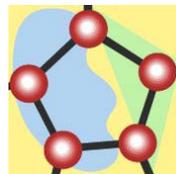
Las cargas eléctricas se pueden separar: por un lado las positivas y por otro las negativas



Las cargas del mismo tipo se repelen y las de distintos signo se atraen



Por el efecto de la fuerza entre cargas los electrones giran en torno al núcleo, formando los átomos



Asimismo son estas fuerzas las responsables de los enlaces que intervienen en la formación de las moléculas



El conocimiento de las leyes de la electricidad ha supuesto el desarrollo de la industria de los motores, los trenes de alta velocidad, los ordenadores, etc

En este experimento...

Podremos conocer el comportamiento semicuantitativo de los imanes, con las similitudes y diferencias entre la interacción magnética y las ya conocidas gravitatoria y eléctrica

El experimento

DESCRIPCIÓN



Estudiar las fuerzas magnéticas entre un imán y un material magnético no imantado

Observamos que...



..."el imán y la llave se atraen"

La fuerza, con que el **pequeño** imán atrae a la llave, es mayor que la fuerza de la gravedad con que la Tierra, de **gran tamaño**, atrae también a la llave.



¿Cómo medimos la fuerza que une a ambos?

1. Atamos la llave a una botella.

2. Echamos agua poco a poco ¿Qué ocurre?

3. ¿Qué cantidad de agua se ha necesitado para separarles?



Señalamos el nivel de agua en la botella; en el momento en que la llave se desprende del imán, el peso de la botella con el agua es igual y de sentido contrario a la “fuerza” con la que se atraen la llave y el imán. Hemos **medido la fuerza magnética**, determinando su valor: el peso.

Es importante saber que...

... tanto la gravedad como el magnetismo producen fuerzas de la misma naturaleza



La fuerza siempre es una fuerza

Pero el magnetismo es una fuerza a distancia que se propaga por el espacio. No es como la fuerza de contacto que se da entre el caballo y el carro: se parece más a la gravitación

Profundicemos en el proceso del magnetismo



La fuerza con que el imán atrae a la llave...

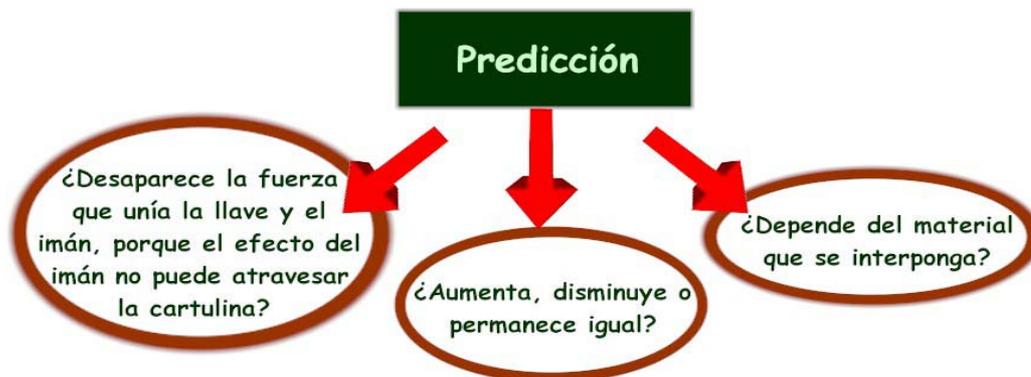
...¿Depende de la distancia entre los dos?



Ideemos un experimento que dé respuesta a esta pregunta

Se repite el experimento anterior, pero introduciendo una **cartulina o láminas de plástico** de distinto grosor entre la llave y el imán.

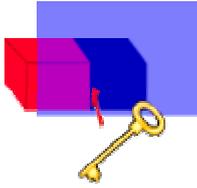
¿Qué ocurre?



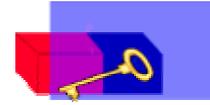
En este punto se pone de manifiesto que para hacer predicciones fundamentadas es necesario tener una "teoría" sobre el fenómeno.

Estas predicciones son las que hay que verificar experimentalmente

OBSERVAMOS QUE...



Si se pone una cartulina, un cuaderno o un libro entre el imán y la llave, se nota que **la fuerza de atracción disminuye.**



¿Cómo medimos la fuerza que une a ambos, cuando la distancia aumenta?



Aprendamos a utilizar instrumentos



Por medio de los instrumentos inventados por el hombre



VAMOS A INTRODUCIRNOS EN EL MUNDO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS



Si construimos un falso imán, es decir, con la misma apariencia pero de distinto material (por ejemplo de madera), observamos que no atrae a los objetos de hierro cuando están en su proximidad.



¿Qué existe en torno al imán verdadero que no existe en torno al falso y que, sin embargo, no podemos apreciar con nuestros sentidos?



Existen magnitudes que sólo podemos detectar mediante instrumentos. En el caso del campo magnético el instrumento más adecuado es un imán



El imán más apropiado para el experimento que vamos a realizar es la aguja imantada o **brújula**, que consiste en un pequeño imán montado de manera que pueda girar libremente sobre su punto central

Estudiemos las características del espacio que rodea al imán con ayuda de la brújula

Nos vamos al centro de la clase y nos hacemos la siguiente pregunta:

“¿Qué pasa con la brújula cuando no hay un imán en su proximidad?”

Resultado:

La brújula siempre se orienta en la misma forma: en la dirección NORTE-SUR

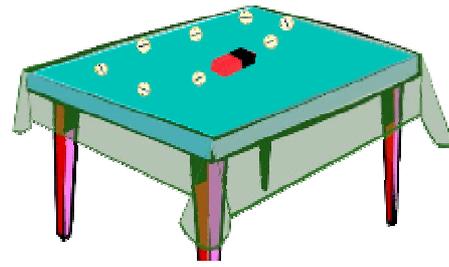
El lado del pequeño imán que forma la brújula, que siempre señala el norte geográfico (el rojo), recibe el nombre de **POLO NORTE MAGNÉTICO**. El otro, el azul, se llama **POLO SUR MAGNÉTICO**



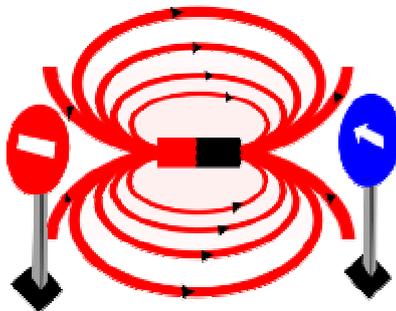
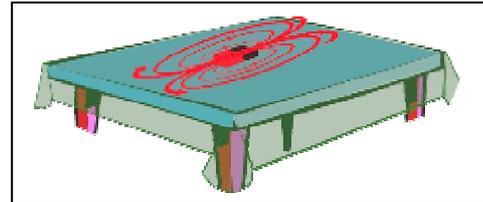
Puesto que la brújula “siente” algo que nosotros no apreciamos, diseñemos un experimento para estudiar la forma en que el imán modifica, desde el punto de vista “magnético”, el espacio que lo rodea.

EXPERIMENTO

Se sitúa un imán recto en el centro de la mesa, cubierta con un papel. Con una brújula se recorre la superficie de la mesa, dibujando una flecha en cada posición que indique la dirección señalada por la brújula



Se observa que la aguja de la brújula sigue una especie de “caminos” sobre la superficie de la mesa.



Faraday llamó a estos caminos “**líneas de campo**” Son como carreteras de dirección única que salen del POLO SUR del imán y se dirigen a su POLO NORTE. Las líneas de campo que hemos visto constituyen un campo magnético

RESULTADOS

1. El imán crea un campo magnético en el espacio que le rodea.
2. Los cuerpos magnéticos que están en ese campo son atraídos por el imán.
3. Cuanto más fuerte es el imán, desde el punto de vista magnético, mayor es el campo en el que se ven las líneas de campo y más lejos llegan.

Surge otra pregunta



¡ Que hablen los alumnos !



La brújula **siempre** señala al norte, y así lo podemos comprobar en cualquier lugar del colegio.

Este es el momento de llevar a cabo un juego en el cual los alumnos deban emplear la brújula y un plano con indicaciones para encontrar un supuesto tesoro escondido en el colegio.

El profesor, durante una discusión o mesa redonda, etc, puede hacer una pequeña trampa: Después de que los alumnos conozcan el comportamiento de la brújula, puede esconderse un imán debajo de la mesa donde esté situada la brújula. Los alumnos quedarán desconcertados. Así podrá observar sus comentarios y explicar los conceptos que no estén claros.

Actitudes y destrezas que se desarrollan en el alumno

- Cuantificación de las sensaciones (por medio de la medida de la fuerza entre el imán y el hierro) proporcional a la cantidad de agua en la botella.
- Curiosidad frente a cómo se produce la acción a distancia.
- Provocar la utilización de la imaginación para explicar el funcionamiento de la brújula (la Tierra es un imán, las palomas sienten la fuerza magnética y se orientan por ella, ...)
- Actitud de “ver” mediante instrumentos “cosas que no se ven con los sentidos.
- Sentido práctico en la utilización de los mapas, en este caso con el mapa del tesoro, con indicadores en color para los más pequeños . A los mayores se les puede hacer describir la ruta del viaje de Colón, mediante un mapa y una brújula.
- Destrezas en la experimentación, tanto en el proceso de medir como en la calibración de sus sensaciones por medio de la medida.
- Destrezas en el trazado de un mapa, tomando indicaciones con la brújula.

En cuanto a lenguaje...

- Aprendiendo palabras nuevas, cuyo significado lo obtienen de la manipulación de la realidad: magnetismo, polo, campo magnético, etc.
- Es importante explicar que la fuerza con que la Tierra atrae a la botella cuando se separan el imán y la llave, es la misma y opuesta que la que el imán ejerce sobre la llave; por eso se separan.
- Los conceptos de gravitación y magnetismo son distintos, pero las fuerzas son de la misma clase (**concepto único de fuerza**).

Para hacer en casa

Objetivo

Ver las diferencias entre los materiales magnéticos y los que no lo son

1. Observar campos magnéticos con la utilización del imán y la brújula.
2. Describir las observaciones y comentarlas en clase.
3. Hacer una lista de los materiales magnéticos que se encuentren en su casa, colegio, etc.



¿Qué es un campo magnético? ¿Qué efecto tiene un campo magnético? ¿Está la corriente eléctrica relacionada con el magnetismo? En este módulo iremos respondiendo a todas estas preguntas mediante experimentos muy sencillos que los alumnos pueden hacer fácilmente. Así mismo, se aportan unos conocimientos previos, necesarios para entender los experimentos que se describen.



Existe un solo tipo de masas y todas las masas se atraen entre sí. Conocemos la fuerza gravitatoria que tiene lugar entre masas:

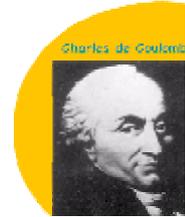
La gravitación es la responsable de la fuerza con que la Tierra nos atrae, es decir, el peso.





La fuerza eléctrica es la que tiene lugar entre cargas eléctricas

2



Pero no todas las cargas se atraen, como en el caso de la interacción gravitatoria; en este caso existen fuerzas de atracción y de repulsión.



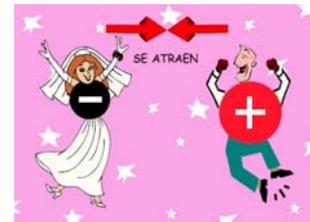
La razón es la existencia de dos clases de cargas, positivas y negativas, **que pueden ser separadas**



Las leyes de la interacción, como resultado de la existencia de dos tipos de cargas, son más complicadas que en el caso de la gravitación:



Las cargas iguales se repelen y las distintas se atraen



La intensidad de las fuerzas eléctricas es mayor que la de las fuerzas gravitatorias

3

Aproximadamente, un billón de billones de billones (10^{36} veces) más intensa. Por esa razón, cuando existe un desequilibrio de carga de una parte, en un billón de billones de billones, la fuerza eléctrica prevalece sobre la gravitatoria.

Además, sabemos que...

...todas las masas están constituidas por moléculas y átomos, y los átomos por núcleos positivos y electrones negativos.



Las cargas eléctricas pueden moverse por el interior de unos materiales llamados conductores

4

Los conductores (llamados así porque conducen la electricidad) pueden ser sólidos, como los metales, líquidos, como los electrolitos, o gaseosos como los gases de los tubos fluorescentes o de los anuncios luminosos.

Para que se muevan las cargas dentro de un conductor es necesario aplicar una diferencia de potencial, como la que producen las pilas.

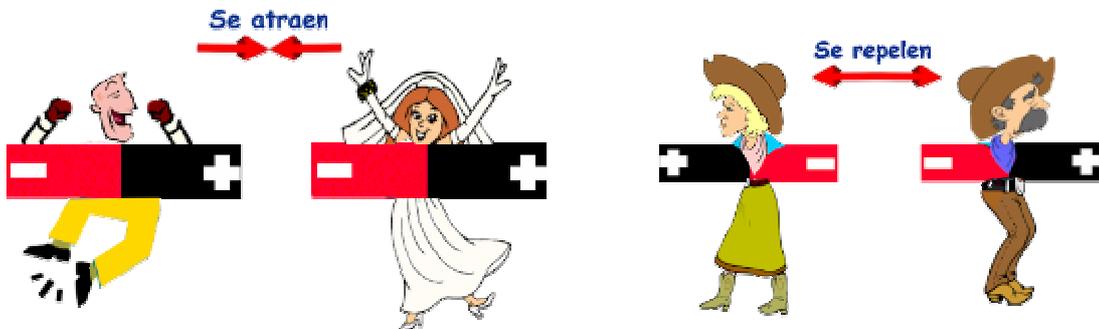
Las cargas que se mueven en el interior de los conductores son las mismas que las que producen las fuerzas eléctricas.



Estos polos son de dos tipos, norte y sur, de la misma manera que la carga eléctrica era de dos clases.

También, de manera similar al caso de la electricidad...

... los polos del mismo nombre se repelen y los de distinto se atraen



Pero, contrariamente al caso de la electricidad, la substancia que forma los polos, sea ésta la que sea, no aparece aisladamente: Nadie ha podido aislar un polo norte o sur:

Los polos magnéticos no se pueden separar



Los campos magnéticos, aunque no se pueden notar con nuestros sentidos, se pueden visualizar a través de instrumentos que transforman la interacción con un campo magnético en algo perceptible por nosotros.

En los experimentos que vamos a describir se utilizan para este fin la brújula y las limaduras de hierro.

Con la ayuda de estos medios hemos visto que los campos magnéticos producidos por los imanes crean unas líneas que salen de su polo sur y entran por su polo norte.



Además, sabemos que cuando un imán (por ejemplo una aguja magnética) se encuentra en un campo magnético se mueve y se orienta de manera que las líneas del campo también entren por su polo sur y salgan por el norte, recorriéndolo en toda su longitud.

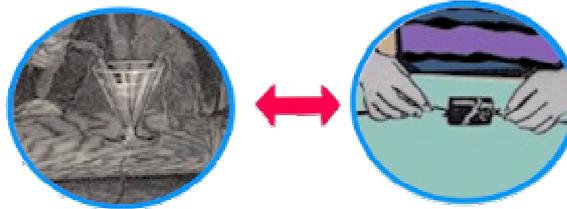
Descripción del Experimento de Oersted



Hans C. Oersted

DESCRIPCIÓN

Estudiar un campo magnético creado por una corriente eléctrica



Oersted utilizó una pila de Volta, construida con dos electrodos: uno de cobre y otro de zinc, en una solución de cloruro sódico en agua. Produce 1,1 voltios

La alumna utiliza una pila alcalina de 1,5 voltios

Con este experimento, Oersted revolucionó el estado del conocimiento en el siglo XIX, relacionando electricidad y magnetismo. Esta relación, que posibilita la construcción de motores, generadores y electroimanes tiene aplicaciones muy importantes en nuestra sociedad.

La alumna, al realizar este experimento, va a llegar a las mismas conclusiones que llegó Oersted; con ello será capaz de entender el principio de funcionamiento de generadores, electroimanes y motores que han cambiado nuestra sociedad.

Procedimientos

Con este bagaje de conocimientos previos, vamos a reconstruir el experimento de Hans Christian Oersted. Este investigador observó, en 1819, que una aguja magnética podía ser desviada por el efecto de una corriente eléctrica. Este descubrimiento puso de manifiesto la existencia de una conexión entre la electricidad y el magnetismo, hasta entonces tan distintos entre sí como la gravitación y la electricidad.

Las leyes que describen matemáticamente las interacciones magnéticas fueron desarrolladas por André Marie Ampère, que estudió las fuerzas entre cables por los que circulan corrientes eléctricas .

1

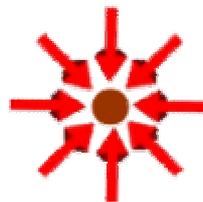
¿Qué ocurrirá si suspendemos de un hilo una aguja y la situamos sobre un cable?



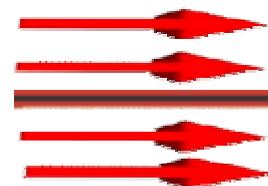
Ya sabemos que el paso de la corriente produce un campo magnético, puesto que ese es el resultado del experimento de Oersted; pero ese campo podría tomar múltiples formas.



Las líneas de campo podrían salir del cable como los rayos de luz.



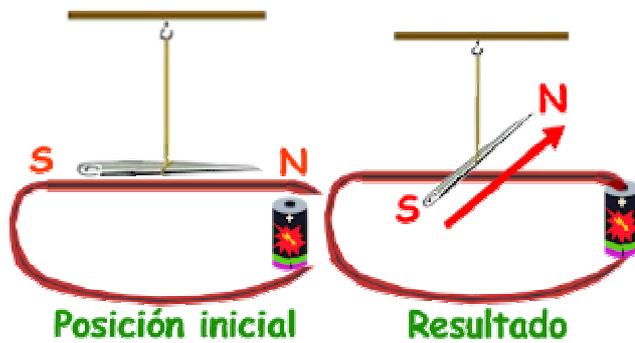
O podrían entrar en él siguiendo las mismas líneas.



Pero también podrían constituir líneas paralelas al conductor.

¿Tenemos alguna razón para elegir entre esas posibilidades?

¡NO! No tenemos ninguna razón para elegir. ¡Hay que ver qué ocurre!



El cable debe situarse en la dirección N-S de la Tierra

El resultado es que, cuando se establece la corriente, la aguja se mueve a una posición perpendicular al cable; como sabemos que el movimiento se ha producido para que las líneas del campo entren por el polo sur de la aguja y salgan por el norte, concluimos que por encima del cable se ha creado un campo cuyas líneas son perpendiculares al plano del papel y van hacia adentro.

Estas líneas existen solamente mientras pasa corriente, y dejan de existir cuando cesa el paso de carga eléctrica.

Si pensamos en el resultado del experimento de Oersted vemos que nos revela un hecho nuevo: las líneas de fuerza no se producen por la presencia de una sustancia, masa, carga o polo magnético, sino que el campo aparece como el resultado del movimiento de las cargas eléctricas.



Vamos a pensar con más profundidad sobre este hecho insólito

El cable está formado por cargas positivas y negativas, como ya hemos dicho. Ambas cargas están perfectamente equilibradas, de manera que la carga total es cero. Podemos visualizar el cable como formado por dos largas filas paralelas, una de niñas y otra de niños, que sustituyen a las cargas positivas y negativas. Si movemos el cable en su conjunto, es decir, si ambas filas avanzan, no ocurre nada. Pero si se establece el paso de corriente, es decir, si la fila de niñas avanza y la de niños queda quieta, se produce un campo que desvía la aguja magnética.

Lo que produce el campo no es el movimiento de cargas, sino la corriente eléctrica: el número de niñas (cargas positivas) menos el número de niños (cargas negativas) que pasan por una sección del cable en un segundo.

En este punto conviene recordar las palabras del Profesor Baltá:

“Si este hecho singular no nos produce asombro es porque no lo hemos entendido”.

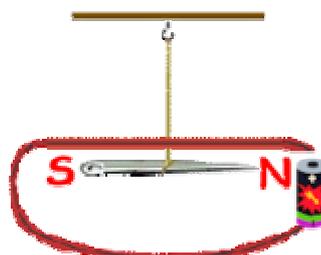


Oersted, cuando vio los resultados que nosotros acabamos de observar, quedó tan impresionado que le costaba trabajo admitirlo y pensó en otras posibilidades; pensó que podía ser debido a que la corriente calentaba el cable y, el cable caliente, calentaba el aire, estableciéndose corrientes de aire que podían mover la aguja. Para comprobar esta hipótesis realizó experimentos encaminados a confirmarla o contradecirla; ¿Qué experimentos convendría realizar en esta situación?

Nosotros hemos optado por repetir el proceso sustituyendo la aguja imantada por una brújula cerrada, y hemos constatado que la razón de la desviación de la aguja es la corriente y nada más que la corriente.

Una vez establecido este nuevo fenómeno, nuevo para la ciencia en 1819 y nuevo para nosotros en este momento, tenemos que seguir adelante en nuestro propósito de determinar exactamente la distribución de las líneas que conforman el campo magnético creado por el movimiento relativo de las cargas de un signo respecto a las de otro.

2
¿Qué ocurrirá si situamos la aguja debajo del cable?



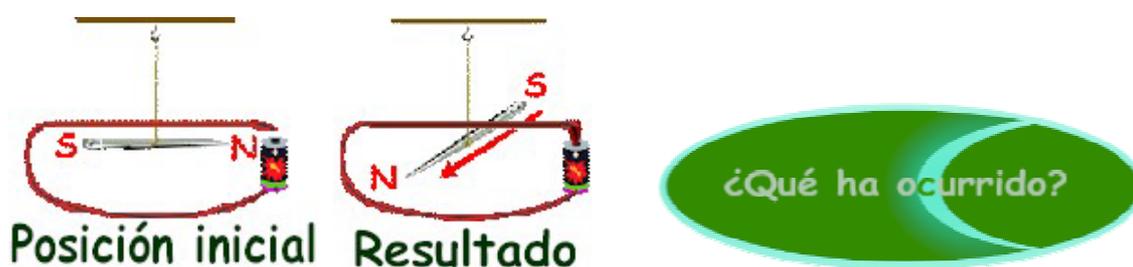
El experimento puede dar lugar a varios resultados que los alumnos deben formular en forma de hipótesis.

Puede ocurrir que las líneas que pasan por debajo del cable sean paralelas a las de arriba y formen una especie de viento magnético que entre perpendicularmente al plano del papel. Una segunda hipótesis consiste en suponer que las líneas entran en el plano del papel en el

espacio que está por encima del cable y salen en el espacio que se encuentra por debajo; la pregunta clave es ¿cómo podemos averiguarlo?

Los alumnos deben diseñar un experimento que sirva para determinar cual de las hipótesis enunciadas es la correcta; es una especie de juego llamado investigación, consistente en proponer y comprobar y que ha sido practicado por la humanidad desde sus comienzos. El objetivo es descubrir como se comporta la Naturaleza.

A continuación colocamos nuestros instrumentos de manera adecuada a la pregunta sobre la configuración del campo en la parte inferior del cable y vemos el resultado.

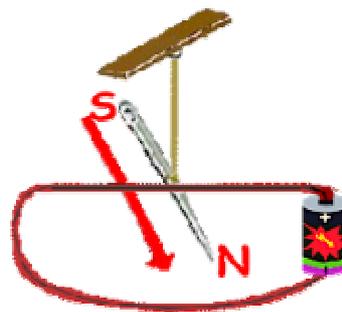


La aguja ha girado hacia la parte exterior del papel, apuntando en sentido contrario al que apuntaba cuando estaba por encima. Con estos resultados ¿deberíamos ser capaces de decir como es el campo magnético?



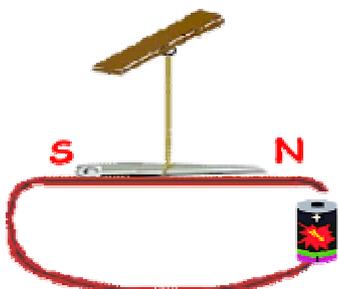


Posición inicial

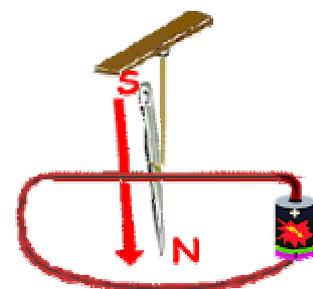


Resultado

¡La aguja ha girado verticalmente!



Posición inicial

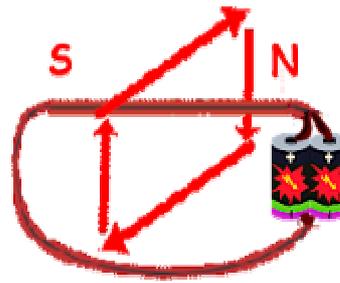


Resultado

HEMOS DESCUBIERTO QUE...

...al poner dos pilas, hemos aumentado la corriente, con lo que el campo magnético es mayor, vence la resistencia opuesta por el hilo y la aguja alcanza una posición vertical.

Con este experimento hemos visto que las líneas del campo magnético rodean el cable de la forma siguiente:



¿Cómo podemos ver cómo son exactamente esas líneas? La respuesta es sencilla: poniendo un gran número de agujas magnéticas. Pero como es muy difícil sujetarlas, cambiamos el cable de posición y lo situamos verticalmente.

5
Coloquemos el cable perpendicular a un plano y con 4 brújulas en torno suyo...
¿Qué ocurrirá?

¿Hacia dónde se orientarán las agujas?

CAPACIDAD DE PREDICCIÓN

CAPACIDAD DE CAUTELA



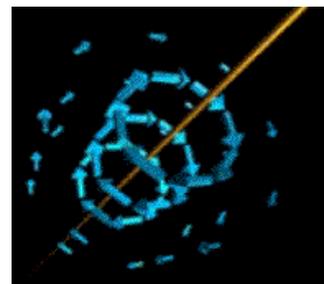
Podemos aumentar el número de brújulas tanto como queramos...

O podemos mover una sola brújula por toda la mesa y señalar en cada punto la dirección que señala...

El resultado es siempre el mismo

¿Qué ha ocurrido?

El cable crea un campo magnético cuyas líneas son circunferencias que rodean el cable.



6

¿Qué ocurrirá si el profesor, hábilmente, invierte la pila?

desarrollamos

Capacidad de asombro

Capacidad de diseñar nuevos experimentos para averiguarlo



El maestro monta el circuito con la pila invertida...

Con una pila, un cable y unas brújulas pocas cosas pueden cambiar. Vamos a estudiar sistemáticamente las posibles formas de distribuirlas para llegar a conocer la razón de la inversión del sentido del campo.

1. Dejamos la pila sin mover y cambiamos el cable.
2. Cambiamos las agujas
3. ¡Cambiamos la pila!

7

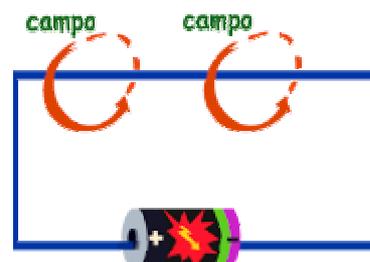
Vamos a enunciar una ley, la llamada "ley de la mano derecha"

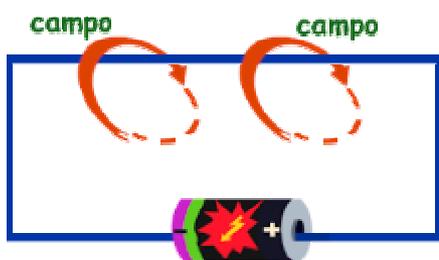
El objetivo que nos planteamos en este paso demuestra investigación: enunciar una ley de la Naturaleza.

Una ley debe enunciarse de una manera concisa y clara, de forma que cualquier persona pueda entenderla y aplicarla.

Para enunciar nuestra ley vamos a recopilar los hechos que hemos ido descubriendo por medio de los experimentos que hemos llevado a cabo.

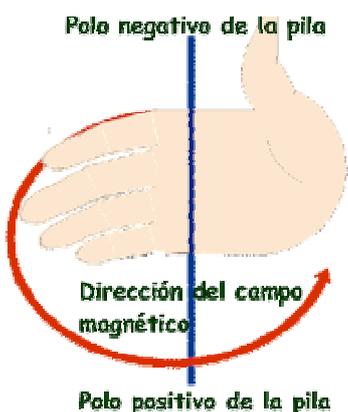
1. Hemos visto que la aguja imantada nos permitía "ver" las líneas del campo magnético, supliendo así nuestra falta de sentidos para detectarla.





2. Con ayuda de la aguja hemos podido determinar la situación de las líneas del campo magnético para ambas posiciones de la pila

“LEY DE LA MANO DERECHA”



Siempre que circula una corriente eléctrica por un hilo conductor se establece un campo magnético, cuyas líneas son circunferencias situadas en el plano perpendicular al conductor.

Las líneas del campo salen de la punta de los dedos de la mano derecha cuando el pulgar apunta en la dirección que va del polo positivo al polo negativo.

“LEY DEL SACACORCHOS”

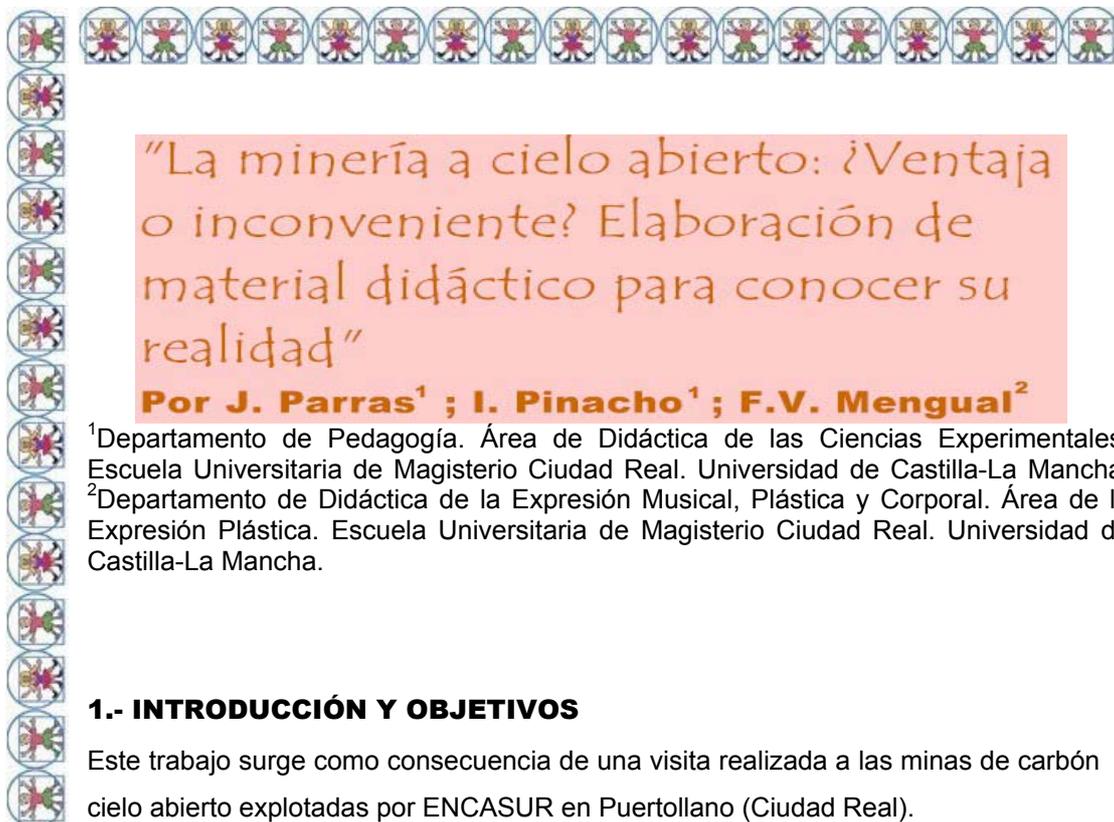
Siempre que circula una corriente eléctrica en un hilo conductor aparece un campo magnético, cuyas líneas son circunferencias situadas en planos perpendiculares al conductor y con sus centros en él.

Situamos mentalmente un sacacorchos de manera que avance en la dirección del polo positivo al negativo de la pila, los extremos del mango siguen la dirección de las líneas del campo.



A veces la Ley de Ampère se enuncia empleando el sentido de las agujas del reloj. **¡Trata de describir el enunciado!**





“La minería a cielo abierto: ¿Ventaja o inconveniente? Elaboración de material didáctico para conocer su realidad”

Por J. Parras¹ ; I. Pinacho¹ ; F.V. Mengual²

¹Departamento de Pedagogía. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Escuela Universitaria de Magisterio Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha.

²Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Área de la Expresión Plástica. Escuela Universitaria de Magisterio Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha.

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Este trabajo surge como consecuencia de una visita realizada a las minas de carbón a cielo abierto explotadas por ENCASUR en Puertollano (Ciudad Real).

Conscientes del efecto de la extracción de ciertos recursos en el medio ambiente, se decidió elaborar una guía didáctica para la visita de los alumnos de enseñanza primaria. Con ello se intentó cubrir un doble objetivo, en primer lugar favorecer la implicación activa de los niños en el aprendizaje (en ocasiones este tipo de visitas se reducen a una simple excursión), en segundo lugar nos pareció extremadamente útil poner a los alumnos en contacto con el mundo real y acercar el mundo de la empresa a la escuela.

2.- TRABAJO EN EL AULA.

Previamente a la visita se les propone a los profesores que trabajen en el aula algunos aspectos relacionados con el carbón:

- La formación del carbón.
- Historia de la minería en Puertollano y situación actual.
- Influencia de la minería en Puertollano y su comarca.
- Aplicaciones del carbón.

3.- VISITA A LA MINA

La guía esta pensada para que al inicio de la visita se le entregue a cada alumno, contiene una serie de cuestiones que se van a trabajar durante su estancia en las dependencias de la mina (figura 1). La visita está guiada por un técnico de ENCASUR que mediante su explicación afianzará los conocimientos de los alumnos sobre el carbón y transmitirá otros nuevos de carácter más técnico.

En esta guía se anima a los alumnos a observar, reflexionar, relacionar, criticar y sintetizar, aquellas cuestiones relacionadas con la minería del carbón, estimulándoles a valorar los aspectos medio-ambientales. El folleto contiene los siguientes apartados:

1. Desde el mirador: observación de la mina y de la actividad desarrollada.
2. Paseo por los distintos ámbitos de la zona de restaurada: estudio del *arboretum* y visita al lago.

En la guía se presenta en primer lugar a “Emma”, una simpática conejita que actúa como anfitriona acompañando a los visitantes a lo largo de todo el recorrido. La primera acción de Emma es explicar qué es la actividad minera, haciendo hincapié en la dependencia que existe entre el progreso, calidad de vida del hombre y la explotación de los recursos minerales.



Figura 1
Portada de la guía didáctica “Visita a la mina Emma de Puertollano”, elaborada para alumnos de educación primaria

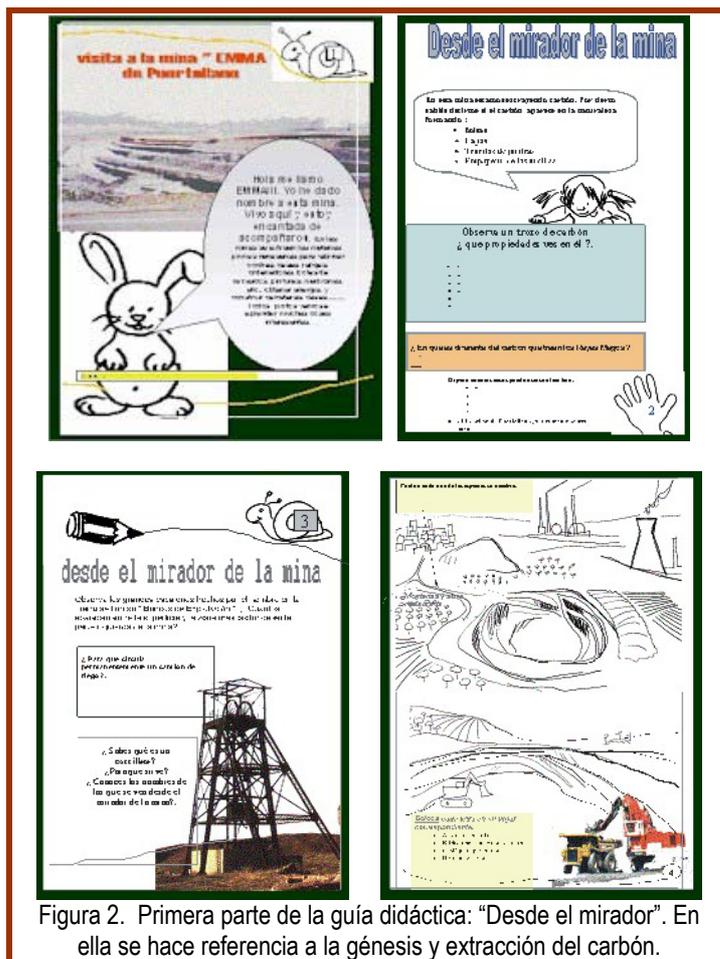


Figura 2. Primera parte de la guía didáctica: “Desde el mirador”. En ella se hace referencia a la génesis y extracción del carbón.

En la primera parte de la visita los alumnos se dirigen al mirador de la mina, donde se abordarán todas aquellas cuestiones relacionadas con el carbón y su extracción de la Tierra (figura 2).

Se hace referencia a la génesis del carbón, propiedades, características físicas, y aplicaciones pasadas y actuales. Posteriormente, se preguntará a los alumnos sobre cuestiones más técnicas: la explotación del carbón, las máquinas utilizadas, etc. Al finalizar esta primera parte se muestra un dibujo de la panorámica desde el mirador, donde los alumnos deben poner nombre a los diferentes ámbitos observados: Terry, Puertollano, central térmica, complejo industrial, castilletes, etc.

En la segunda parte de la visita los alumnos se dirigen hacia la zona restaurada, donde “Emma” habla sobre la obligación que tiene las empresas mineras, una vez que han extraído los recursos, de restaurar los terrenos de manera que el impacto sobre el entorno sea el menor posible, para que el Medio Ambiente no se deteriore y disminuya el valor ecológico de la zona (figura 3).

La restauración se realiza con posterioridad a la extracción del carbón, vertiendo los estériles sobre los huecos que se van produciendo en la superficie de la Tierra.

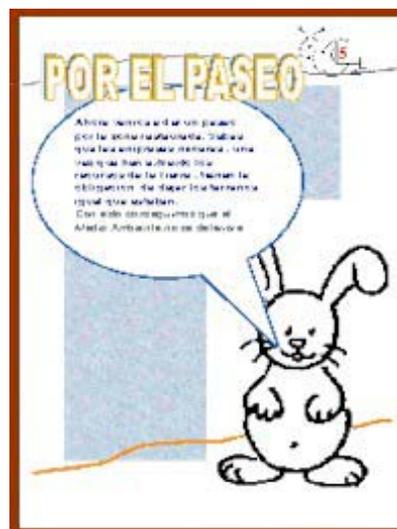


Figura 3. Presentación de la segunda parte de la visita. Zona restaurada

Para que la restauración sea efectiva es necesario que se genere suelo, para lo cual, se utiliza la misma tierra vegetal que existía antes de iniciarse la explotación del carbón. Además, durante los primeros años se plantan cultivos herbáceos que favorezcan el desarrollo del suelo. Estas diferentes fases de la restauración de los terrenos pueden ser observadas por el alumno en el camino que conduce hasta la zona restaurada. Aquí “Emma” pregunta sobre distintos temas como “la dehesa Boyar” que es una zona de notable valor ecológico, el papel que juega la barrera de cipreses protegiendo de la erosión, o sobre la plantación de olivos y su sistema de riego (figura 4).

En la zona restaurada se visita:

- El *arboretum*.
- El lago.

En el arboretum están representadas todas las especies vegetales que se han plantado en la zona restaurada. La mayoría de ellas son especies autóctonas, que existían antes de iniciarse la explotación, como la encina, o bien, especies exóticas como el pistacho. También se cultivan cereales y varios tipos de frutales: higueras, manzanos, membrilleros, perales, granados, destacando los olivos de los que se han obtenido ya cosechas de aceitunas.

De esta manera, además de conseguirse la integración de los terrenos restaurados en el paisaje, se puede obtener una productividad de ellos.



Figura 4. Cuestiones sobre el paseo

En el *arboretum*, “Emma” pregunta por el nombre de los frutos de los árboles frutales, pide a los alumnos que demuestren su destreza dibujando distintos tipos de hojas y que diferencien entre árboles y arbustos (figura 5).

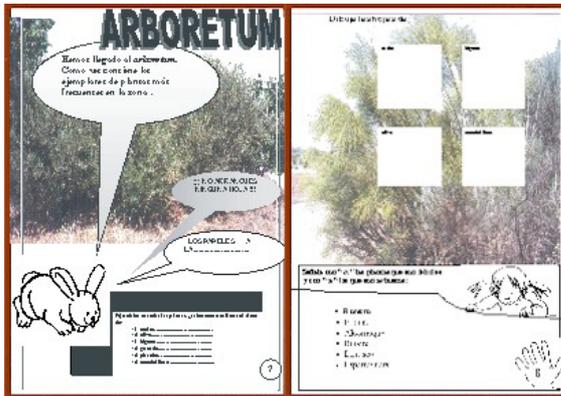


Figura 5. Preguntas relacionadas con la visita al arboretum

Actualmente está relleno del agua que sobra en otras partes de la mina. Esta agua está tratada químicamente para eliminar los contaminantes. Al existir agua en la zona se propicia que un gran número de animales se asienten y vivan en ella.

Aquí, se pregunta por la profundidad del lago, necesidades de las cigüeñas para vivir, y les pide a los alumnos que clasifiquen los animales que existen en la zona (figura 6).

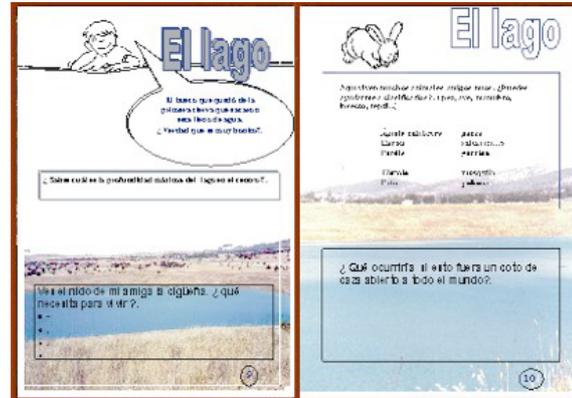


Figura 6. Cuestiones relacionadas con el lago y los animales que viven cerca de él

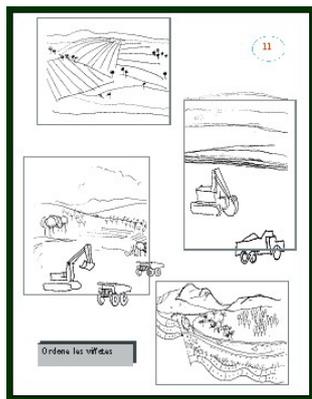


Figura 7. Viñetas.

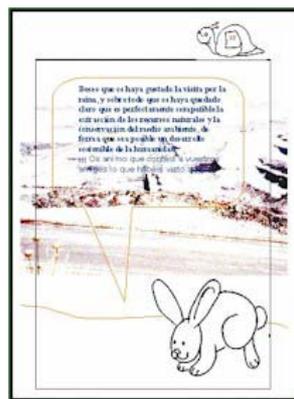


Figura 8. Contraportada. Despedida de Emma

Antes de finalizar, “Emma” pide a los alumnos que ordenen una secuencia de viñetas con la formación del carbón, acondicionamiento y extracción del carbón, y la restauración de los terrenos (figura 7).

Por último, insiste en la necesidad de la extracción de los recursos mineros, para el avance de la sociedad, pero de forma que sea perfectamente compatible con la conservación del medio ambiente, de manera que sea posible un desarrollo sostenible de la humanidad (figura 8).

4.- TRABAJO POSTERIOR EN CLASE.

Por último, se invita a los profesores a que realicen algunas actividades para comprobar el grado de conocimientos adquiridos por los alumnos sobre el carbón. Entre las actividades a desarrollar se puede destacar:

- Puesta en común dirigida por el profesor.

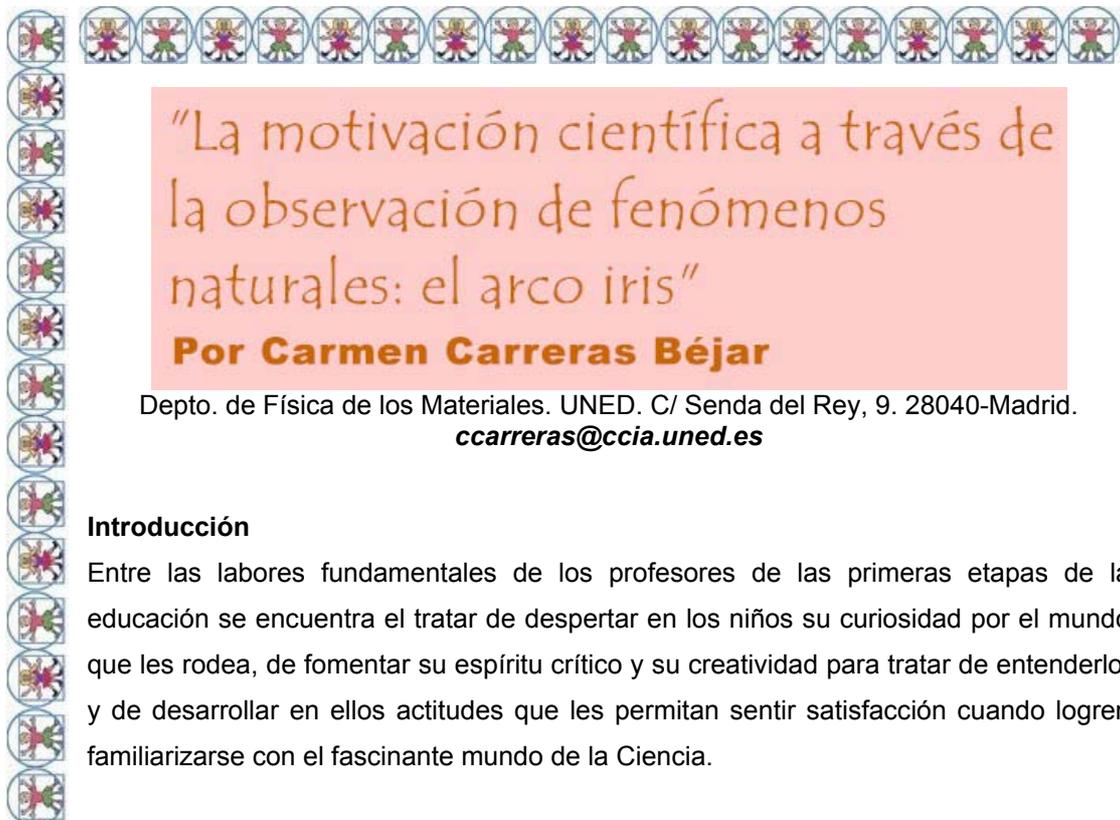
- Elaboración de un mural con los distintos pasos en la extracción del carbón y restauración de los terrenos.
- Diseño de una maqueta de la mina.
- Realización de redacciones.

5.- RESUMEN.

En este trabajo se ha mostrado una guía didáctica elaborada para conocer una actividad muy importante en la provincia de Ciudad Real como es la minería en Puertollano. Se pretende que el alumno conozca toda la actividad industrial que abarca desde la extracción del carbón hasta su transformación en energía. Este material está diseñado con la finalidad de que el alumno se implique en su propio aprendizaje, de manera que sea un sujeto activo y no un mero sujeto pasivo en la percepción del conocimiento

Agradecimientos:

Los autores quieren agradecer a la empresa minera ENCASUR de Puertollano y en especial a D. Miguel Colomo, D. Ángel Alonso, D. Julián García las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.



“La motivación científica a través de la observación de fenómenos naturales: el arco iris”

Por Carmen Carreras Béjar

Depto. de Física de los Materiales. UNED. C/ Senda del Rey, 9. 28040-Madrid.
ccarreras@ccia.uned.es

Introducción

Entre las labores fundamentales de los profesores de las primeras etapas de la educación se encuentra el tratar de despertar en los niños su curiosidad por el mundo que les rodea, de fomentar su espíritu crítico y su creatividad para tratar de entenderlo, y de desarrollar en ellos actitudes que les permitan sentir satisfacción cuando logren familiarizarse con el fascinante mundo de la Ciencia.

Para llevar a cabo esta importante labor educativa es necesario fomentar la observación y estimular la experimentación, todo ello en el marco de lo cotidiano para el alumno.

De acuerdo con esta forma de entender la educación, proponemos el estudio del arco iris por ser un fenómeno natural muy conocido, que reúne unas excelentes cualidades para poner en práctica todo lo anteriormente mencionado.

El trabajo que presentamos consta de tres partes. La primera está relacionada con el fomento de la observación de la naturaleza y con la búsqueda de datos relacionados con el fenómeno que aparecen en los cuentos y leyendas de las diversas culturas; la segunda describe los fundamentos científicos que el profesor debe conocer para realizar el trabajo con los alumnos¹; y en la tercera, se describe un conjunto de trabajos y experimentos sencillos para hacer con los alumnos en el aula, que permiten comprender mejor este maravilloso fenómeno natural².

Características del arco iris

La primera tarea que debemos de abordar es la de caracterizar el fenómeno. Para ello se propondrá a los alumnos las siguientes actividades:

1. Enumerar las cosas que recuerden sobre el arco iris. Por ejemplo, su forma de arco, sus colores, cuando puede observarse, ... El objetivo es disponer de una relación de características que describan el fenómeno.
2. Contrastar todo lo que se ha reseñado en la relación anterior con fotografías de arcos iris. La labor del profesor es fundamental para destacar todo aquello que los alumnos no vean por sí mismos enriqueciendo la relación.
3. Recabar información sobre la utilización del arco iris en las diversas culturas (su nombre, su uso en cuentos y leyendas, como emblema de movimientos sociales, ...).
4. Reproducir un arco iris en el jardín del colegio pulverizando agua con una manguera de riego para comprobar las características reseñadas (Figura 1).

Al final de este trabajo, los alumnos deberían llegar a conocer las siguientes características:

- Para observar el arco iris es necesario tener el Sol a nuestra espalda.
- Cuanto más bajo se encuentra el Sol más alto aparece el arco iris en el cielo. Cuando el Sol está en el horizonte el arco iris es una semicircunferencia.



Figura 1. Simulación de un arco iris con una manguera de riego

¹ Naturalmente, el nivel de descripción del fenómeno requiere de conocimientos científicos básicos fuera del alcance de los alumnos de educación infantil y primaria.

² Descartes dijo de él que no habría podido encontrar un mejor ejemplo para aplicar su método científico.

- La visual del observador al arco iris y la dirección de los rayos del Sol forman un ángulo constante, cualquiera que sea la altura del Sol sobre el horizonte³.
- Los colores del arco iris son, de arriba a abajo: *rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta*.
- A veces se observa un segundo arco, paralelo al anterior, menos intenso que él y situado más arriba en el cielo. El orden de los colores en este segundo arco, que se llama *arco iris secundario*, están invertidos con respecto al primero, que se llama *arco iris primario*.
- La zona comprendida entre ambos arcos es más oscura que el resto del cielo. Se llama *Banda oscura de Alejandro de Afrodísias*.

En cuanto a recabar información sobre su uso en las diferentes culturas, es un campo completamente abierto que conviene que sea explorado por los alumnos, pero reseñamos algunas referencias que pueden servir de base para iniciar el trabajo:

- El nombre que se le asigna en las diferentes culturas contiene a veces algunas de sus características: *Arco Iris* (arco de colores; la diosa Iris llevaba un manto de diversos colores), *Rainbow* y *Regenbogen* (arco de lluvia, que aparece cuando llueve), *Arc-en-ciel* (arco en el cielo), ...
- En otras culturas es un símbolo. Por ejemplo: entre los árabes es el cinturón de la hija de Mahoma. En la cultura quechua representa la fecundidad que une el cielo con la tierra; sus siete colores evocan la presencia de varias culturas que logran alcanzar la armonía y unidad gracias al respeto a la diversidad. Por este motivo llevar un pañuelo con los siete colores del arco iris (wipala) significa apoyar la lucha de resistencia milenaria de los pueblos indios;...
- Es utilizado como emblema por movimiento sociales. Por ejemplo: los barcos de Greenpeace para protestar por los ataques al medio ambiente se llaman *Rainbow Warrior*. También es utilizado como bandera por el movimiento gay internacional...

Teoría del arco iris: interpretación de Descartes y Newton

Siguiendo los razonamientos de Descartes y Newton, vamos a interpretar las características del arco iris utilizando las leyes de la reflexión y la refracción de la luz.

Forma de arco: “reflexión anómala”

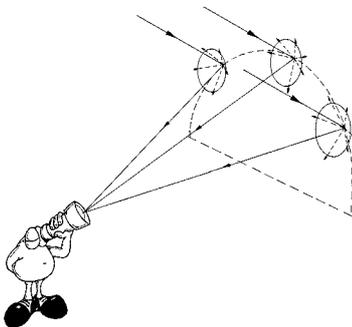


Figura 2. Reflexión anómala

Puesto que cuando observamos un arco iris nos encontramos entre el Sol y la cortina de lluvia, la luz que llega a nuestros ojos procede de la “reflexión” en la cortina. Aristóteles indicó que esta reflexión era *anómala* por la siguiente razón: Por ser un arco de circunferencia, la visual del observador al arco iris es la generatriz de un cono de revolución cuyo eje es paralelo a los rayos del Sol (ver Figura 2).

³ Obviamente esta observación debe ser comentada por el profesor, porque permite explicar la forma de arco tal y como lo hizo Aristóteles, pero puede resultar difícil para el alumno, por lo que es aconsejable ayudarse de maquetas o dibujos.

Esto significa que el ángulo que forma la visual del observador al arco iris y los rayos del Sol es siempre el mismo, y recibe el nombre de *ángulo del arco iris*.

Su valor fue determinado por primera vez en 1266 por Roger Bacon y es de 42° para el arco iris primario⁴. ¿Cómo explicó Aristóteles este hecho? Razonando de la siguiente manera:

En primer lugar, si considerásemos la cortina de lluvia como un espejo plano (ver Figura 3), lo que deberíamos ver es una imagen del Sol, como cuando nosotros nos miramos en un espejo. El ángulo de la visual del observador con los rayos del Sol iría cambiando con la posición de éste, contrariamente a lo que ocurre con el arco iris.

En segundo lugar, si tenemos en cuenta que la lluvia está formada por gotitas de agua, constituyendo múltiples espejos esféricos⁵, al llegar la luz del Sol a ellas, se reflejaría en todas las direcciones del espacio y no en una dirección privilegiada, la dirección en que vemos el arco iris (ver Figura 4)

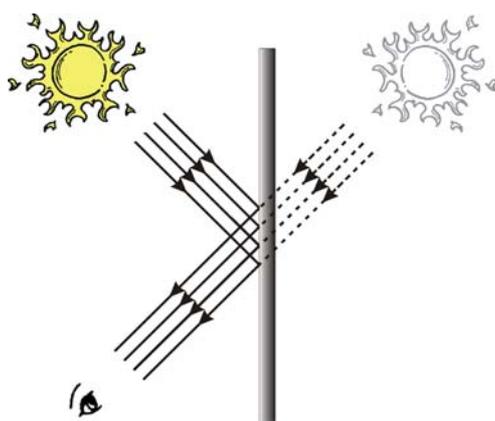


Figura 3. Espejo plano

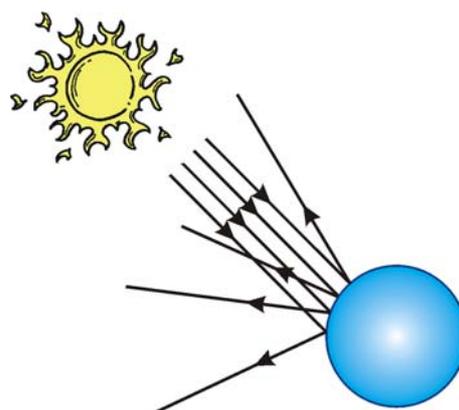


Figura 4. Espejo esférico

Todos estos razonamientos llevaron a Aristóteles a concluir que la luz procedente del Sol se reflejaba en cada una de las gotitas bajo un ángulo fijo, formando superficies cónicas de luz (ver Figura 2). De cada uno de estos conos llega a nuestro ojo una sola de sus generatrices. El conjunto de estas generatrices forma el “cono” correspondiente al arco iris. A otro observador diferente le llegará luz de otras gotas y verá otro arco iris distinto. Cada observador está colocado sobre el eje del arco iris que ve. Si intentamos acercarnos a la cortina de lluvia, el arco iris irá disminuyendo paulatinamente hasta desaparecer cuando alcanzamos su base. Por este motivo no se puede nunca alcanzar esa cestita con monedas de oro que se encuentra en la base del arco iris, tal y como nos relata un cuento inglés.

⁴ En la actualidad se denomina ángulo del arco iris al complementario del determinado por Bacon, es decir, 138° .

⁵ Contrariamente a la creencia popular, las gotitas de agua inferiores a 1 mm de diámetro son perfectamente esféricas, con una precisión mejor que la que se pueda conseguir mecánicamente para bolitas de acero.

El ángulo del arco iris: las leyes de la reflexión y la refracción de la luz

En 1667 Snell enunció la ley de la refracción, que posteriormente fue publicada por Descartes en su Discurso del Método. Aplicándola a la trayectoria que un rayo de luz recorrería en el interior de una gota de agua, se explican perfectamente las siguientes características: el valor del ángulo del arco iris, la existencia de los dos arcos y de la banda oscura de Alejandro (ver Figuras 5 y 6).

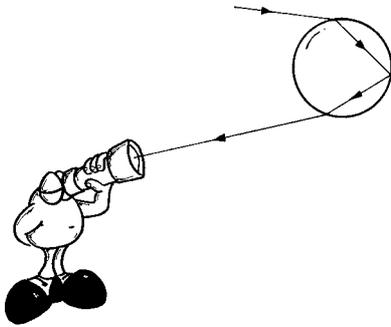


Figura 5. Arco iris primario

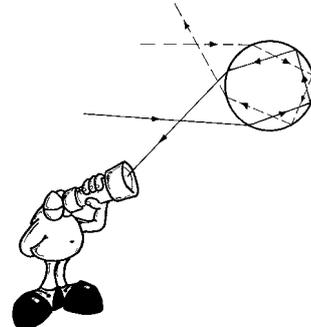


Figura 6. Arco iris secundario

El arco iris primario procede de los rayos del Sol que han penetrado por la parte superior de la gota, han sufrido una reflexión interna y salen hacia al observador por su parte inferior. El arco iris secundario procede de los rayos que han penetrado por su parte inferior, han sufrido dos reflexiones internas y salen de la gota hacia al observador por su parte superior⁶.

En la representación gráfica de la Figura 7 se proporciona la variación de los ángulos de salida para los rayos que han sufrido una y dos reflexiones internas en función del seno del ángulo de incidencia. Como puede verse, para el caso de una sola reflexión interna (arco iris primario), el ángulo de salida para una incidencia de 0° es de 180° , va disminuyendo según aumenta el ángulo de incidencia hasta alcanzar un valor mínimo, a partir del cual vuelve a aumentar hasta que el ángulo de incidencia se hace rasante (ángulo de incidencia de 90°). Lo contrario sucede para los rayos que han sufrido dos reflexiones internas: para una incidencia de 0° el ángulo de salida es también de 0° ; aumenta paulatinamente hasta alcanzar un máximo, a partir del cual decrece hasta que la incidencia se hace rasante. El mínimo del primer caso se produce a 138° , que coincide con el valor del ángulo del arco iris primario, y el máximo del segundo caso se produce a 130° y coincide con el valor del ángulo del arco iris secundario. Entre estos dos valores no sale luz procedente de la gota que haya sufrido una o dos reflexiones internas. Por este motivo entre ambos arcos hay una banda oscura.

⁶ Una explicación minuciosa, con sus correspondientes expresiones matemáticas se encuentra en la siguiente referencia: *El Arco Iris: El fenómeno natural en la enseñanza de la Física*. M. Yuste y C. Carreras. Revista Española de Física, Vol. 2, Nº 1, págs. 28-39 (1988).

En la gráfica puede verse también el razonamiento de Descartes y Newton sobre por qué hay un fuerte aumento de la intensidad “retrodifundida” por la gota en las direcciones de los arcos iris primario y secundario. En efecto, si tomamos un pincel luminoso de anchura Δx , la energía que transporta se concentra a la salida tanto más cuanto más cerca estemos del mínimo (arco iris primario) o del máximo (arco iris secundario). Cuanto más estrecho sea el pincel $\Delta\theta$ de salida, mayor será la concentración de energía luminosa⁷.

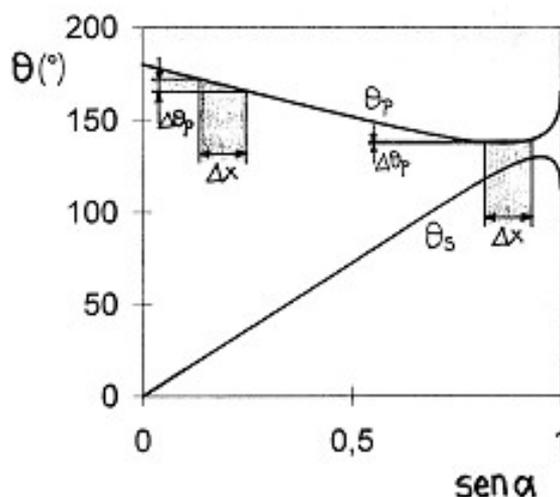


Figura 7. Variación de los ángulos de salida de los rayos que han sufrido una y dos reflexiones en el interior de la gota de agua

Los siete colores del arco iris: la dispersión de la luz blanca

Todos los razonamientos anteriores se han hecho para una luz monocromática (un único color). Sin embargo, los “siete” colores del arco iris constituyen su característica más espectacular. Fue Newton el primero que supo interpretar correctamente esta característica utilizando la descomposición de la luz blanca en colores. En su famoso libro de *Óptica*⁸, Newton logra explicar la dispersión de la luz solar (blanca) en colores al refractarse en un medio transparente (vidrio, agua,...) asignando al medio un índice de refracción ligeramente diferente para cada uno de los colores que componen la luz.

Con esta teoría, al entrar la luz del Sol en la gota de agua, los diferentes colores se desvían en distinto ángulo: el violeta se acerca más a la normal (el radio de la gota) que el azul, el azul más que el verde, y así sucesivamente hasta llegar al color rojo, que es el menos se desvía. En el interior de la gota estos rayos viajan separadamente y, por lo tanto, salen de ella en direcciones diferentes, dando lugar a distintos arcos de colores concéntricos. La diferencia de ángulos es muy pequeña por ser muy pequeña también la diferencia de los índices de refracción del agua para cada uno de estos colores (del orden de 2º para el arco iris primario y de 4º para el secundario).

De las expresiones matemáticas que proporcionan el ángulo de los arcos iris primario y secundario en función del índice de refracción del agua, se deduce la inversión de colores que se observa entre ambos arcos.

⁷ Las expresiones matemáticas correspondientes para obtener los valores de dichos ángulos en función del índice de refracción del agua se encuentra en la referencia anteriormente mencionada.

⁸ *Óptica o tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz*, I. Newton. Traducción al castellano de C. Solís: Ed. Alfaguara, Madrid (1977).

Los valores que Newton calculó son los siguientes:

$$\theta_p(\text{rojo}) = 137,97^\circ ; \theta_p(\text{violeta}) = 139,72^\circ$$

$$\theta_s(\text{rojo}) = 129,50^\circ ; \theta_s(\text{violeta}) = 125,88^\circ$$

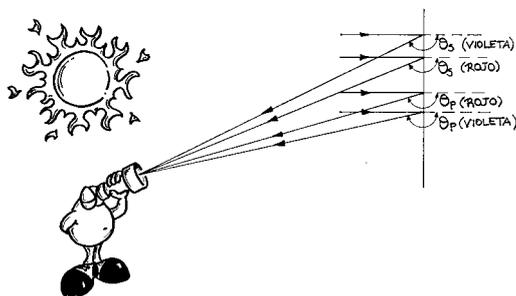


Figura 8. Inversión de la secuencia de colores en los arcos iris primario y secundario

Como el ángulo correspondiente al arco iris primario para el color violeta es mayor que el correspondiente al color rojo, el observador verá el arco iris primario violeta por debajo del rojo. Lo contrario ocurre para el arco iris secundario (ver Figura 8).

Con estos razonamientos quedan explicados los aspectos más espectaculares del arco iris.

Otras propiedades importantes, tales como la aparición de arcos menos intensos por debajo del arco primario, debidos a interferencias luminosas, o el carácter fuertemente polarizado de la luz difundida por los arcos iris,... , pueden ser explicados en el marco de un curso básico de Óptica, pero quedan fuera del alcance de estos niveles de enseñanza.

Trabajos y experimentos para hacer en el aula

En este apartado vamos a indicar algunos experimentos y trabajos sencillos que pueden ser abordados de manera colectiva en el aula. Pretendemos que los alumnos se familiaricen con los fenómenos físicos básicos que explican los aspectos más espectaculares del arco iris. Algunos de los experimentos, por la “peligrosidad” que puede suponer para el alumno el manejo de un láser, han de ser realizados por el profesor y observados por todos los alumnos en clase. Otros, en particular las representaciones gráficas, por su laboriosidad, que puede dar lugar a desmotivación, pueden ser hechos repartiendo los cálculos entre todos los alumnos de la clase. No obstante, es el profesor el que sabe lo que más conviene en cada caso.

1. Leyes de la reflexión y de la refracción

Material necesario:

- Cubeta paralelepípedica de plástico transparente, con tapadera
- Un puntero láser (a utilizar sólo por el profesor) y soporte para el láser
- Un transportador de ángulos

Modo de operar:

Llenar la cubeta de agua hasta la mitad. Introducir un poco de café o coca cola en el agua y humo de tabaco en la parte de arriba, para visualizar mejor el rayo láser. Colocar éste de manera que incida en la superficie del agua formando un determinado ángulo i de incidencia,

ver Figura 9 (a). En estas condiciones se pueden visualizar los rayos incidente, reflejado y refractado, comprobando que están todos en un mismo plano que contiene a la normal a la superficie en el punto de incidencia. Medir con el porta ángulos los valores de los ángulos que forman con esta normal los tres rayos. Se repetirá la operación haciendo variar el ángulo de incidencia entre 0° (incidencia perpendicular a la superficie libre del agua) y casi 90° (incidencia rasante). Se construirá una tabla con los valores obtenidos y se interpretarán los resultados con los alumnos.

En cuanto a la ley de la reflexión, se discutirá en qué medida los ángulos de incidencia y reflexión son iguales. Es un buen momento para plantear el problema del error experimental y su significado. En cuanto a la ley de la refracción, se construirá una gráfica como la indicada en el Figura 9 (b), que puede ser utilizada como ábaco para cálculos posteriores necesarios en los siguientes trabajos. Esto elude el problema del desconocimiento por parte de los alumnos de las funciones trigonométricas que intervienen en el ley de la refracción⁹.

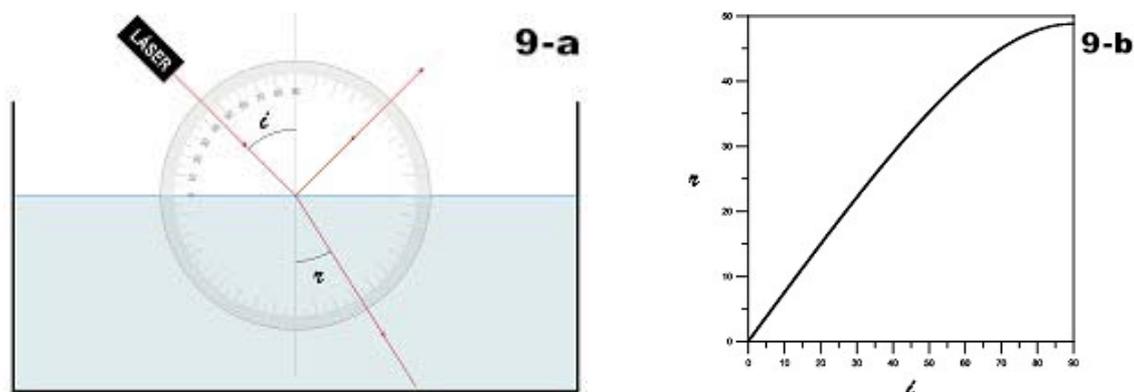


Figura 9. (a) Esquema del montaje experimental; (b) Representación gráfica de la ley de la refracción para el caso aire-agua

2. Trayectoria de un rayo de sol en el interior de una gota de agua

En este trabajo vamos a aplicar los resultados del experimento anterior para reconstruir la marcha de los rayos del Sol en el interior de una gota de agua. Sugerimos el siguiente procedimiento:

Material necesario:

- Hoja de papel, tamaño DIN A3
- Regla graduada en milímetros
- Transportador de ángulos
- Compás

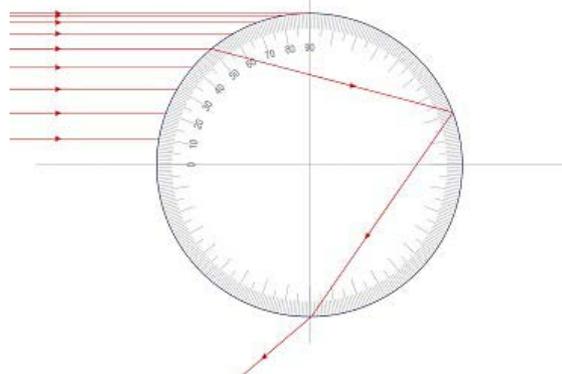


Figura 10. Trayectoria de un rayo de luz en el interior de una gota de agua

⁹ $\text{sen } i = n \text{ sen } r$ (siendo i el ángulo de incidencia, r el de refracción y n el índice de refracción del agua respecto al aire).

Modo de operar:

En la hoja de papel se dibuja una circunferencia, que simula un plano meridiano de la gota de agua, de unos 20 cm de diámetro (ver Figura 10), y se marcan el eje X, que corresponde a la dirección de los rayos del Sol, y el punto O, centro de la circunferencia.

Se traza un rayo, paralelo al eje X, que incide sobre la circunferencia formando un ángulo i de incidencia. Aplicando las leyes de la reflexión y refracción y con ayuda de una transportador de ángulos, se dibuja la trayectoria que seguirá el rayo en el interior de la gota que corresponde al arco iris primario, determinando el ángulo θ de salida.

Este ángulo representa el giro que ha sufrido el rayo de luz incidente en la gota después de sufrir una sola reflexión interna.

Se debe proponer a los alumnos que se distribuyan por grupos, y que cada grupo determine, mediante este procedimiento, el valor de θ correspondiente al valor de i que se le haya asignado. De esta manera entre todos se dispondrá de resultados desde $i = 0^\circ$ hasta $i = 90^\circ$, de 5° en 5° . Con dichos resultados el profesor construirá en la pizarra la curva correspondiente a la trayectoria de los rayos del Sol que han sufrido una sola reflexión interna (ver curva superior de la Figura 7). Del mismo modo se procederá para los rayos que sufran dos reflexiones internas.

3. Ángulo del arco iris

Con la curva obtenida en el apartado anterior se determina el valor mínimo de θ , que llamaremos *ángulo del arco iris* θ_p . Para entender por qué razón los rayos que salen en esta dirección tienen mayor intensidad procederemos de la siguiente manera.

Utilizando el mismo material descrito en el apartado 2, representaremos gráficamente la trayectoria de los dos rayos extremos de sendos pinceles luminosos de la misma anchura (ver Figura 11).

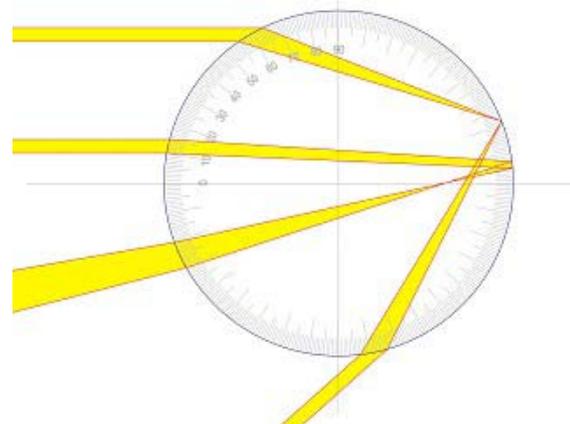


Figura 11. Trayectoria de un "pincel" luminoso en el interior

Un pincel debe incidir de manera que su eje central incida con $i = 10^\circ$ ó 15° , y el otro centrado en torno a la incidencia correspondiente al ángulo del arco iris, con $i = 60^\circ$.

Se podrá constatar que en el primer caso el pincel se abre a la salida, esparciéndose, con lo que se ve menos intenso, mientras que en el segundo, la luz sale concentrada, por lo que aumenta la intensidad en dicha dirección.

4. **Dispersión de la luz blanca en colores**

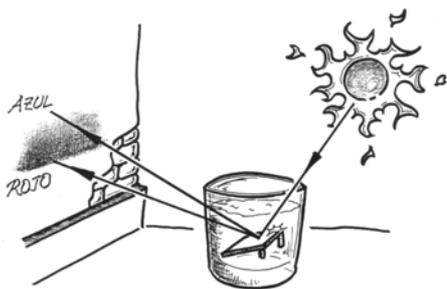


Figura 12. Dispersión de la luz del Sol en los colores del arco iris

Material necesario:

- Barreño de plástico
- Espejo plano

Modo de operar:

En el fondo del barreño se coloca el espejo plano calzado con una cuña para que esté ligeramente inclinado con respecto a la horizontal. Se llena el barreño de agua y se coloca al sol (ver Figura 12).

Cuando la superficie del agua está completamente tranquila, se observa que el reflejo del Sol proyectado sobre una pared próxima contiene los colores del arco iris. Si el agua se agita, la imagen se emborrona y aparecerá blanca¹⁰.

Comentarios finales

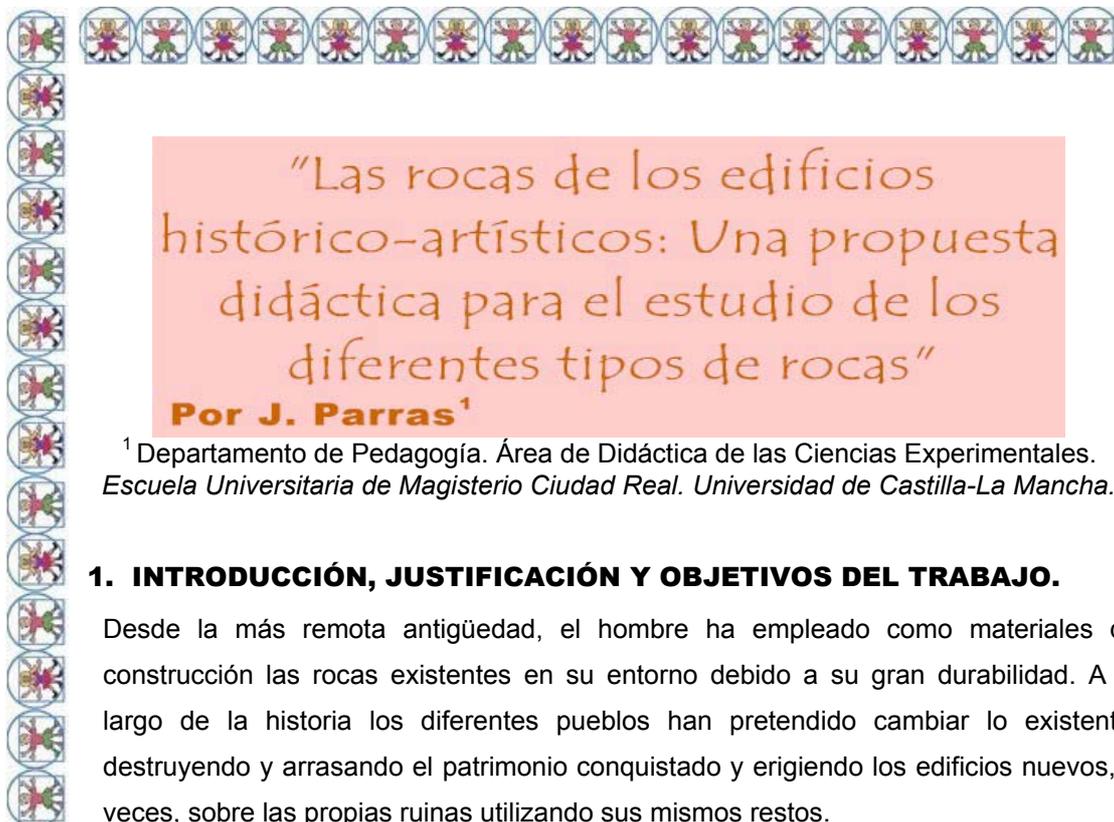
Desde nuestro punto de vista, el estudio de los fenómenos naturales, en general, y el del arco iris, en particular, puede servir para fomentar en los alumnos su interés por la Ciencia. Como aquí hemos expuesto, el trabajo conlleva múltiples actividades y supone un gran esfuerzo, tanto para el profesor como para los alumnos, si se quiere llegar a un entendimiento relativamente profundo de lo que ocurre. Nuestra experiencia con alumnos de las licenciaturas en Física y Química, así como con alumnos de la Facultad de Educación, de la asignatura de Didáctica de las Ciencias, ha sido altamente positiva, cumpliéndose todos los objetivos didácticos que nos habíamos marcado. Pensamos que el trabajo que aquí hemos propuesto, adaptado a los niveles más elementales de la enseñanza, puede servir también para ello. No obstante, serán los profesores de estos niveles los que hayan de verificarlo.

Agradecimientos

La autora de este trabajo agradece la colaboración prestada por Juan Pedro Sánchez de la UNED en la elaboración de las figuras y dibujos¹¹. Sin su ayuda no hubiese sido posible la actual presentación.

¹⁰ A este experimento se puede completar utilizando una lupa para reagrupar los colores para producir luz blanca. Para ello se coloca la lupa entre la pared y el espejo y se desplaza hasta conseguir enfocar la imagen del espejo sobre la pared.

¹¹ Algunas ilustraciones han sido tomadas de las que realizó Carlos Barrasa para el libro: FÍSICA BÁSICA 2 (Editor A. Fernández-Rañada), Alianza Editorial, nº 1823 (Madrid, 1997).



“Las rocas de los edificios histórico-artísticos: Una propuesta didáctica para el estudio de los diferentes tipos de rocas”

Por J. Parras¹

¹ Departamento de Pedagogía. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Escuela Universitaria de Magisterio Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha.

1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO.

Desde la más remota antigüedad, el hombre ha empleado como materiales de construcción las rocas existentes en su entorno debido a su gran durabilidad. A lo largo de la historia los diferentes pueblos han pretendido cambiar lo existente, destruyendo y arrasando el patrimonio conquistado y erigiendo los edificios nuevos, a veces, sobre las propias ruinas utilizando sus mismos restos.

La observación y el estudio de las rocas utilizadas en la construcción de los edificios histórico-artísticos representan un interesante recurso didáctico para el estudio de las rocas presentes en una determinada área. Así, podemos ver como zonas donde predomina un tipo de roca concreto, como es el granito en Ávila, forma parte de la mayoría de los monumentos de una ciudad, o una región.

Los contenidos sobre Geología que actualmente se imparten en el currículum de Magisterio para los alumnos de Educación Primaria han quedado reducidos a tres créditos, tiempo insuficiente para desarrollar un programa de Geología General.

Algunos aspectos básicos sobre esta materia, como el estudio petrográfico de rocas, pueden ser desarrollados con seminarios sobre los materiales existentes en la zona y su aplicación en la construcción de edificios. De igual forma, estos seminarios se podrían impartir en otras asignaturas como Conocimiento del Medio Natural y su Didáctica (Educación Infantil) y Didáctica de las Ciencias Experimentales (en las especialidades de Educación Musical y Física), proporcionándole al alumno un conocimiento general de los aspectos geológicos de la zona, a partir de los principales tipos de rocas ornamentales.

Por tanto, el principal objetivo que se plantea en este trabajo, es el estudio de las características petrográficas y mineralógicas de los diferentes tipos de rocas que son utilizadas por el hombre con fines ornamentales, haciendo hincapié en las utilizadas en el entorno del

Campo de Calatrava. De igual forma se intenta inculcar una actitud de aprecio hacia la conservación del patrimonio histórico-cultural.

El estudio se ha centrado en los edificios de Almagro (Ciudad Real), por ser una ciudad declarada conjunto histórico-artístico y un claro referente en la historia del Campo de Calatrava.

2. RESEÑA HISTÓRICA DE ALMAGRO

Los orígenes de Almagro se localizan en el Paleolítico inferior y medio. También está documentada la existencia de asentamientos de la Edad de Bronce y de Hierro.

En la época romana Almagro constituye un importante enclave donde confluyen varias vías romanas, la que iba de Toledo a Cástulo, que se desviaba desde Calatrava la Vieja por Almagro, para enlazar con la Cañada Real de la Plata, que cruzaba Sierra Morena, o la cercana vía de Toledo-Andujar.

En el siglo XII los Maestres de la Orden de Calatrava se asientan en la Ciudad convirtiéndola en la capital de la Orden y de todo el Campo de Calatrava. Es en esta época cuando se inicia su esplendor económico, político, artístico y su desarrollo urbano, que culminará en el siglo XIV con la llegada de grandes banqueros holandeses del Emperador Carlos V (Fugger, Wessel, Xedler). Se incrementa la actividad comercial, con la explotación de las minas de mercurio de Almadén, y se produce un avance de la agricultura y ganadería. La ciudad se llena de edificios religiosos y civiles (hospitales, palacios, etc.) auspiciado por las ordenes religiosas, así como por una emergente clase social hidalga con gran poder e influencia.

El máximo esplendor se alcanza en el siglo XVIII, siendo capital de la provincia desde 1750-1761, obteniendo el título de Ciudad en 1796. En el siglo XIX, debido a la desamortización y a la pérdida de poder de la Iglesia, sufre un retroceso en su desarrollo. En 1972 fue declarada conjunto histórico-artístico, siendo hoy una ciudad de claro referente cultural al celebrarse en ella el Festival Internacional de Teatro Clásico.

3. SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LA COMARCA DE ALMAGRO

El Campo de Calatrava se sitúa en el sureste de la Zona Centro-Ibérica, constituyendo el borde occidental de la Llanura Manchega, entre los Montes de Toledo que se sitúan al norte y las estribaciones de Sierra Morena al sur (figura 1).

Almagro está situado en la zona noroccidental del Campo de Calatrava, dentro de la subcuenca del mismo nombre, abarcando un amplio territorio que está delimitado por una serie de sierras de naturaleza cuarcítica de edad paleozoica en cuyo interior se sitúan materiales sedimentarios de edad neógeno y cuaternario. Existe una importante actividad volcánica en la zona coetánea con el depósito de los materiales neógeno-cuaternarios. Los mecanismos volcánicos en esta zona son de tipo estromboliano, formado por conos de piroclastos, y de tipo hidromagmático.

4. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS

Una roca se define como un conjunto o agregado natural de minerales formados por diferentes procesos geológicos, tanto endógenos como exógenos, que condicionan su composición, características y propiedades.

Los distintos tipos de rocas se establecen en función de la mineralogía que presentan y de la textura, entendiendo como tal, la forma, dimensión y relaciones entre los diferentes minerales que forman la roca.

Uno de los criterios de clasificación de las rocas es su génesis, es decir, en función del proceso geológico que ha dado lugar a su formación. En líneas generales, las rocas que se han formado bajo el mismo proceso geológico presentan similitudes petrográficas.

A lo largo de la historia, las rocas más usadas en la construcción de los edificios han sido las rocas más abundantes sobre la Corteza Terrestre, las rocas sedimentarias.

Sin embargo, en regiones eminentemente ígneas plutónicas, volcánicas o metamórficas, el hombre ha utilizado el material existente en su entorno.

Un ejemplo claro de esto, lo constituye la región del Campo de Calatrava, donde se ha incorporado la roca volcánica a la construcción de edificios, fundamentalmente como elemento de mampostería.

4.1. Rocas Ígneas

Las rocas ígneas se han formado a partir de la solidificación de un magma. Un magma se puede considerar como un sistema de varios componentes, en el cual coexiste una fase líquida, que es la fase fundida, una fase sólida constituida por cristales de diversos minerales en suspensión y una fase gaseosa formada por agua y diferentes volátiles que condicionarán la movilidad del magma.



Figura 1.- Esquema geológico del Campo de Calatrava.

Las rocas ígneas se clasifican, a su vez, en función del lugar donde se produce la consolidación del magma (figura 2). Si el magma solidifica en el interior de la corteza, tendremos las rocas ígneas plutónicas, mientras que, si el magma cristaliza en zonas próximas a la superficie terrestre se denominan rocas subvolcánicas o hipoabisales. Las rocas ígneas volcánicas corresponden a un magma que ha cristalizado sobre la superficie terrestre,

mediante coladas de lavas que irán solidificando cuando se pongan en contacto con el aire o bien con el agua (rocas volcánicas lávicas), o bien de forma violenta con explosiones y emisión de gases y partículas denominadas piroclastos, dando origen a las rocas volcánicas piroclásticas.

El lugar de cristalización del magma condicionará la textura de las rocas ígneas. En líneas generales, las rocas ígneas plutónicas se caracterizan por presentar una textura más o menos homogénea, caracterizada por cristales que han crecido a partir de un fundido bajo condiciones similares.

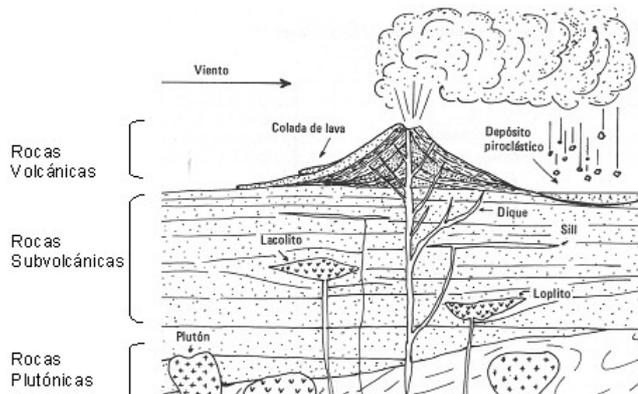


Figura 2. Esquema de cristalización de las rocas ígneas (Esquema extraído de Castro Dorado, 1989).

Por tanto, una roca plutónica “ideal” presentará cristales de tamaños similares y contornos bien definidos, que se denomina textura cristalina (figura 3). Por su parte, las rocas volcánicas presentarán diferentes tipos de textura dependiendo del mecanismo eruptivo que de lugar a su formación.

Las rocas volcánicas piroclásticas están constituidas por fragmentos de material volcánico que puede estar o no consolidado. Mientras que la textura de las rocas volcánicas lávicas está caracterizada por la presencia de cristales que quedan englobados por una matriz de composición similar y que puede estar cristalizada o no (figura 3). Las rocas hipoabisales presentan texturas intermedias entre las rocas ígneas plutónicas y las volcánicas lávicas.

Otro aspecto de gran importancia a la hora de clasificar las rocas ígneas es la composición química del magma a partir del cual se han generado. Se puede hablar de tres tipos básicos de rocas en función del contenido en sílice que presente el magma:

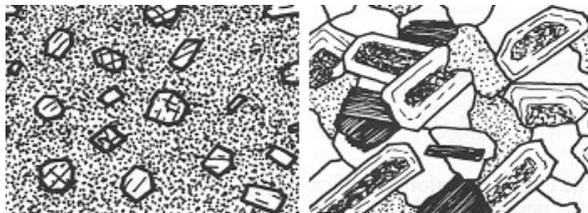


Figura 3.- Ejemplo de texturas: izda.) Roca volcánica, dcha.) Roca plutónica. (Esquemas extraídos de Castro Dorado, 1989).

- **Rocas ácidas**, cuyo contenido en sílice es superior al 65%, las rocas más características de este tipo son: granito (plutónica) y riolita (volcánica).
- **Rocas intermedias**, cuyo porcentaje en sílice está comprendido entre un 65-50%, y las rocas más significativas de este tipo son: diorita (plutónica) y andesita (volcánica).

- **Rocas básicas**, cuyo contenido en sílice es inferior al 50%, en este grupo encontramos como rocas más características: gabro (plutónica) y basalto (volcánica).

4.2.- Rocas sedimentarias.

El criterio de clasificación de las rocas sedimentarias está en función de su génesis o condiciones de formación, aunque se complementa con algunos caracteres descriptivos como es su composición mineralógica y química, texturas y estructuras sedimentarias. Según su génesis se hace una primera división en:

- Rocas sedimentarias detríticas.
- Rocas sedimentarias de precipitación química.
- Rocas sedimentarias de origen orgánico.

Las rocas sedimentarias detríticas se forman como consecuencia del proceso de meteorización de rocas preexistentes, y posterior transporte de los fragmentos de roca o clastos hasta la cuenca sedimentaria, donde van a sufrir un fenómeno denominado *diagénesis* que consiste básicamente en la transformación del sedimento en roca sedimentaria por compactación de los sedimentos, reducción de la porosidad mediante cementación y en algunos casos disolución de los minerales inestables.

La clasificación de estas rocas se hace sobre la base del tamaño de los clastos, del porcentaje de matriz o fracción arcillosa que engloba a los fragmentos de roca y la composición mineralógica de los clastos mayoritarios. Así una clasificación simplificada sería:

- Conglomerados: clastos de tamaño superior a 2 mm.
- Areniscas: clastos de tamaño comprendido entre 2-0,06 mm.
- Lutitas: clastos de tamaño inferior a 0,06 mm.

Además de estas tres rocas básicas se puede definir cualquier roca detrítica teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente, por tanto, una cuarzoarenisca es una roca detrítica constituida mayoritariamente por granos de cuarzo, un porcentaje de matriz inferior al 15% y un tamaño de los clastos entre 2-0,06 mm.

Las rocas sedimentarias de precipitación química se han formado como consecuencia de la precipitación de compuestos que estaban sobresaturados en las aguas de la cuenca sedimentaria. Las características de este tipo de rocas vienen determinadas por las condiciones físico-químicas bajo las que se produce la precipitación y por el posterior proceso diagenético. El principal grupo de este tipo de rocas que se utiliza en la construcción corresponde a las rocas de composición carbonatada (calizas) y sulfatada (yesos).

Las rocas sedimentarias de origen orgánico se forman por la acumulación de restos de organismos en la cuenca sedimentaria, sufriendo posteriormente una compactación y una cementación. En este grupo la más utilizada como roca ornamental es la caliza organógena, para clasificarla se hace referencia al tipo de fósil más abundante que exista en ella.

4.3.- Rocas metamórficas.

El metamorfismo es un proceso geológico endógeno, que consiste en la transformación de rocas preexistentes por la acción de altas presiones y/o temperaturas. Al cambiar las condiciones físico-químicas que existían durante la formación de las rocas, los minerales dejan de ser estables y se transforman en otros que si son estables bajo las nuevas condiciones físico-químicas del medio. Estas transformaciones que sufren los minerales se producen en estado sólido. Este fenómeno puede ser de tres tipos: regional, de contacto y dinámico. El primero se produce por un incremento de los factores -temperatura y presión- que afecta a amplias zonas de la tierra, mientras que el metamorfismo de contacto y dinámico son incrementos localizados de la temperatura y la presión respectivamente.

Uno de los criterios de clasificación de las rocas metamórficas es el tipo de metamorfismo al cual han estado sometidas:

- Metamorfismo regional: Pizarras, filitas, esquistos, gneis.
- Metamorfismo de contacto: Corneana, pizarra o esquisto mosqueado.
- Metamorfismo dinámico: Milonita, cataclastita.

En ocasiones las rocas metamórficas utilizan un mineral como calificativo, que es característico de las condiciones de temperatura y presión bajo las que se formó esa roca, o bien de rocas constituidas por dos minerales y hace referencia al más abundante.

5.- LAS ROCAS DE LOS EDIFICIOS HISTÓRICO-ARTÍSTICOS DE ALMAGRO.

Como se ha comentado anteriormente, este estudio sobre las rocas usadas en la construcción de edificios histórico-artísticos se ha centrado en la localidad de Almagro, ya que, es la localidad más representativa a escala provincial y nacional del Campo de Calatrava.

Puesto que Almagro se enmarca en una de las zonas volcánicas de la Península Ibérica, las rocas volcánicas son un claro elemento en la construcción. Pero no sólo este tipo de rocas se utiliza con fines ornamentales, sino que otras rocas existentes en la zona como son las cuarcitas (rocas metamórficas), que conforman las sierras del entorno, y las calizas y areniscas de zonas próximas a Almagro dan una visión global de los materiales geológicos del área.

Se han estudiado las fachadas de la Casa de los Rosales y del Palacio de los Xedler construidas con caliza y arenisca, respectivamente. Además, se ha estudiado la Iglesia de San Agustín donde quedan representados varios tipos de rocas.

La construcción de la **Casa de los Rosales** data del siglo XVII. La portada está dividida en dos cuerpos, el inferior compuesto por unas columnas que cobijan a la puerta adintelada. El entablamento sustenta el segundo cuerpo, un balcón moldurado con los escudos de la casa y dos florones.

La roca utilizada en la construcción de esta fachada es una roca sedimentaria, en concreto una **caliza**, constituida mayoritariamente por calcita e indicios de cuarzo, dolomita y yeso. Se trata de una roca bioclástica bastante porosa, donde se puede observar restos de fósiles a simple vista.

El **Palacio de los Xedler**, fue construido en la segunda mitad del siglo XVII. La portada está formada por dos pilastras sencillas, sobre las que descansa directamente el entablamento, cobijando una puerta adintelada. Todo está rematado por un frontón semicircular decorado con motivos florales y un escudo de armas con dos granadas y dos figuras humanas a los lados.

La roca utilizada en la construcción de esta fachada es una roca de tipo **arenisca**, de grano medio-grueso constituida mayoritariamente por cuarzo y en menor medida granos de feldespato e indicios de yeso. La matriz está formada por minerales de la arcilla. Presenta estructuras concéntricas (círculos de Liesegang). Hay que destacar que esta fachada sufre un grave deterioro como consecuencia de la disgregación de la arenisca.

La **Iglesia de San Agustín** ubicada sobre el antiguo palacio de los Fúcares, es de estilo Barroco. La fachada, concebida como un gran rectángulo flanqueado por pilastras y coronada por un frontón con torres laterales de planta cuadrada, está realizada con la tradicional fábrica de mampostería encintada, siguiendo un esquema de tres zonas diferenciadas por las hiladas de ladrillo que las recorren verticalmente. La portada presenta un arco de entrada de medio punto, con molduras jónicas y rosetas, que está flanqueado por columnas decoradas con bajorrelieves que repiten los elementos decorativos del interior. La fachada lateral se caracteriza por grandes ventanas rectangulares y balcones con antepechos de forja, quedando rematada con torres cuadradas.

Las rocas de la fachada están constituidas por: granitos, calizas bioclásticas, areniscas, cuarcitas y basaltos.

El **granito** está formado por cuarzo, feldespatos y moscovita, como minerales mayoritarios, además de biotita y clorita como minoritarios. Esta roca ha sido usada de forma puntual como sillares en la fachada lateral, debiendo su inclusión a rehabilitaciones realizadas durante el siglo pasado sobre la Iglesia.

Las rocas sedimentarias de origen orgánico se forman por la acumulación de restos de organismos en la cuenca sedimentaria, sufriendo posteriormente una compactación y una cementación. En este grupo la más utilizada como roca ornamental es la caliza organógena, para clasificarla se hace referencia al tipo de fósil más abundante que exista en ella.

4.3. Rocas metamórficas

El metamorfismo es un proceso geológico endógeno, que consiste en la transformación de rocas preexistentes por la acción de altas presiones y/o temperaturas. Al cambiar las condiciones físico-químicas que existían durante la formación de las rocas, los minerales dejan de ser estables y se transforman en otros que si son estables bajo las nuevas condiciones físico-químicas del medio. Estas transformaciones que sufren los minerales se producen en estado sólido. Este fenómeno puede ser de tres tipos: regional, de contacto y dinámico. El primero se produce por un incremento de los factores -temperatura y presión- que afecta a amplias zonas de la tierra, mientras que el metamorfismo de contacto y dinámico son incrementos localizados de la temperatura y la presión respectivamente.

Uno de los criterios de clasificación de las rocas metamórficas es el tipo de metamorfismo al cual han estado sometidas:

- Metamorfismo regional: Pizarras, filitas, esquistos, gneis.
- Metamorfismo de contacto: Corneana, pizarra o esquisto mosqueado.
- Metamorfismo dinámico: Milonita, cataclastita.

En ocasiones las rocas metamórficas utilizan un mineral como calificativo, que es característico de las condiciones de temperatura y presión bajo las que se formó esa roca, o bien de rocas constituidas por dos minerales y hace referencia al más abundante.

5. LAS ROCAS DE LOS EDIFICIOS HISTÓRICO-ARTÍSTICOS DE ALMAGRO

Como se ha comentado anteriormente, este estudio sobre las rocas usadas en la construcción de edificios histórico-artísticos se ha centrado en la localidad de Almagro, ya que, es la localidad más representativa a escala provincial y nacional del Campo de Calatrava.

Puesto que Almagro se enmarca en una de las zonas volcánicas de la Península Ibérica, las rocas volcánicas son un claro elemento en la construcción. Pero no sólo este tipo de rocas se utiliza con fines ornamentales, sino que otras rocas existentes en la zona como son las cuarcitas (rocas metamórficas), que conforman las sierras del entorno, y las calizas y areniscas de zonas próximas a Almagro dan una visión global de los materiales geológicos del área.

Se han estudiado las fachadas de la Casa de los Rosales y del Palacio de los Xedler construidas con caliza y arenisca, respectivamente. Además, se ha estudiado la Iglesia de San Agustín donde quedan representados varios tipos de rocas.

Las **calizas** están constituidas por intraclastos carbonatados, oolitos y fragmentos de fósiles unidos por una matriz micrítica, siendo utilizadas como sillares en el zócalo del edificio y mampostería, principalmente en las zonas bajas del edificio.

Las **areniscas** son de grano fino-medio, formadas mayoritariamente por cuarzo e indicios de filosilicatos y feldespatos. Se han utilizado como sillares en el zócalo, y elemento de mampostería en la fachada lateral, en la zona baja del edificio, y sobre todo en la portada de la fachada principal (columnas, frontón, pilastras, etc.).

La **cuarcita** está constituida por cuarzo y algo de feldespatos, observándose en la fachada del edificio también como mampostería.

Por último, el **basalto** se caracteriza por presentar fenocristales de olivino con formas subidiomorfas a idiomorfas frecuentemente corroidos y piroxeno de tipo augítico con zonación, donde la corrosión es menos patente. Estos fenocristales están insertos en una matriz con estructura microcristalina, formada por cristales de plagioclasa y piroxeno, con abundantes minerales metálicos. Son frecuentes las cavidades irregulares sin relleno, aunque puntualmente puede contener carbonatos. Es la roca predominante en la mampostería de la zona superior de la fachada principal del edificio y sus características composicionales y texturales son idénticas a las de los basaltos del Campo de Calatrava (San José et al., 1999).

6. RESUMEN

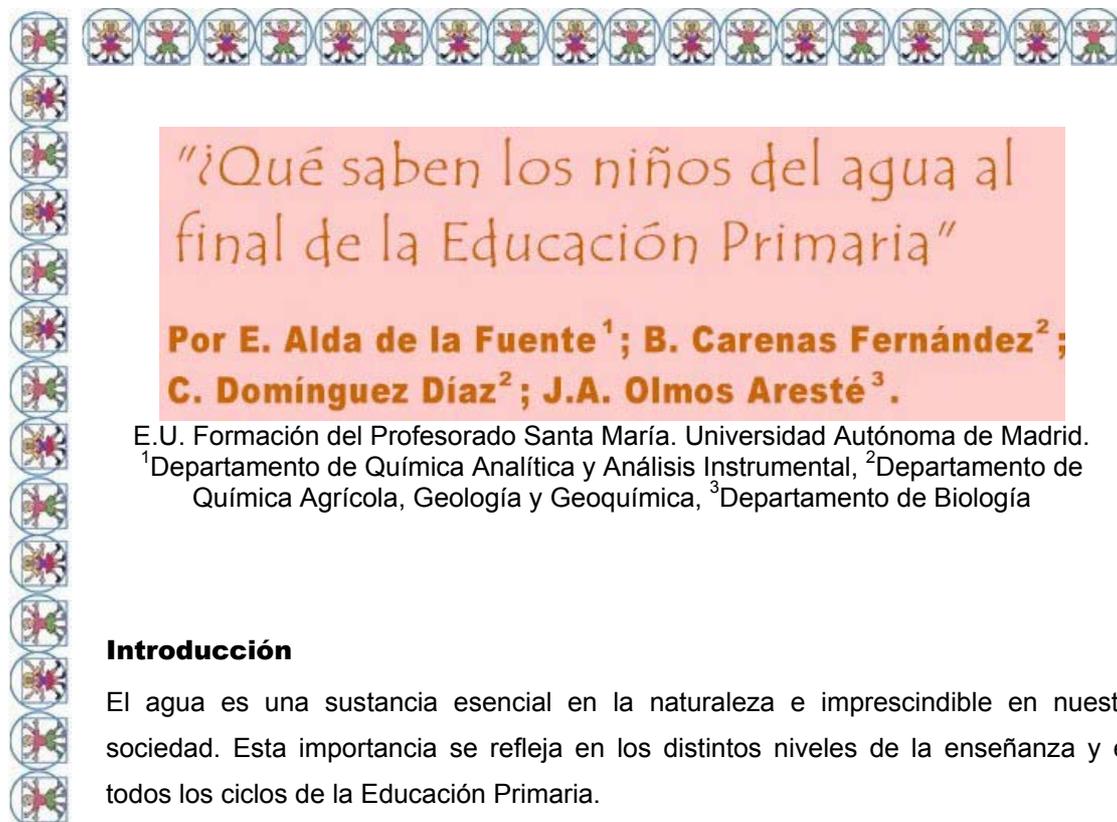
Se ha mostrado un material didáctico elaborado para complementar las clases teóricas sobre la génesis de las rocas. En él se estudian aspectos básicos sobre los principales minerales formadores de rocas, las texturas más características y las características más distintivas para poder diferenciarlas.

Este material se caracteriza por ser próximo al entorno natural del alumno y que motiva el estudio de las rocas y los minerales. Sirve para afianzar y complementar los conocimientos adquiridos previamente en el aula por el alumno, incitándole a la observación de las rocas existentes en las ciudades y a “mirar” los edificios desde otra perspectiva, alentando al alumno a buscar rocas en su entorno. También invita a conocer la historia y a proteger el patrimonio histórico y cultural de los pueblos.

7. REFERENCIAS

Castro Dorado, A.(1989). *Petrografía básica*. Ed. Paraninfo. 139 pp.

San José Ávila, A.; Parras Armenteros J.; Sánchez Jiménez C. (1999). *Estudio de los materiales y procesos de alteración de la fachada de la Iglesia de San Agustín (Almagro, Ciudad Real)*. En Protection and conservation of cultural heritage of the Mediterranean Cities. Galán E. (Ed.).



“¿Qué saben los niños del agua al final de la Educación Primaria”

Por E. Alda de la Fuente¹; B. Carenas Fernández²; C. Domínguez Díaz²; J.A. Olmos Aresté³.

E.U. Formación del Profesorado Santa María. Universidad Autónoma de Madrid.
¹Departamento de Química Analítica y Análisis Instrumental, ²Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica, ³Departamento de Biología

Introducción

El agua es una sustancia esencial en la naturaleza e imprescindible en nuestra sociedad. Esta importancia se refleja en los distintos niveles de la enseñanza y en todos los ciclos de la Educación Primaria.

El estudio del agua se debe abordar relacionando todas las disciplinas científicas, ya que todas contribuyen a su comprensión; teniendo en cuenta, además, la interdependencia que existe entre el agua, el hombre y la sociedad.

Este trabajo de Ciencias Experimentales surge a partir de un proyecto, interdisciplinar e interfacultativo, de Innovación Docente de la U.A.M. sobre el Practicum de Magisterio.

Objetivos

Los objetivos planteados son los siguientes:

- Determinar los conocimientos que los alumnos tienen sobre el agua y el grado de aplicación de esos conocimientos al terminar la Educación Primaria.
- Descubrir los principales errores conceptuales al final de esta etapa educativa.
- Tratar de determinar las causas que los originan y proponer posibles soluciones a los problemas detectados.

Metodología

El trabajo se ha elaborado en las siguientes etapas:

- Revisión de los textos propuestos por distintas editoriales para Educación Primaria, con el fin de conocer el planteamiento que hacen del agua.
- Elaboración de un cuestionario sobre distintos aspectos del agua tratados en esta etapa de la Educación.
- Resolución del cuestionario por parte de los alumnos de 6º curso. Estos alumnos ya están al final de la Educación Primaria y son una buena muestra para conocer los conocimientos que han adquirido sobre el agua durante toda la etapa.
- Corrección del cuestionario. Aunque a partir de ella no se llegan a conocer perfectamente las ideas de los alumnos, ha permitido detectar sus mayores dificultades, conocer los conceptos que les resultan más complejos y los errores más frecuentes.
- El análisis de los resultados del cuestionario permitirá plantear actividades que les lleven a superar estas dificultades y corregir sus errores. Este último paso se puede lograr siempre que el maestro haga un planteamiento adecuado y oportuno de las actividades que se realicen dentro del conjunto de su labor docente.

Análisis del cuestionario

Las respuestas de los cuestionarios nos permiten determinar los principales errores en una serie de cuestiones que los alumnos han abordado formalmente en la escuela a lo largo de la Educación Primaria.

A partir de los fallos detectados y teniendo en cuenta los porcentajes de preguntas correctas, incorrectas o no contestadas nos parece interesante resaltar algunos aspectos de algunas de las preguntas más significativas.

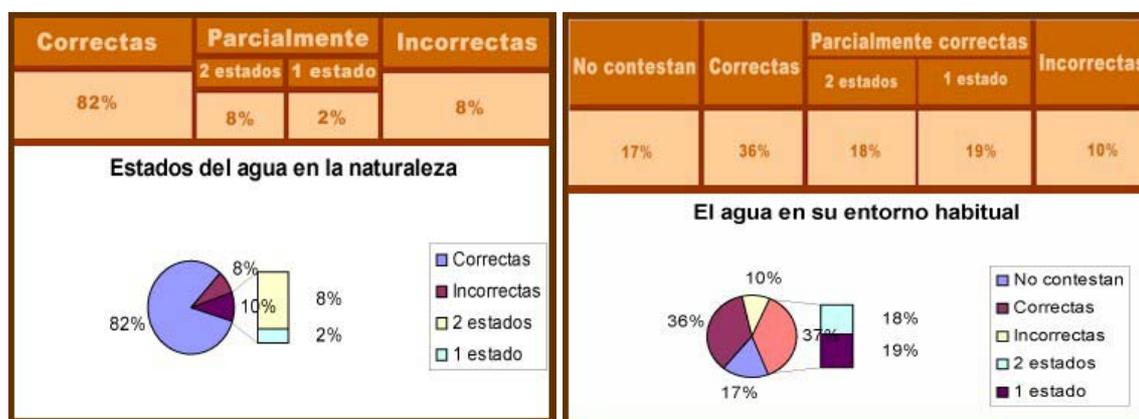
El criterio considerado para seleccionar las cuestiones analizadas en este trabajo ha consistido en agrupar preguntas con estrechas relaciones conceptuales entre sí; estas cuestiones no estaban situadas consecutivamente en el cuestionario. El análisis comparado de los resultados obtenidos aporta información útil para extraer algunas conclusiones.

Primer grupo de cuestiones

Con las dos preguntas siguientes queríamos comprobar su capacidad para extrapolar a su entorno habitual unos conceptos que reiteradamente han visto a lo largo de la Educación Primaria.

- ¿En qué estados nos podemos encontrar el agua en la naturaleza?
- ¿En qué estados físicos podrías encontrar el agua en tu entorno habitual?

Al analizar las respuestas a estas dos preguntas nos encontramos los siguientes resultados:



- A la primera cuestión responden todos los alumnos y lo hace de forma totalmente correcta (sólido, líquido y gaseoso) el 82%. El 10% son respuestas parcialmente correctas (8%, 2 estados y 2%, 1 estado). Hay un 8% de respuestas incorrectas (son respuestas sin sentido ya que no responden a la cuestión).
- A la segunda cuestión no contesta un 17% de los alumnos; responde correctamente el 36% y de forma parcialmente correcta un 37% (18%, 2 estados y 19%, 1 estado); el 10% contesta de forma incorrecta.

Con estas dos cuestiones, en las que el alumno debe dar la misma respuesta, aunque se planteen en distinto contexto, hemos tratado de conocer si el alumno es capaz de llevar los conocimientos teóricos a su entorno real. Para poder comprobar la fiabilidad de su respuesta, se intercalaron entre otras preguntas del cuestionario.

Las respuestas obtenidas nos indican que la mayor parte de los alumnos repiten de forma memorística los términos sólido, líquido y gaseoso para los estados del agua en la naturaleza, pero no son capaces de relacionarlos con lo que ocurre en la realidad.

	En la naturaleza	Entorno habitual
No contestan	0%	17%
Correctas	82%	36%
2 estados	8%	17%
1 estado	2%	18%
Incorrectas	8%	10%

Segundo grupo de cuestiones

Se han seleccionado porque entre ellas existen estrechas relaciones conceptuales, ya que se refieren a la capacidad disolvente del agua y su aplicación a la vida cotidiana. Las tres preguntas tienen como vínculo la capacidad que tiene el agua para disolver la mayor parte de las sustancias.

- Si ponemos un terrón de azúcar en un vaso con agua y le damos vueltas, ¿qué pasa?, ¿dónde está el agua?
- ¿Cómo llega el agua a un pozo o a un manantial?
- Etiqueta agua mineral natural MONTE PINOS: Como veréis contiene sustancias químicas ¿cómo han llegado al agua estas sustancias?

La primera pregunta tiene dos partes:

la primera **¿qué pasa con el azúcar?**, el 21% de los alumnos no contestan y el resto, 79%, responde correctamente. Admitiendo como correctos términos que ellos utilizan en lugar de disolver como son: deshacer, mezclar, ...

...Se comprueba, al analizar sus respuestas, que todavía no han adquirido un vocabulario

científico básico y el tipo de respuestas nos indican que no han comprendido correctamente el concepto disolución.



- La segunda parte **¿dónde está el azúcar?** nos permite analizar con mayor profundidad su nivel de comprensión de este concepto. Hay un 18% de alumnos que no responde. Los demás responden buscando explicaciones a partir de su experiencia personal (percepción sensorial). De estas respuestas hay:



- 39% que dice *“el azúcar estará en el fondo”*, en algunas entrevistas personales argumentaban que al ser un sólido, el azúcar pesa más que el agua y se va al fondo.

- 30% contesta “el azúcar estará por todo el agua”, creemos que se refieren a su experiencia al beber un vaso de agua con azúcar puesto que hablan de sabor dulce.
- 13% responden “el azúcar sigue en el vaso”, no saben explicar qué ha pasado con él, pero están seguros de que continúa en el vaso a pesar de que no lo ven.

En la segunda pregunta **¿Cómo llega el agua a un pozo o a un manantial?** hay un 26% de alumnos que no contestan.

Los alumnos que han respondido lo han hecho de la siguiente manera:

- Un 15% de las respuestas son correctas, aceptando como válidas, expresiones como: “pasa por debajo de la tierra”, “a través del suelo”, “cuando llueve entra el agua y por eso está debajo”, etc. Se aprecia que en ninguna de ellas se da una explicación totalmente correcta.



- Un 33% aunque no da respuestas correctas, tiene una idea aproximada del recorrido del agua subterránea y utilizan expresiones como “por la lluvia”, “por la montaña”, “por los ríos” y en algún caso mencionan “los ríos subterráneos”.
- Un 26% son respuestas totalmente incorrectas, en general hacen referencia a distintos tipos de conductos artificiales, túneles, tuberías, canales, incluso llegaron a responder (3%) que el agua llega “por las alcantarillas”.



En la tercera pregunta sobre una etiqueta de agua mineral natural **¿cómo llegan al agua las sustancias químicas que contiene?** un 28% de los alumnos no responden.

El resto de los alumnos responde:

- El 22% lo hace correctamente (porcentaje más alto que en el caso anterior); considerando correctas las respuestas que dicen que el agua adquiere estas sustancias: “al pasar a través de las rocas”, “del suelo”, “de las montañas” o “de los minerales por los que pasan las corrientes de agua”.
- El 12% da una respuesta parcialmente correcta, utilizando expresiones como: “por descomposición de rocas y minerales”, “se desprenden de las rocas por la fricción del

agua” o “el agua retiene esos minerales”. Se vuelve a observar la utilización de una terminología imprecisa.

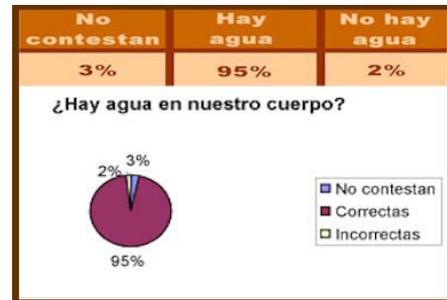
- El 38% da respuestas incorrectas, de las cuales aproximadamente la mitad son respuestas absurdas porque a pesar de que en la etiqueta se explicita que es “agua mineral natural” sus respuestas indican que bien las fábricas, los laboratorios o en general el hombre añade esas sustancias.

En la primera de estas tres preguntas pretendíamos conocer si comprenden que una sustancia puede ser disuelta por otra y cómo la sustancia disuelta se distribuye en ella. En el análisis de sus respuestas, hemos visto que sus conocimientos están fundamentalmente basados en su propia experiencia.

En la 2ª y en la 3ª pretendíamos comprobar su capacidad de aplicación del conocimiento que tienen sobre el poder disolvente del agua en la naturaleza y en algunos usos cotidianos. Al comparar las respuestas que dan a estas cuestiones apreciamos que les resulta más fácil comprender la circulación del agua por la superficie que cuando se infiltra por debajo del suelo.

Tercer grupo de cuestiones

Con ellas queríamos constatar si reconocen la presencia de agua en los fluidos de nuestro cuerpo y si comprenden que el agua es la responsable de gran parte de las funciones que tienen estos fluidos.

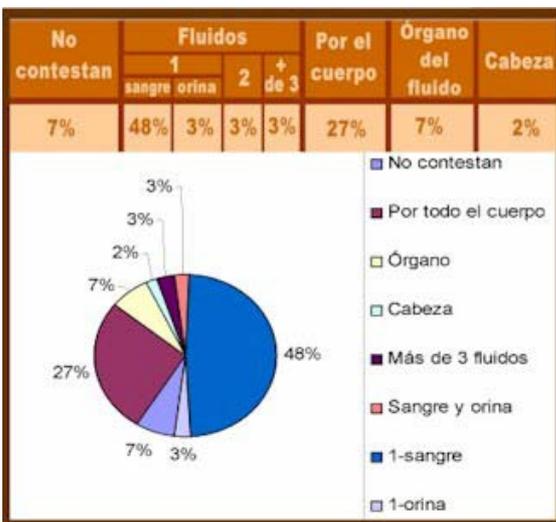


- ¿Hay agua en nuestro cuerpo?. En caso afirmativo, ¿dónde se encuentra?
- ¿Qué función, o funciones, cumple el agua en nuestro organismo?

La primera pregunta tiene dos partes:

- en la primera parte ¿Hay agua en nuestro cuerpo? las respuestas son:

- 3% de alumnos que no contestan
- 95% contestan correctamente que sí hay agua, y
- 2% de las respuestas son incorrectas, pues dicen que no hay agua



- la segunda parte se refiere al lugar donde se encuentra el agua en nuestro organismo, las respuestas son:

- 7% de alumnos que no contestan
- 27% de ellos que contestan “por todo el cuerpo”
- 7% habla del órgano que contiene al fluido: “vejiga”, “venas”
- 51% habla de un solo fluido, mayoritariamente la sangre, 48%, y el 3% restante la orina

- 3% habla de dos fluidos: “*sangre y orina*”
- 3% responde más de tres fluidos, haciendo distintas combinaciones entre “*jugos gástricos, lágrimas, orina, sangre y sudor*”.
- 2% responde que en la cabeza, incluso nos encontramos con una respuesta que dice “*el 90% de la cabeza es agua*”

La segunda pregunta **funciones del agua en nuestro organismo** tiene los siguientes porcentajes de respuestas:

- 39% de alumnos no contestan
- 5% da una respuesta que hemos tomado como correcta pues hablan de tres funciones del agua en nuestro organismo; como por ejemplo: “*limpia y depura el organismo*”, “*regulador térmico*”, “*transporte de ciertas sustancias*”, “*regulador isotónico*”, “*disolvente*”, ...
- 56% de los alumnos contesta de forma incorrecta; ya que
 - un 23% da una de las funciones posibles: fundamentalmente “*sangre*”, “*hidratación*”, “*pis*”, ..., y
 - un 33% habla de “*aseo*”, “*beber*”, ...



Aunque casi todos los alumnos reconocen la presencia del agua en el cuerpo humano, llama la atención que un 5% de ellos no responde o lo hace diciendo que no hay agua.

Cuando se refieren al lugar donde se encuentra el agua tienden a asociar directamente el agua con los fluidos del cuerpo, sobretodo con la sangre. Parece que establecen la relación agua líquida-fluido de nuestro cuerpo. Queremos resaltar que un 7% confunde el fluido corporal con el órgano que lo contiene.

Un 26% de los alumnos responden “*el agua está por todo el cuerpo*” sin precisar lugares concretos. Esta idea puede deberse a que en los libros de texto que utilizan hacen hincapié en que el cuerpo humano tiene un contenido aproximado del 70% de agua. A partir de estos datos no tenemos la información suficiente para precisar la profundidad de su respuesta y no sabemos si se refieren a la presencia del agua en las células y en los espacios intercelulares.

En lo referente a las funciones del agua en el cuerpo humano hay un porcentaje elevado de alumnos que no son capaces de mencionar ninguna función del agua. La mayor parte de los alumnos que contestan hablan del agua como sustancia para el aseo y como bebida,

quedándose en la parte más superficial, sin reconocer su importancia en la nutrición, transporte, eliminación de sustancias, etc en nuestro organismo

Discusión y conclusiones

Una vez realizado el análisis del cuestionario, consideramos conveniente extraer de él las siguientes reflexiones:

- Los alumnos no son capaces de aplicar determinados conocimientos teóricos, adquiridos a partir de una insistente repetición a lo largo de los sucesivos ciclos de la Educación Primaria, a su entorno habitual.
- No han comprendido correctamente el término disolver, creemos que debido a la complejidad intrínseca de este concepto y de todos los procesos implicados en él. Considerando esta dificultad, hemos admitido como correctos términos del lenguaje cotidiano que ellos utilizan para describir y explicar su propia experiencia, basada fundamentalmente en la percepción sensorial.
- Cuando tienen que aplicar sus conocimientos sobre el poder disolvente del agua a casos reales lo hacen con bastante dificultad; siendo ésta mayor en situaciones menos habituales para ellos. Se observa que no conocen el recorrido que puede seguir el agua hasta llegar a un manantial y con frecuencia piensan que al agua mineral se le añaden, en los laboratorios, las sustancias que tiene disueltas.
- En general los alumnos reconocen la presencia de agua en nuestro organismo pero la asocian directamente con los fluidos corporales. Con respecto a las funciones del agua en nuestro organismo hablan mayoritariamente de las funciones relacionadas con el transporte y un amplio grupo de alumnos menciona como función del agua su uso como bebida y para el aseo.

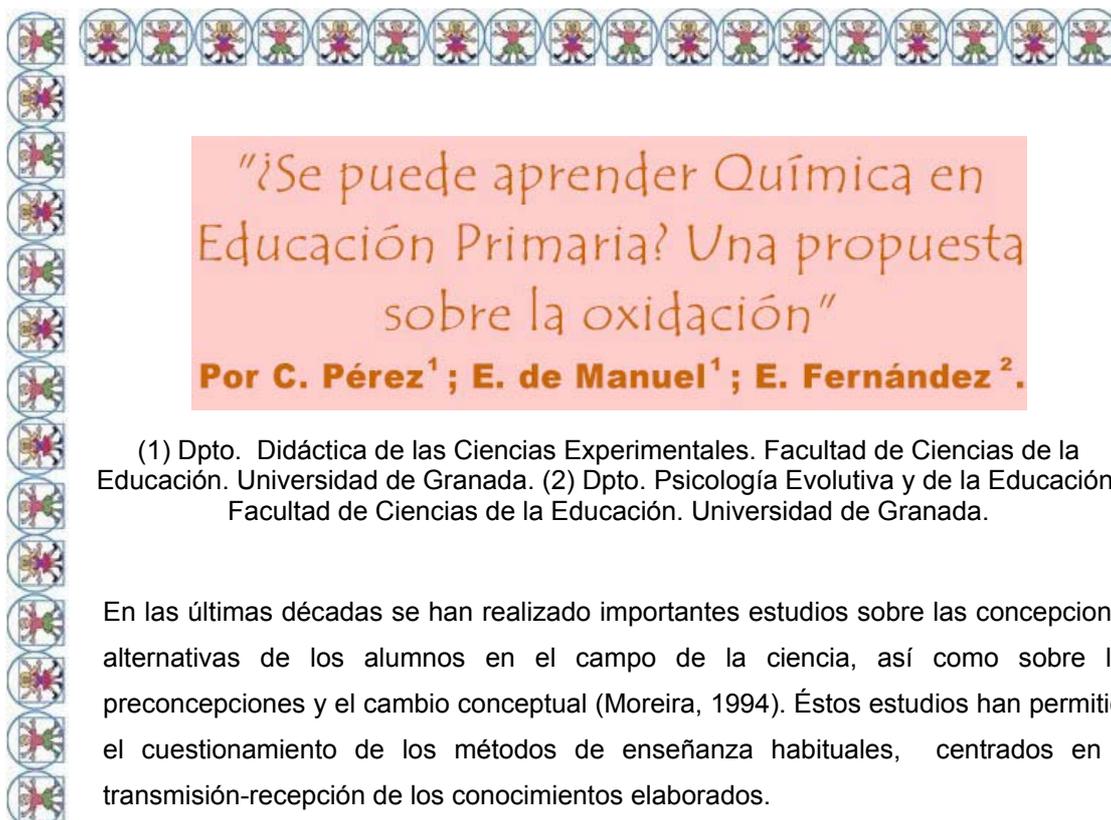
En la Educación Primaria se debería tratar el agua de forma global y con un planteamiento interdisciplinar. Si embargo, al revisar los libros de texto observamos que plantean visiones parciales de muchos aspectos del agua, sin contribuir a su comprensión global. Además, el análisis de los cuestionarios planteados a los alumnos, confirma la idea de que su propuesta no favorece un aprendizaje eficaz ni una integración del conocimiento por parte del alumno.

La labor del profesor está marcada por este planteamiento que hacen los libros de texto y tiende a limitarse a enfoques teóricos que generalmente no tienen en cuenta las ideas de los alumnos para el diseño de las actividades que se han de realizar.

Estas reflexiones nos permiten afirmar que se favorece un aprendizaje basado en la repetición, desconectado de la realidad y carente de experiencias que lleven al alumno a elaborar conclusiones. Todo ello conduce a los alumnos a un aprendizaje memorístico y no significativo.

Bibliografía

- Duschl, R.A. (1997): "Renovar la Enseñanza de las Ciencias". Ed. Narcea. Madrid.
- Materiales elaborados para la enseñanza del "Conocimiento del Medio" para la Educación Primaria por las siguientes editoriales: Anaya, Bruño, Edelvives, Santillana y Vicens-Vives.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1991): "El Aprendizaje de las Ciencias". Ed. Narcea. Madrid.
- Repetto, E. y Mato, M.C. (1999): "El agua, una sustancia diferente e indispensable: Propuesta didáctica para un aprendizaje significativo". Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria.



(1) Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. (2) Dpto. Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada.

En las últimas décadas se han realizado importantes estudios sobre las concepciones alternativas de los alumnos en el campo de la ciencia, así como sobre las preconcepciones y el cambio conceptual (Moreira, 1994). Éstos estudios han permitido el cuestionamiento de los métodos de enseñanza habituales, centrados en la transmisión-recepción de los conocimientos elaborados.

A partir de los resultados obtenidos, se han planteado nuevas estrategias de aprendizaje basadas en el cambio conceptual (Pozo, 1989), las cuales han dado paso a propuestas de orientación constructivista en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Actualmente el aprendizaje de las ciencias es concebido como un cambio, no sólo conceptual, sino también metodológico y axiológico, en la medida en que éste engloba una serie de cambios en la forma de razonar, abordar problemas, así como en finalidades, actitudes, intereses y valores aceptados por la comunidad. No obstante, el aprendizaje también puede ser entendido como un proceso de investigación orientado mediante el cual se permite a los alumnos participar en la "construcción" de los conocimientos científicos, que originarán los cambios conceptuales, procedimentales y axiológicos mencionados anteriormente.

Investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, muestran que existe una mayor efectividad del aprendizaje cuando los estudiantes participan en investigaciones científicas, ya

que éstas les permiten reflexionar sobre la naturaleza del trabajo científico (Hodson, 1994; Furió, 1994). Por tanto, los alumnos deben ser considerados como aprendices activos y no pasivos, de la misma manera que el profesor debe ser considerado como facilitador del aprendizaje, y no sólo como suministrador de la información.

Todo esto conducirá hacia un aprendizaje constructivo y significativo, aunque para ello también se debería tener en cuenta una serie de variables de tipo más general como:

- a. Se debe humanizar más la ciencia que se enseña en los colegios, a fin de evitar el distanciamiento existente actualmente entre la propia ciencia y los alumnos, que en nada favorece un aprendizaje significativo por parte de éstos al considerar la ciencia como algo abstracto y sin conexión alguna con lo que ocurre en la realidad.
- b. Los contenidos que se pretenden enseñar deben adecuarse a la capacidad cognitiva que posee el alumno al que va dirigido dicho aprendizaje, para evitar un desfase que, en el mejor de los casos, hace que el alumno desarrolle un aprendizaje memorístico y no significativo.
- c. El profesor debe ponerse “a la misma altura” que el alumno para poder comprender mejor los problemas con los que se puede encontrar éste durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- d. El profesor debe utilizar un lenguaje adecuado al alumno al que va dirigido el aprendizaje, tratando de aumentar su vocabulario, para lo cual debe partir de los conocimientos que el alumno ya posee.
- e. Se deben considerar especialmente las concepciones alternativas que tienen los alumnos, de manera que el aprendizaje de nuevos contenidos no suponga una ruptura si no una modificación o ampliación de los conocimientos previos que el alumno posee.
- f. La presentación de la materia será adecuada a las situaciones físicas, y se procurará una secuenciación lógica de éstas, de manera que exista una plena relación entre ellas y los contenidos que se pretenden enseñar.

Sin embargo, la realidad escolar se halla anclada en muchas ocasiones en una reproducción memorística de los conocimientos. Con nuestro trabajo vamos a tratar de romper este círculo mediante la aplicación de una adecuada secuenciación de los contenidos (Pérez, De Manuel y Fernández, 2000), partiendo de un punto de vista macroscópico y de la realidad, teniendo en cuenta para ello una orientación cognitiva y de adecuación al estadio madurativo en el que se encuentra el niño.

Cómo influye la Inteligencia en el Rendimiento Académico.

En nuestro estudio, entendemos la inteligencia como algo que el hombre tiene como consecuencia de una evolución experimentada a lo largo del tiempo, y que influye directamente en nuestras relaciones tanto interpersonales como con el entorno, facilitándonos un aprendizaje y una adquisición de los conocimientos que van a ir enriqueciendo al propio

individuo. No obstante, la inteligencia como tal no es algo tangible y cuantificable en su totalidad, sino que va a venir determinada por diferentes factores que la van a conformar, los cuales sí se pueden controlar y medir.

A la hora del aprendizaje no todos los factores que constituyen la inteligencia actúan por igual, esto indica que nos podemos encontrar con alumnos que pueden tener ciertos problemas en algunas materias, no como consecuencia de que tengan dificultades a la hora de asimilar, razonar, abstraer,... esos conocimientos propios de la materia, sino que se pudiera deber a que las herramientas utilizadas por parte del alumno en el aprendizaje, tales como la comprensión verbal o comprensión lectora, no las tiene desarrolladas a un nivel adecuado, lo que redundaría en una clara falta de comprensión de los contenidos que se pretenden enseñar, y no tanto de asimilación de los mismos. En el aprendizaje de las ciencias, los principales errores que nos encontramos están relacionados con la comprensión verbal y lectora, en cuanto que hay ciertas expresiones y vocabulario nuevo, que el alumno a veces no llega a comprender.

La Actitud del niño.

Una mejora de la actitud se consigue teniendo en cuenta un cúmulo de variables que van desde un lenguaje adecuado por parte del profesor, de manera que el niño en todo momento sea consciente e interprete de manera correcta lo que el profesor explica, hasta una secuenciación adecuada (al nivel de desarrollo cognitivo) y lógica de los contenidos que se quieren enseñar, de manera que se parta de los conocimientos previos y de las ideas alternativas para que se tenga en todo momento una base sólida de conocimientos, pasando por el aprendizaje de unos contenidos de forma que nos sean útiles, aplicables a la vida real y relacionados con ésta. Todo esto va a repercutir en un aprendizaje constructivo y significativo por parte del alumno, de manera que le será útil tanto para posteriores estudios, como para la interpretación correcta de los fenómenos que se encuentran en la realidad, lo que le conducirá a un aumento de la autoestima y mejora de la motivación ante el aprendizaje de nuevos conocimientos relacionados con la ciencia.

La importancia del Profesor.

El profesor debe ser considerado por parte de los alumnos en todo momento no como un “juez”, sino como un “amigo” que les va a ayudar en la ardua tarea del aprendizaje, siendo éste el máximo referente en la enseñanza; por ello, hemos de tener en cuenta que el alumno va a ser muy receptivo y sensible a todas las variables que les llegan por parte del mismo.

Variables como: lenguaje utilizado, actitud mostrada, presentación de los contenidos en clase, grado de participación por parte de los demás alumnos,... van a ser fundamentales y se van a reflejar claramente en la actitud mostrada por el alumno.

A.- Importancia de la comunicación entre Profesor y Alumno.

El lenguaje, tanto oral como escrito, es la principal herramienta para el aprendizaje, sin embargo, las últimas investigaciones llevadas a cabo por nuestro grupo, sobre una muestra de 421 alumnos y comprendida entre una edad de once a catorce años, muestran que éstos poseen unos índices muy bajos en cuanto a Comprensión Verbal (PC, 20.74) y Fluidez Verbal (PC, 39.72). Esto significa que los alumnos tienen una gran carencia o déficit en cuanto a la hora de realizar un aprendizaje, de tal manera que podemos encontrarnos con un fracaso escolar inducido no tanto por deficiencia en el aprendizaje de la materia, cuanto por una carencia de los recursos esenciales para cualquier aprendizaje.

Un estudio posterior realizado en la Facultad de Ciencias de la Educación con alumnos pertenecientes a las asignaturas de “Didáctica de la Física y la Química”, así como “Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica”, que cursan alumnos de Diplomatura de Magisterio (con sus distintas especialidades), Licenciatura de Ciencias Químicas, e Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, muestran índices muy similares a los alumnos de edades inferiores en cuanto a la Comprensión Verbal (PC, 16.43) y Fluidez Verbal (PC, 43.93). Estos resultados nos indican que nos encontramos ante un problema que no sólo atañe al aprendizaje de la ciencia, sino a todas las disciplinas, en cuanto que la principal herramienta de aprendizaje no está bien consolidada.

Ante esto, el vocabulario empleado por el profesor debe de estar claramente sintonizado con el que utiliza el alumno, a fin de evitar una desconexión por parte de éste. A partir de aquí el profesor podrá introducir en la presentación de los contenidos, conceptos o términos nuevos, que aumentarán y enriquecerán el vocabulario de los alumnos en cuanto a la materia, pero siempre desde una explicación lógica y utilizando como principal herramienta de aprendizaje el propio vocabulario del alumno.

B.- Grado de abstracción empleado.

El profesor deberá tener muy en cuenta el grado de abstracción al que los alumnos podrán llegar, ya que se debe mantener en todo momento la comunicación con el alumno, a fin de que no exista una desconexión entre ellos y se refuerce el proceso de enseñanza aprendizaje.

Se debe partir de la interpretación lógica de aquellas cosas que se ven en la realidad, y no utilizar abstracciones ni ejemplificaciones que se encuentren en un mundo supuesto e imaginario, con el fin de sentar unas bases sólidas de conocimiento para próximos estudios, a la vez que vamos ganando una actitud positiva en el niño y que será fundamental para una futura predisposición al estudio de la ciencia.

C.- Influencia del Contenido.

A pesar de que muchos alumnos se encuentren en unos estadios de desarrollo avanzados, muchos de ellos no logran aplicar todos sus recursos o habilidades intelectuales cuando se encuentran ante un determinado problema o tarea escolar, de ahí que su rendimiento final pueda encontrarse por debajo de sus posibilidades. Esto se debe principalmente a las

diferentes variables que pueden influir en la tarea, y no tanto a la falta de habilidad por parte de los sujetos de utilizar el pensamiento formal (Palacio, Marchesi y Coll, 1999).

En un principio, Piaget en su teoría sobre el desarrollo intelectual, establece la secuenciación de una serie de estadios que relaciona con unas edades concretas; no obstante, más tarde él mismo amplía las edades de adquisición de los estadios superiores. Por otro lado, Piaget también afirma que el alumno puede utilizar un razonamiento característico del estadio anterior en aquellos casos en los que la situación experimental no esté relacionada con las actitudes o los intereses del sujeto; sin embargo, si éste se encuentra ante tareas que forman parte de su especialidad e interés, su pensamiento trabajará a un nivel operacional formal. Por tanto, una persona adquiere el nivel de funcionamiento formal en aquellos dominios en los que se ha especializado y que mejor conoce.

Un sujeto puede razonar formalmente frente a un tema y no respecto a otro, dependiendo esto de sus expectativas, ideas previas y conocimientos previos. La resolución de problemas formales también está relacionada con el grado de familiaridad del sujeto con la tarea que debe desarrollar, de ahí que sea de especial interés una mayor relación con la vida cotidiana por parte de los contenidos que queremos impartir.

D.- Valor de las Actividades.

Las actividades deben programarse por parte del profesor, de manera que de ellas se obtengan la formación-información que realmente se pretende; no obstante, la puesta en práctica de estas actividades debe realizarse por los alumnos, a fin de que ellos se sientan protagonistas y vivan realmente la experiencia (Sánchez, De Manuel y Jiménez, 2000).

De la misma manera, la preparación de los materiales para llevar a cabo la experiencia debe ser cosa de los propios alumnos, los cuales, obtendrán los materiales de la vida real y ordinaria, lejos de los grandes aparatajes sofisticados de los que se podría pensar imprescindibles para la puesta en práctica de las actividades. Con esto se pretende que los alumnos se impliquen más en las actividades y aprovechen más todo lo que nos puede ofrecer la puesta en práctica de unos conocimientos que anteriormente hemos adquirido y, sobre todo, la adquisición de otros nuevos. De esta manera se genera una mayor huella en la memoria y el aprendizaje será más constructivo y significativo.

Las Concepciones Alternativas de los alumnos.

La Didáctica de las Ciencias nos dice hoy que es impensable diseñar un currículo sin tener en cuenta que los alumnos, cuando inician la enseñanza reglada en el centro, traen ya concepciones de los fenómenos y los hechos científicos que, en la mayoría de los casos, no coinciden con lo que piensan los científicos. Son las llamadas concepciones alternativas, con las que hay que contar para llevar a cabo el aprendizaje.

Estas ideas son fundamentales para poder, a partir de ellas, desarrollar los contenidos que pretendemos enseñar. No olvidemos que buscamos un aprendizaje constructivo y significativo en el niño, para lo cual será de gran interés determinar los conocimientos que posee el

individuo, así como las ideas incorrectas, y retomarlos, ya que estos serán las principales directrices a seguir en el aprendizaje, tanto con una reestructuración como una ampliación de los conocimientos.

Sin embargo, algunos estudios (Llorens, 1991), centrados en una recopilación minuciosa sobre las ideas de los alumnos sobre fenómenos científicos, muestran que la mayoría de los adolescentes, a pesar de los años de enseñanza en la escuela, poseen una representación de los fenómenos físicos mucho más próxima a la vida cotidiana que a la del mundo científico.

Numerosos trabajos se han centrado en estudiar cómo a pesar de la resistencia del cambio conceptual éste se puede llevar a cabo (Schnotz, Vosniadou y Carretero, 1999; Rodríguez Moneo, 1999). Una de las visiones más aceptadas es la expuesta por Strike y Posner, la cual se centra principalmente en presupuestos centrales de la filosofía de la ciencia y en ciertas ideas de la teoría de equilibración piagetiana, principalmente en el conflicto de asimilación y acomodación.

A pesar de todo ello, algunas investigaciones (Nisbett y Ross, 1980), muestran que por parte de algunos adolescentes y adultos, y dentro de una amplia variedad de dominios, se presentan fuertes resistencias al cambio, tendiendo a mantener sus hipótesis e ideas previas a pesar de que la realidad muestre lo contrario. Investigaciones más recientes (Baillo y Carretero, 1996) han comparado la influencia del razonamiento científico y del conflicto cognitivo sobre el cambio conceptual, y han encontrado diferencias moderadas entre adolescentes (alumnos entre 10 y 15 años), afirmando que aproximadamente la mitad de los alumnos cambian su teoría a pesar de presentar evidencias y conflictos en contra de ésta. Esto demuestra la persistencia, en muchos adolescentes, de concepciones intuitivas que ya se tenían a corta edad, independientemente de que éstos sean alumnos brillantes y respondan en exámenes correctamente.

Las mayores capacidades lógicas de adolescentes y adultos les permiten razonamientos más complejos y abstractos que los niños, pero esto no garantiza el cambio conceptual. Según afirman Palacios, Marchesi y Coll (1999); *“No basta con aprender términos científicos, ni con saberse las definiciones, ni con conocer las fórmulas; hace falta, además, entender, dotar de significado, relacionar, conectar con otros conocimientos,... y todo ello de forma no superficial y verbalista, sino como saber constructivo y elaborado”*.

La alta capacidad de predicción en la vida cotidiana, es una de las características más importantes de las concepciones alternativas sobre los fenómenos científicos y problemas formales, de ahí el arraigo de las ideas previas y su resistencia a modificarse ante la primera contrariedad.

Objetivos de nuestro proyecto

Estamos llevando a cabo un trabajo de investigación con el que queremos demostrar que un currículo y un método basados en las capacidades y en los intereses de los alumnos, producen un mejor aprendizaje que si no se tienen en cuenta estos dos importantes factores.

No se trata de eliminar o reducir conocimientos ni tampoco de añadir contenidos nuevos al ya abultado currículo. El proyecto es llevar a cabo una enseñanza significativa que produzca en el alumno un aprendizaje real, que relacionará con sus experiencias cotidianas de la vida ordinaria.

Se puede tratar con los alumnos cualquier materia siempre que se establezca el nivel adecuado al estado de desarrollo mental del alumnado, no obstante, el tema hemos elegido puede parecer de un nivel elevado; pero el nivel, en general, no se basa en el título del tema que se desee estudiar sino en los objetivos que se persigan con el estudio de la materia en cuestión. El fenómeno de la oxidación es familiar para cualquier persona y su estudio tiene como fin sistematizar las observaciones y llevar al alumnado a comprender su fundamento, lo cual es un recurso para entender, a su vez, el proceso del cambio químico.

Nos parece también que la elaboración de un currículo debe llevarse a cabo con una perspectiva general, teniendo presente la situación de los alumnos de los distintos niveles y cómo se va a enfocar el tema a lo largo del proceso educativo. Y de la misma manera que un edificio sólo es sólido si lo son los cimientos, en el aprendizaje, antes de ocuparse de la información, es imprescindible establecer las bases para que esta información, cuando llegue, sea incorporada significativamente a la riqueza de los conocimientos del alumno.

Hemos de presentar al alumno la Química como algo normal, de comprensión asequible a todos y que está en la vida ordinaria (Jiménez, Sánchez y De Manuel, 2001). En general se identifica la Química con lo perjudicial y lo artificial ("esto no es natural; tiene química"), cuando la Química está presente en todo lo que nos rodea y especialmente en los procesos vitales.

Pero a la ciencia, en general, y a la química, en particular, nos podemos aproximar desde lo conocido y sencillo, dejando lo abstracto para niveles superiores. Con el estudio de la oxidación (dejando para niveles posteriores la reducción) pretendemos que en Educación Primaria los alumnos la conozcan desde lo concreto y lo observable. Para ello planteamos un modelo que se va a centrar en el aprendizaje de unos contenidos como la consecución de unos objetivos, para lo que se va a plantear unas actividades desarrolladas en función del nivel de exigencia cognitiva que requiere la materia, así como de las concepciones alternativas o ideas previas propias de los alumnos.

La secuenciación que proponemos se basa en el establecimiento de tres niveles de aprendizaje del tema: a) un nivel macroscópico, basado en los fenómenos observables (destinado a los alumnos de primaria); b) un nivel basado en la teoría atómico. molecular (para la ESO), y c) un nivel que tiene en cuenta el papel de los electrones (para bachillerato). Incluye los objetivos educativos, los contenidos, el nivel de exigencia cognitiva, las concepciones alternativas de los alumnos y las actividades propuestas para poder conseguir los objetivos.

La investigación es intergrupos, de manera que habrá un grupo de control y otro experimental. A éste último se le aplicará el modelo de aprendizaje por investigación dirigida que se pretende poner en marcha. Las pruebas evaluadoras son de tres tipos:

- Test de Inteligencia Factorial PMA (Thurstone).
- Test de Contenidos (Elaborado para esta investigación).
- Test de Actitudes: Diferencial Semántico y Escala tipo Lickert (Espinosa y Roman, 1998).

El test de Inteligencia va a determinarnos el nivel de desarrollo madurativo que presentan los alumnos, mientras que el test de Contenidos y el de Actitudes se utilizarán como pre-test y como post-test para ver el cambio experimentado por los alumnos con la aplicación de nuestro modelo didáctico.

En resumen, nuestro proyecto es que el estudio de los temas de ciencias y, en este caso concreto, de la oxidación, pueden iniciarse desde los primeros niveles siempre que el currículo se adecue a los alumnos y partamos de que un aprendizaje significativo o real, desde un punto de vista macroscópico, establece las bases para un posterior estudio más teórico y abstracto de la misma materia. Nosotros no queremos “reconstruir” nada, simplemente iniciar unos conocimientos que sirvan de base sólida en el alumno para la construcción del “*edificio de los conocimientos*”.

Los conceptos que pretendemos que aprendan los alumnos

En nuestro trabajo pretendemos que los alumnos de primaria aprendan una serie de conceptos relacionados con la química, tales como:

1.- Muchos cuerpos se alteran por la acción del aire.

La mayoría de los cuerpos se alteran por la acción del aire. Sin embargo hay que distinguir los fenómenos de erosión, que no son del caso, de los que se producen por una alteración de la naturaleza de las sustancias. Los alumnos verán que hay algunos materiales (hierro, cobre, plomo) que sufren cambios simplemente por dejarlos a la intemperie. En algunos es muy visible, como el caso del hierro. En otros no lo es tanto: el cobre parece simplemente cambiar de aspecto, se oscurece; mientras que en el plomo apenas se notan cambios. Sin embargo, en estos dos casos, basta rayar o cortar el material para que se aprecie un brillo (“de nuevo”) que hace visible el cambio.

Conviene que se entienda que las alteraciones las sufren cuerpos o materiales muy diversos; no solamente los metales. Así si dejamos una manzana un tiempo al aire, se aprecia un oscurecimiento que indica una alteración del producto.

2.- En el aire hay una sustancia responsable de la acción que éste ejerce sobre los cuerpos: el oxígeno.

Probablemente los alumnos conocen ya la existencia y la importancia del oxígeno y su papel en la vida. Precisamente su actividad química es la que le confiere dicho papel. Esa misma

actividad es la que le hace responsable de los cambios que estudiamos, a diferencia de otros componentes del aire, especialmente el nitrógeno que se caracteriza por su inactividad. Se intenta que los alumnos aprendan la idea de que hay un componente del aire, llamado oxígeno, que provoca las alteraciones (oxidaciones) de los cuerpos.

Hay varias formas de obtener oxígeno para que el alumno conozca su actividad (por ejemplo calentando clorato de potasio, experiencia que nos parece inadecuada en educación primaria. Nosotros tratamos de que use una sustancia que lleva el adjetivo "oxigenada", el agua oxigenada, de la que se podrá ver burbujear el oxígeno cuando se provoca su descomposición. Comprobarán que el oxígeno provoca los mismos procesos que el aire, pero más intensamente y de esta manera lo reconocerán como responsable de estos cambios.

3.- El oxígeno es imprescindible para mantener las combustiones y para la respiración.

Se trata de reconocer que sin el oxígeno no se producen las oxidaciones, y que la misma sustancia que hace oxidarse los cuerpos es la que se necesita para las combustiones y para la respiración.

4.- Cuando un metal se oxida, se forma una sustancia nueva, al tiempo que el metal deja de estar presente. La formación de una o más sustancias a partir de otras (como un óxido a partir de un metal y oxígeno) es una reacción química.

Éste es uno de los conceptos clave entre los que tratamos en este tema. Los alumnos creen que el óxido formado es hierro con otras propiedades o que es una simple mezcla de hierro y oxígeno. Es fundamental que comprendan que en la oxidación, se ha formado una sustancia que antes no existía, con sus propiedades características.

5.- Los óxidos de los metales llevan el nombre del metal del que proceden

No se pretende que los alumnos apliquen una nomenclatura sistemática. Pero si se habitúan a llamar óxidos a los compuestos que se forman a partir de los metales y el oxígeno, adquieren la idea de que se pueden agrupar las sustancias en grupos o "familias" y que conviene llamarlos de manera parecida.

Usarán el nombre genérico de óxido seguido de la preposición de y el nombre del metal. Es cierto que existen óxidos diferentes de un mismo metal (de hierro, de cobre, etc.), pero ahora basta llamarlos óxidos del metal, lo cual es incompleto, pero cierto. No se pretendemos que se escriban fórmulas ni símbolos.

6.- La reacción química de una sustancia con el oxígeno es una oxidación.

Hay procesos que, por su semejanza, se pueden clasificar dentro de categorías. El oxígeno reacciona con muchas sustancias (metales, carbón, productos naturales como las vitaminas o algunas sustancias presentes en la fruta, etc.). A todas estas reacciones se las llama oxidaciones. Es fácil que los alumnos hayan oído hablar del papel antioxidante que ejercen algunas sustancias (se añade limón a la fruta para que no se oscurezca -no se oxide- por

ejemplo). El oxígeno es un oxidante porque oxida a muchas sustancias. Por tanto, se incorporarán al léxico estudiantil (o se reforzarán) los términos oxidar, oxidación, oxidante, antioxidante.

7.- El peso de todos los productos de una oxidación es igual al de las sustancias que reaccionan.

Con el estudio de la oxidación se ponen o se afirman las bases para el estudio de la reacción química. Uno de los objetivos fundamentales es que los alumnos comprendan que en todo proceso se conserva la materia y, por tanto, la masa (entendida ésta, en el nivel primario, como lo que mide la balanza). Dado que es difícil que los alumnos consideren los gases, este objetivo sólo se podría cumplir con experiencias en las que se constata con facilidad la conservación. Es imprescindible el uso de la balanza, por cada alumno si es posible y, si no, por el profesor como demostración.

8.- Para que una cierta cantidad de metal se oxide totalmente se necesita una cantidad proporcional de oxígeno.

Obsérvese que estamos refiriéndonos a la ley de las proporciones definidas; pero ésta no se enunciará, solamente se comprobará que a mayor cantidad de hierro, mayor cantidad de oxígeno se le une para formar el óxido. Nuevamente es imprescindible el uso de la balanza, como se describe en las indicaciones que se ofrecen a los profesores sobre las actividades que conviene realizar.

9.- Las combustiones de los combustibles orgánicos son combinaciones del combustible con el oxígeno.

Se trata simplemente de observar que el oxígeno es imprescindible en las combustiones, lo mismo que en la oxidación de los metales o de cualquier otro producto (ejemplo de la manzana).

10.-El dióxido de carbono que se forma en las combustiones es el mismo que se desprende al respirar el aire por los pulmones.

La comprobación es experimental, como se describe en las indicaciones sobre las actividades.

La Exigencia Cognitiva de la Materia.

Las exigencias cognitivas básicas para la asimilación y acomodación de los conocimientos científicos en estas edades de once a doce años, propias de alumnos del tercer ciclo de la Educación Primaria, coinciden con la plena utilización del razonamiento inductivo.

Si el paso de la inteligencia práctica a la representación constituyó una transición fundamental que libró al niño de las contingencias de la acción, el paso del pensamiento intuitivo al operatorio concreto supone otro progreso fundamental ya que el sujeto supera el carácter

cambiante, inestable y subjetivo del pensamiento preoperatorio en el sentido de una mayor estabilidad y coherencia. La intuición pasa a ser ya una acción interiorizada que dota de gran equilibrio al pensamiento operatorio.

Las operaciones, o agrupamientos internos de los objetivos percibidos, que con mayor soltura realizan estos sujetos son: la clasificación (agrupación de objetos en una sola clase) y la ordenación (relación de objetos en una serie en orden).

Las principales cualidades o características del proceso cognitivo de estos sujetos son:

- a. Es un pensamiento concreto, pues los sujetos manipulan y agrupan lo que han percibido, ya que su pensamiento depende aún del mundo real y concreto.
- b. Es un pensamiento interno, pues los agrupamientos se suceden en la mente del sujeto; las acciones concretas, aunque a veces aparecen, no son imprescindibles.
- c. Es un pensamiento descentralizado: el sujeto posee ya la capacidad de tener en cuenta más de un aspecto de la misma cosa de forma simultánea.
- d. Los sujetos son, pues, capaces de tener en cuenta dos aspectos de la misma cosa, por ejemplo, la forma y la cantidad; y los coordinan entre sí.
- e. Los sujetos poseen un pensamiento sensible: logran revestir hasta el punto de partida un problema, anular el efecto de una operación mediante la operación inversa (inversión) o compensar el efecto de una acción mediante una acción recíproca (reciprocidad).
- f. Es un pensamiento que tiene en cuenta la conservación de la materia, o sea, la comprensión de que un aspecto de algún objeto o sustancia se mantiene aunque otros aspectos varíen.

El tipo de razonamientos que poseen estos sujetos es el inductivo, ya que poseen la plena capacidad de derivar generalizaciones a partir de casos concretos. La dependencia de la acción y de las situaciones concretas es todavía una realidad, aunque al final del período de operaciones concretas ya van presentado algún nivel de abstracción en su pensamiento.

Prospectiva.

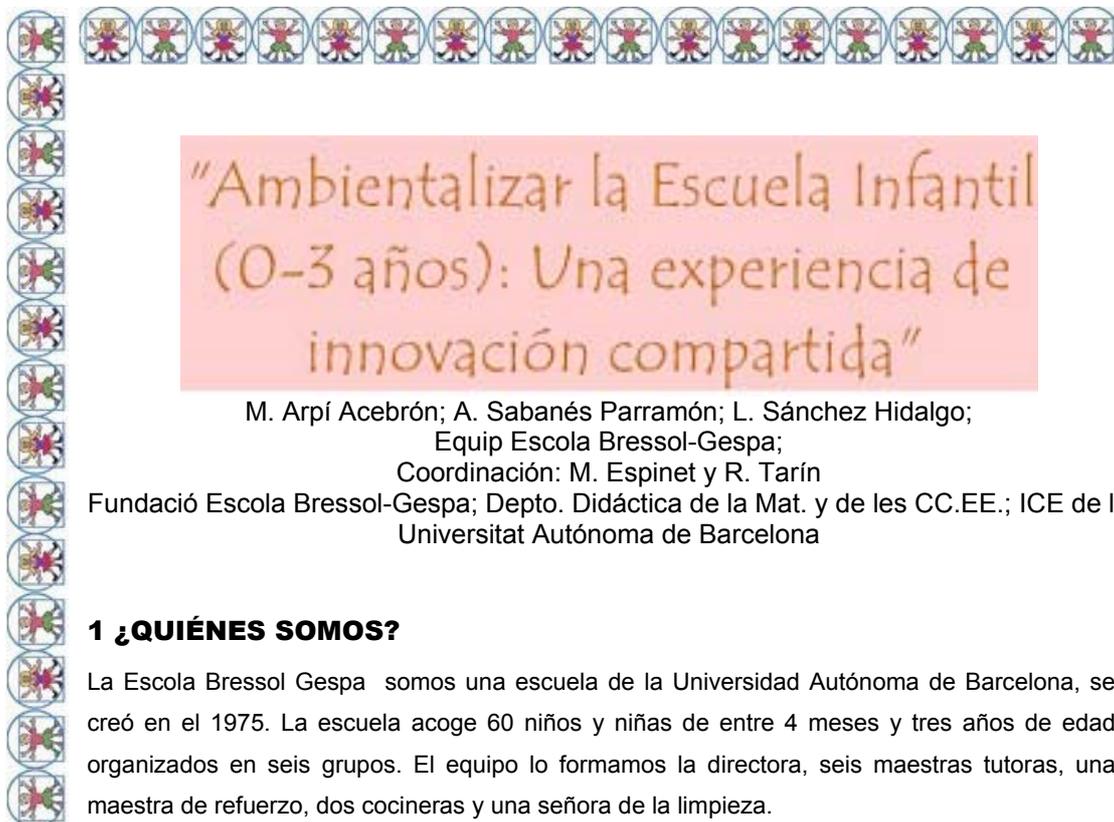
Como anteriormente ya hemos indicado, la experiencia la vamos a poner en práctica con varias muestras de alumnos de Educación Primaria correspondientes a diferentes Centros educativos, tanto privados como públicos, así como Centros pertenecientes a ambientes rurales y urbanos.

Posteriormente diseñaremos el currículo adecuado a la Enseñanza Secundaria así como su correspondiente puesta en práctica. Los detalles del modelo que nos proponemos poner en práctica, tanto en la Educación Primaria como para Secundaria serán objeto de otra publicación.

Bibliografía

- . BAILLÓ, M. y CARRETERO, M. (1996). Desarrollo del razonamiento y cambio conceptual en la comprensión de la flotación. En M. Carretero (Edit.), *Construir y enseñar las ciencias experimentales* (pp. 77-106). Buenos Aires: Aique.
- . ESPINOSA, J. y ROMAN, T. (1998). La medida de las actitudes usando las técnicas de likert y de diferencial semántico. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, (3), pp. 477-484.
- . FURIÓ, C. (1994). Tendencias Actuales en la Formación del Profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 188-199.
- . HODSON, D. (1994). Hacia un Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), pp. 299-313.
- . JIMÉNEZ, M.A.; SÁNCHEZ, M.A. y DE MANUEL, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique*. N° 28, pp. 53-62.
- . LLORENS MOLINA, J.A. (1991). *Comenzando a aprender química*. Edit. Visor. Madrid.
- . MOREIRA, M.A. (1994). Diez años de la revista "Enseñanza de las Ciencias": de una Ilusión a una Realidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 147-153.
- . NISBETT, R.E. y ROSS, L. (1980). *Human inference: strategies and shortcomings of social judgment*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- . PALACIOS, J.; MARCHESI, A. Y COLL, C. (Comp) (1999). *Desarrollo Psicológico y Educación, 1-Psicología Evolutiva*. Madrid. Edit. Alianza Editorial.
- . PÉREZ, C.; DE MANUEL, E. y FERNÁNDEZ, E. (2000). Secuenciación de Contenidos de Oxidación y Reducción en el Currículo de las Ciencias de la Enseñanza Obligatoria, en Martín, M. y Morcillo J.G. (Edit.). *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Madrid: Nivola. pp. 472-478.
- . POZO, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid : Morata.
- . RODRIGUEZ MONEO, M. (1999). *Conocimiento Previo y Cambio Conceptual*. Buenos Aires: Aique.
- . SÁNCHEZ, M.A.,; DE MANUEL, E.; JIMÉNEZ, M.R. (2000). Una propuesta didáctica para el aprendizaje de la transformación química en la Educación Secundaria obligatoria, en Martín, M. y Morcillo J.G. (Edit.). *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Madrid: Nivola. pp. 463-471.
- . SCHNOTZ, W., VOSNIADOU, S. y CARRETERO, M. (Eds). (1999). *New persp*





"Ambientalizar la Escuela Infantil (0-3 años): Una experiencia de innovación compartida"

M. Arpí Acebrón; A. Sabanés Parramón; L. Sánchez Hidalgo;
Equip Escola Bressol-Gespa;

Coordinación: M. Espinet y R. Tarín

Fundació Escola Bressol-Gespa; Depto. Didáctica de la Mat. y de les CC.EE.; ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona

1 ¿QUIÉNES SOMOS?

La Escola Bressol Gespa somos una escuela de la Universidad Autónoma de Barcelona, se creó en el 1975. La escuela acoge 60 niños y niñas de entre 4 meses y tres años de edad organizados en seis grupos. El equipo lo formamos la directora, seis maestras tutoras, una maestra de refuerzo, dos cocineras y una señora de la limpieza.

Nuestra escuela se encuentra en un contexto rico y estimulante:

- Contexto educativo: Cataluña mantiene una fuerte tradición de valoración de la educación infantil y de defensa de su institucionalización.
- Contexto social y cultural: Disponibilidad de recursos sociales, culturales y profesionales en el campus.
- Contexto natural: Diversidad natural y fácil acceso de los niños y niñas a un medio rico que dispone: de un patio con pradera, un bosque y arenales que les permiten la experiencia y manipulación de elementos naturales.
- Trayectoria: El curso pasado se inició el proyecto de ambientalización centrado en la temática de residuos que genera el centro en su actividad cotidiana. Llevamos a cabo: Una ecoauditoría de centro, unas propuestas de mejora y un Plan de actuación perdurable y novedosa.

2 ¿PORQUÉ UNA INNOVACIÓN COMPARTIDA?

Nuestro proyecto de ambientalización se ha llevado a cabo con la colaboración de diferentes personas con el objetivo de construir auténticas comunidades de aprendizaje. El Equipo de l'Escola Bressol Gespa propone y realiza el proyecto con la colaboración de las familias y la ayuda de:

- Fundación Gespa, organismo que la gestiona.

- Facultad de Ciencias de la Educación, de la cual depende nuestro centro: estudiantes de Educación Infantil que eligen nuestra escuela para participar en el proyecto y una profesora de la facultad que nos asesora en el mismo.
- Facultad de Ciencias Ambientales, una estudiante que ha realizado el trabajo de final de carrera y la profesora de la Facultad que le dirige el trabajo y que colabora en nuestro proyecto.

3 ¿Cuál es el nivel de ambientalización que hay en la UAB?

La Universidad Autónoma de Barcelona se encuentra ubicada en un campus cerca de Barcelona y acoge diariamente unas 40.000 personas entre estudiantes, personal docente y no docente. Es una de las primeras universidades catalanas en implantar programas innovadores para el desarrollo de universidades sostenibles. Estos programas se han centrado en la iniciación de procesos de ambientalización tanto en el ámbito de gestión como también del currículum.

- 1990 Primera universidad española que pone en funcionamiento programas de gestión de los residuos de los laboratorios.
- 1992 Primera universidad española que ofrece programas de Ciencias Ambientales.
- 1996 La Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB acepta ser centro experimental para el programa de residuo mínimo.
- 1998 Se inicia el Proyecto de Ambientalización de la Facultad de Ciencias de la Educación.
- 2000 Diseño de un plan de gestión y mejora forestal que desarrolla la Agenda 21 con relación a la Biodiversidad.

4. La ambientalización de la gestión de la biodiversidad en la escuela

Teniendo en cuenta que las maestras de Educación Infantil actuamos como modelo de formas de actuar y de pensar de nuestros alumnos, apostamos por ayudar a avanzar hacia una sociedad sostenible y respetuosa con el medio, éste es un gran reto que lanzamos para que se animen familias, maestros y formadores.

OBJETIVOS

La ecoauditoría sobre Biodiversidad pretende promover la reflexión entre los educadores y las familias de la construcción de conocimiento y la implantación de acciones de mejora del funcionamiento del centro para que la escuela se transforme en un agente de conservación y enriquecimiento de la Biodiversidad de su entorno.

¿QUÉ PRETENDEMOS?

1. Construir una escuela infantil basada en la responsabilidad hacia los valores de una sociedad comprometida con la sostenibilidad del medio.

2. Diseñar, probar y evaluar propuestas de intervención educativa sobre la Biodiversidad en el aula e implicar a las familias en el desarrollo de una escuela sostenible.
 3. Realizar una ecoauditoria ambiental: Llevar a cabo una diagnosis, seleccionar unas acciones y realizar una evaluación del funcionamiento del centro sobre la Biodiversidad.
- Establecer contactos con otras escuelas interesadas y difundir nuestro trabajo en diversos foros educativos tanto de educación ambiental como de educación infantil.

FASES DEL PROCESO

- **Diagnosis:**
 - ¿Cuál es la Biodiversidad de la escuela?
 - ¿Qué especies animales y vegetales se encuentran dentro del edificio?
 - ¿Qué especies animales y vegetales se encuentran en el patio y en las zonas exteriores de la escuela?
 - ¿Qué animales y plantas se encuentran en el entorno cotidiano de las familias?
- **Una vez realizada la diagnosis aplicamos en el centro las siguientes acciones de mejora:**
 - Recogida de las fotos y elaboración de murales sobre las plantas que conviven en casa.
 - Recogida de información popular sobre las plantas aromáticas del entorno mediterráneo y exposición del mismo.
 - Plantada de hierbas aromáticas en el patio.
 - Creación de un huerto escolar basado en la permacultura en el patio de la escuela.
 - Tapar las verjas con plantas.
 - Dado que disponemos de un bosque, hemos hecho un censo de la variedad de árboles que hay para poder llevar a cabo el apadrinamiento de los árboles del mismo con las familias de los niños y niñas.
 - Hemos dejado zonas vírgenes en los bosques del patio de la escuela para que nuestros alumnos vean la diferencia entre los lugares que se produce impacto humano y las que no.

Nos ha quedado pendiente para hacer en el próximo curso:

- Adaptación de un itinerario de naturaleza para los más pequeños y sus familias.
- Creación de un estanque dentro del recinto de la escuela en el que podremos tener Biodiversidad de animales y plantas que viven en este medio.

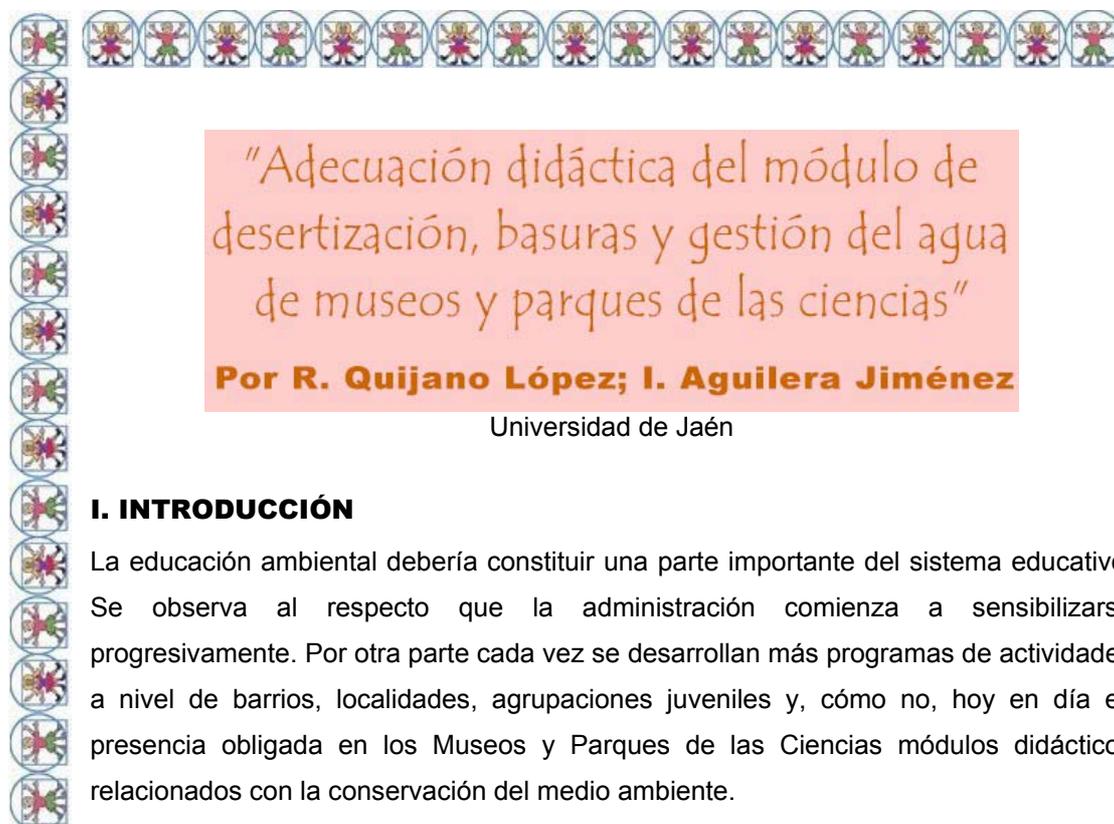
4. LA AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR (0-3): UNIDADES DIDÁCTICAS SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL (EL HUERTO)

Objetivos: Las unidades didácticas diseñadas tienen el objetivo de desarrollar nuevas maneras de comprender, actuar y valorar la diversidad de entornos naturales en el que viven nuestros alumnos. El reto que nos planteamos fue crear un nuevo entorno en la escuela: un huerto ecológico y educativo adecuado para los más pequeños y sus familias.

Actividades: Las actividades que se realizaron con los niños y niñas fueron del mismo tipo pero adaptadas a los intereses y habilidades de cada grupo de alumnos.

- Actividades sensoriales: Facilitar la percepción, experimentación y manipulación de diversos tipos de suelos (arcilla, arena y humus), y de diversos tipos de semillas (zanahorias, lentejas, arroz, fijo, etc.).
- Actividades narrativas y de lenguaje: creación de cuentos y poemas ambientales sobre nuestro propio huerto que favorecen el establecimiento de relaciones entre los elementos del mismo (animales, plantas, personas y condiciones ambientales).
- Actividades plásticas: representación del huerto a través de la creación de murales con materiales naturales, plásticos y fotográficos.
- Actividades de observación e interacción con el medio: realización de las acciones de mantenimiento del huerto de la escuela, salida a un huerto cercano, observación y cuidado de seres vivos en el aula y en el huerto para poder hacer el seguimiento de las plantas desde que se siembran hasta que se recoge su fruto.
- Actividades de juego simbólico, juego por rincones (casa y utensilios de cocina).

Desde estas líneas queremos transmitir la gran satisfacción que produce a toda la comunidad educativa: niños y niñas, familias y maestros compartir el contacto directo con el medio natural para cuidarlo, respetarlo y recoger sus frutos.



Universidad de Jaén

I. INTRODUCCIÓN

La educación ambiental debería constituir una parte importante del sistema educativo. Se observa al respecto que la administración comienza a sensibilizarse progresivamente. Por otra parte cada vez se desarrollan más programas de actividades a nivel de barrios, localidades, agrupaciones juveniles y, cómo no, hoy en día es presencia obligada en los Museos y Parques de las Ciencias módulos didácticos relacionados con la conservación del medio ambiente.

Es evidente que, por fortuna, la cultura social ha cambiado y ya nadie duda de la necesidad de la educación ambiental. Se contribuye a nivel particular y colectivo en el intento de mejorar la problemática ambiental. No hay un premodelo a seguir pero sí unas pautas de comportamiento individual que hacen que, hasta cierto punto, las condiciones medioambientales vayan mejorando cada día. Esto surge de la modificación de las estructuras cognitivas que el individuo tiene sobre los efectos de su intervención sobre el entorno y provoca un cambio de las actitudes a partir de las relaciones con el medio. Como dicen Benayas y Marcén (1995) *"el sistema de valores tiene mucho que ver con la manera como se ve el individuo, el papel que ocupa en relación con la naturaleza y con los demás. El desarrollo de los valores es principalmente un proceso social y se va forjando progresivamente en las personas. De hecho, las influencias sociales van moldeando el sistema de valores hasta que éste se consolida y aún así se modifica según nuevas modas, creencias, doctrinas, etc."*

Los centros escolares reúnen las características idóneas para consolidar cambios de actitudes que se traduzcan en el desarrollo de acciones y de comportamientos que hayan sido consecuencias del proceso de aprendizaje, pero dichos centros no son ámbitos exclusivos de la enseñanza de algunas normas sociales, de ciertas actitudes y valores relacionados con la conservación y mejora del entorno natural. Los museos de ciencias son ámbitos también influyentes, con un importante papel en la divulgación, ampliación y enseñanza de actitudes y contenidos.

Uno de los retos más importantes con los que se encuentran los educadores en los museos es la de desarrollar módulos informativo-educativos apropiados a las características, tan diversas, que puedan presentar los visitantes. Es realmente difícil adecuar un material didáctico a diferentes edades y diferentes condiciones de aprendizaje que condicionan, de forma evidente, el grado de atención e interés que despierte un tema en un lugar de estas características.

Persistimos en la creencia de que los Museos de Ciencias son algo más que un cúmulo de objetos; al contrario, pensamos que ofrecen un aprendizaje de contenidos y actitudes importante y que su metodología es específica.

En el trabajo realizado nos centramos, por tanto, en el segundo punto comentado más arriba. Estudiamos el caso concreto de la adecuación didáctica del módulo relacionado con el proceso de desertización, de producción de basuras y de gestión del agua a niños que se encuentran en la etapa de Educación Primaria. Simultáneamente se pretende realizar un estudio comparativo en el que se relacionen los contenidos recogidos en el módulo indicado con los de la Enseñanza Primaria Obligatoria.

II. TRATAMIENTO DE LOS CONTENIDOS DE DESERTIZACIÓN, BASURAS Y GESTIÓN DEL AGUA EN LA L.O.G.S.E. ESTUDIO COMPARATIVO CON EL MÓDULO DE UN MUSEO QUE TRATE ESTOS TEMAS

Afortunadamente en la L.O.G.S.E. ya se incluyen estos contenidos y se recomienda su desarrollo teniendo como perspectiva todo el sistema educativo. Se trata de que las enseñanzas escolares capaciten al alumno de Primaria para comprender las relaciones con el medio en el que están inmersos; que les estimule a formar parte activa y solidaria de los problemas ambientales tanto en el ámbito próximo y local como en el nacional o internacional. Según la L.O.G.S.E. debe ponerse en práctica una enseñanza globalizadora y contextualizada de lo que es la educación ambiental (desertización, basuras y gestión del agua, entre otros) para que se perciba la realidad y así nos aproximemos a su conocimiento.

Pero, desgraciadamente, en la actual Ley de Educación estos temas tienen un tratamiento transversal. Tan sólo el tema de "la gestión del agua" se estudia como objetivo conceptual -de forma más extensa- en el contenido "el medio físico".

Este eje transversal se marca, como objetivos procedimentales y actitudinales, el análisis de algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, de modo que concluya en la valoración crítica de la necesidad y el alcance de las mismas para, así, poder adoptar un comportamiento en la vida cotidiana acorde a la postura de defensa y recuperación del equilibrio ecológico y su conservación. Destaca el estudio de algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, sobre todo aquellas que inciden de forma negativa en el equilibrio ecológico.

Tras este análisis inicial nos parece que el ajuste de los contenidos conceptuales del módulo del museo es adecuado a los definidos en el Diseño Curricular Base.

El tratamiento que reciben estos temas en el parque se mantiene en la línea de la concepción de temas abiertos, introduciendo algunas novedades y temas de relación.

La secuenciación de los tres temas fundamentales tratados en el módulo es muy coherente destacando la introducción de actividades interactivas que implican directamente la intervención del niño.

Los sistemas que se emplean para provocar la actuación del niño son adecuados para la edad de los alumnos de Educación Primaria pues el manejo de los ordenadores -que están en exposición- es sencillo y tanto el lenguaje utilizado como las actividades didácticas propuestas están en el nivel de comprensión propio de estas edades.

1.1. Consideraciones particulares

En el apartado anterior hemos hecho un análisis general del tratamiento que tienen los temas objeto de nuestro estudio -desertización, basuras y gestión del agua- tanto en la Ley General

de Educación como en un Museo de Ciencias. Ahora vamos a realizar una serie de observaciones que nos relacionen el enfoque didáctico que tienen los materiales que se ponen a disposición de un niño, que se halla en una edad comprendida entre seis y doce años, en un Parque de las Ciencias.

1.1.1. Módulo de desertización

El módulo se inicia con la explicación del proceso en sí, de los problemas que ocasiona, así como de la magnitud del mismo en Andalucía. Esto nos parece muy acertado por la sencillez con la que se expone, aunque echamos de menos el que no se mencione el papel del ser humano en él. Posiblemente se considere una diferenciación entre los términos de desertización y desertificación, siendo la segunda la causada por el ser humano; en realidad esta distinción en la denominación no es un factor importante, pues casi en el 100 % de los casos la acción antrópica interviene en mayor o menor medida en este proceso.

Pensamos que hubiera sido apropiado mencionar la importancia de la actividad humana. De hecho, el panel informativo habla del impacto del desarrollo humano sobre el medio; pensamos que en el apartado de desertización debería haberse mencionado de forma más específica que, junto a las causas naturales, el ser humano, a través de su actividad económica (sobre todo agrícola) contribuye enormemente a acelerar el proceso.

En la consola que acompaña a este panel, además, de la actividad propuesta que es la de conocer los diferentes desiertos existentes en la Tierra junto con sus características, deberían proponerse actividades que se planteasen una reflexión sobre la desertización, por ejemplo, la de relacionar distintas fotografías en las que se observen causas que provocan este efecto atribuibles directamente a la acción humana y otras no adjudicables al ser humano.

1.1.2. Gestión del agua

En éste módulo se plantean al visitante cinco preguntas con tres respuestas posibles, de las cuales sólo una es verdadera.

La primera es la única que no implica directamente al visitante, pues sólo pone de manifiesto el conocimiento de un dato científico. Sin embargo, la intención es bastante buena -hace reflexionar al niño sobre la pequeña cantidad que representa el agua dulce (que es en definitiva la única aprovechable por el ser humano hoy por hoy de una forma económicamente viable) respecto al total del recurso en el planeta Tierra, para que tome conciencia de que, a pesar de lo aparente, el agua es en realidad un recurso escaso-.

Las otras cuatro preguntas sí implican directamente al visitante, ya que hacen referencia al uso doméstico del agua. Dos de ellas se refieren concretamente al despilfarro inútil ocasionado por un grifo que gotea o que se deja abierto mientras nos lavamos los dientes, afeitamos o fregamos los platos. Ambas situaciones pertenecen a nuestra vida cotidiana y además es algo que muchas personas hacen sin pensar en la cantidad de agua que se gasta, por lo que nos

parece muy acertada la elección de estas preguntas para llevar a una reflexión sobre el despilfarro. Teniendo en cuenta a los niños en edad escolar de Educación Primaria, nos parece aún más acertada la tercera pregunta "*¿Dónde se gasta más agua: en la cocina, en el inodoro o limpiando cristales?*", ya que la respuesta correcta está asociada a la única actividad de entre las tres que con toda seguridad los alumnos realizan, que es utilizar el inodoro. Con ello, el grado de implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje (interactividad didáctica) está asegurado pues el alumno razona inmediatamente que uno de los actos más cotidianos para él constituye el de mayor gasto de agua en su casa, haciéndole recapacitar sobre el grado de responsabilidad que tienen en sus actuaciones individuales.

1.1.3. Basuras:

En esta sección del módulo encontramos que las frases que se exponen no implican demasiado la intervención del niño aunque, quizás si la actividad se realiza con otros compañeros, provoque comentarios sobre la acción real que ellos tienen en su vida diaria en relación a este tema, en concreto en el tema de la separación de basuras. En un principio puede parecer, cuando lo estudia un adulto, que el simple hecho de que se pregunte qué material se tira a la basura y cuáles deben de ir en un mismo contenedor no implican una acción directa, sino el poner a prueba los conocimientos de un niño frente a esta materia. Pero si reflexionamos, debemos de darnos cuenta que el objetivo esencial es la de provocar comentarios entre compañeros (los niños) para saber si están actuando correctamente en su casa o en el colegio cuando están realizando el acto de "tirar un material a la basura". Este hecho debería provocar un cambio de actitud del niño, incluso puede llegar a cambiar los hábitos familiares.

Pasamos a comentar cada una de las frases que se presentan en este módulo temático: la primera afirmación informa al visitante sobre la incineración, presentándola como una técnica de tratamiento de residuos contaminantes y por tanto poco aconsejable desde el punto de vista ambiental y sanitario.

En la segunda frase se incide en la existencia de una recogida selectiva, indicando que no es necesario separar las latas (no se especifica el material) porque, al ser ferromagnéticas, son separadas en las plantas de tratamiento mediante campos magnéticos. Aquí observamos una falta en el complemento de los contenidos, ya que no todas las latas presentan ferromagnetismo y por tanto no todas se pueden separar en el tipo de planta mencionada, aunque en la siguiente afirmación se indica que las latas de acero sí son ferromagnéticas y las de aluminio no. Ocurre con estas dos afirmaciones, que la primera no se cumple en su totalidad, luego no debería considerarse como una afirmación y la segunda debería de ir en primer lugar para no llevar a un niño a equívocos sobre el proceso de separación de este tipo de basuras. Probablemente se pretende una acción reflexiva en la que se llegue finalmente a la conclusión de que es importantísima la recogida de basura selectiva, pero eso no es comprobable (esa es una dimensión que no podemos alcanzar).

Las siguientes tres afirmaciones se refieren específicamente al proceso de reciclaje del papel y el vidrio. En lo referente al papel, se indica que el papel fotocopiado no es más difícil de reciclar que el normal. De aquí la única conclusión que se puede sacar es que este papel debe depositarse también en el contenedor correspondiente. La otra dice que las cáscaras de huevo no se reciclan junto al papel, por lo que éstas deben tirarse al cubo de basura orgánica. En definitiva, estas dos afirmaciones sólo sirven para facilitar al visitante el juego posterior de la consola, que consistirá en depositar distintos residuos en sus correspondientes contenedores, y entre esos residuos aparecen periódicos y cáscaras de huevo.

La última frase persigue la misma finalidad que las dos anteriores, pues en el juego aparecerán botellas de colores que deberán ser depositadas en el contenedor de vidrio. Aquí se da una solución al problema de las basuras: el del reciclaje como alternativa a la acumulación de éstas.

Si profundizamos en el tema el verdadero problema de fondo no es la recogida selectiva de basuras y su posterior reciclado -evidentemente este es un problema de cambio de actitud- el auténtico problema es el de “la reducción de producción de basuras y la reutilización” y el módulo se tendría que plantear este otro objetivo. Evidentemente, insistimos, éste no es el objetivo marcado, sino el de cambiar la actitud de selección de basuras. Es en realidad la iniciación a una enseñanza medioambiental para ayudar a evitar el acúmulo incontrolado de basuras. Evidentemente son soluciones acertadas las propuestas ya que se ataca de lleno el tema del consumo excesivo que tiene la humanidad de productos y la segunda propuesta es interesante, que por cierto, tiempo atrás se llevaba a cabo sobre todo en recipientes de vidrio, se volvían a reutilizar, aún hoy en día persiste esta idea como en el caso de algunas empresas productoras y distribuidoras de lejías que permiten la reutilización de los envases de plástico, o devolviendo el coste de un envase si éste es devuelto al vendedor. Esta última fase se podría completar con las propuestas indicadas anteriormente.

IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones las presentamos divididas en tres temas, en función del módulo al que hagan referencia.

a) Para el módulo de desertización:

- Nos parece muy adecuada, por su sencillez, la explicación del proceso de desertización y su magnitud en Andalucía. El vocabulario empleado en ésta es perfectamente comprensible por niños que se encuentran en la edad escolar de Educación Primaria.
- A pesar de la importancia del papel del ser humano en el proceso de desertización no se menciona la incidencia de éste sobre el medio.
- No se aprecia la existencia de actividades que planteen la reflexión sobre el tema de la desertización, aunque las que sí están presentes son adecuadas para niños de Educación Primaria.

b) Para el módulo de gestión del agua:

- Todas las actividades, a excepción de una, planteadas al niño implican o están relacionadas con la vida cotidiana de éste.
- Es totalmente adecuada la referencia que se presenta sobre el uso doméstico del agua.

c) Para el módulo de basuras:

- Las actividades planteadas deberían realizarse con grupos de niños de Educación Primaria y no de forma individual, ya que sólo de esa manera se consigue el objetivo propuesto para este módulo –un cambio de actitud en su comportamiento diario cuando va a depositar distintos tipos de basuras-.
- Notamos una falta de profundización en el verdadero problema de fondo que es el de “la reducción de producción de basuras y la reutilización de éstas”.

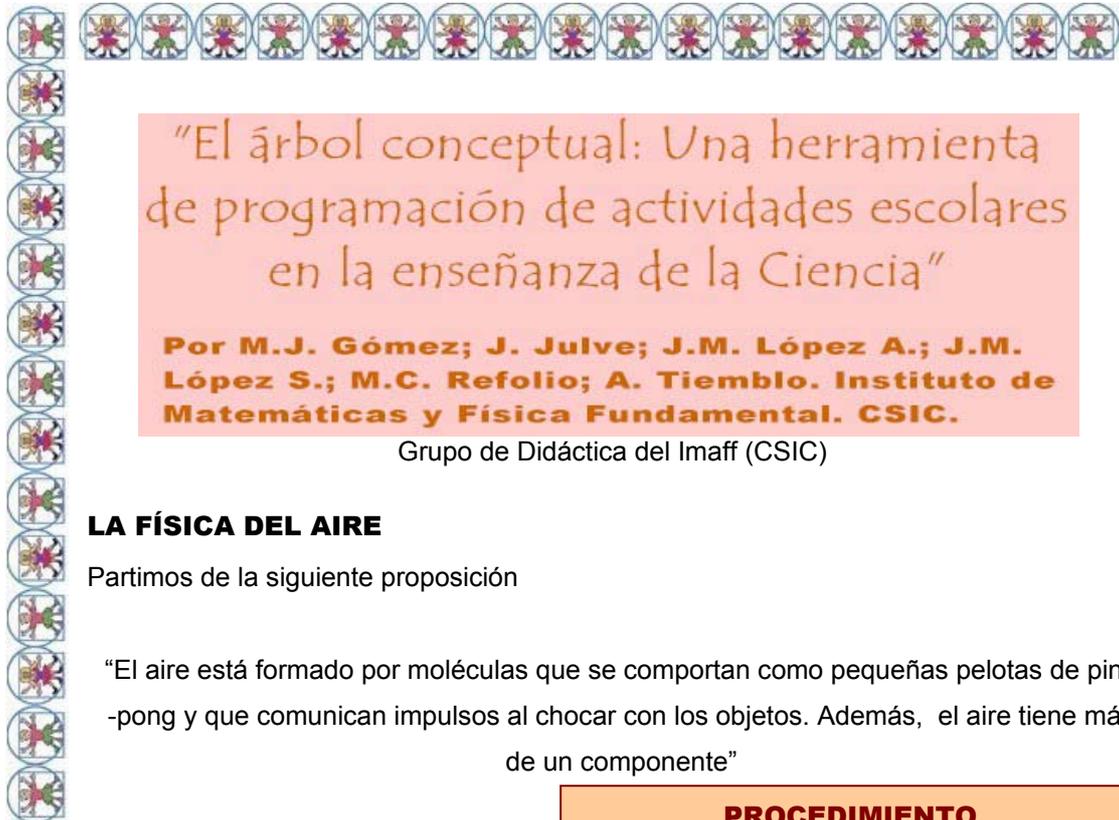
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, S. (1997). Using Scientific Inquiry Activities in Exhibit Explanatios. *Science Education. Phoenix*. Vol. 81, nº 6. pp.: 715-733.
- BENAYAS, J. y MARCÉN, C. (1995). La Educación Ambiental como desencadenante del cambio de actitudes ambientales. I Jornadas sobre actitudes y educación ambiental. Edit. Perales, F. J.; Gutiérrez, J. y Álvarez, P. Univ. de Granada. pp.: 132-156.
- BROUARD, M. A. y POL MÉNDEZ, E. (1998). La comprensión de los contenidos del museo. *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. Nº 15. pp.: 15-30.
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. (1992). “Decreto 105/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las Enseñanzas correspondientes a la Educación Primaria en Andalucía”. (BOJA nº 56 de 20 de junio de 1992).
- DEL VAL, A. (1997). *El libro del reciclaje: manual para la recuperación y aprovechamiento de las basuras*. Ed. Integral.
- ELVIRA, C. y FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, M. A. (1992). Basura en la nave espacial Tierra. *Cuadernos de Pedagogía. Barcelona*. Vol. 208. pp.: 60-63.
- FERNÁNDEZ I CERVANTES, M. (1998). *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. Nº 15. pp.: 51-56.
- FISHER, M. S. (1997). The effect of humor on learning in a Planetarium. *Science Education. Phoenix*. Vol. 81, nº 6. pp.: 703-713.
- FOPP, M. A. (1997). Los museos del aire y del espacio alcanzan la mayoría de edad. *Museum Internacional. París. UNESCO*. Nº 195, vol. 49, nº. 3. pp.: 4-7.
- GRUPO GAIA. (1990). Consumo y residuos sólidos urbanos. *Cuadernos de Pedagogía. Barcelona*. Vol. 186. pp.: 58-62.
- MYERS, N. (1992). *El futuro de la Tierra. Soluciones a la crisis medioambiental en una era de cambio*. Celeste Ediciones.

PÉREZ, C.; DÍAZ, M^o. P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTIN, M. y CUESTA, M. (1998). *Centros de Ciencia. Espacios interactivos para el aprendizaje. País Vasco. Servicio de la editorial de la Universidad del P. Vasco.*

TERRY, C. J. (1997). Los museos de tecnología del Canadá se ponen en línea. *Museum Internacional. París. UNESCO. N° 195, vol. 49, n° 3. pp.: 26-27.*

(1996). Envases y sus residuos. (Monográfico). *Ecosistemas. Nov. pp 7-53.*



“El árbol conceptual: Una herramienta de programación de actividades escolares en la enseñanza de la Ciencia”

Por M.J. Gómez; J. Julve; J.M. López A.; J.M. López S.; M.C. Refolio; A. Tiemblo. Instituto de Matemáticas y Física Fundamental. CSIC.

Grupo de Didáctica del Imaff (CSIC)

LA FÍSICA DEL AIRE

Partimos de la siguiente proposición

“El aire está formado por moléculas que se comportan como pequeñas pelotas de ping-pong y que comunican impulsos al chocar con los objetos. Además, el aire tiene más de un componente”

Para ello se separan conceptos que son nuevos para el alumno y se estudian sus significados.

Aire
Moléculas

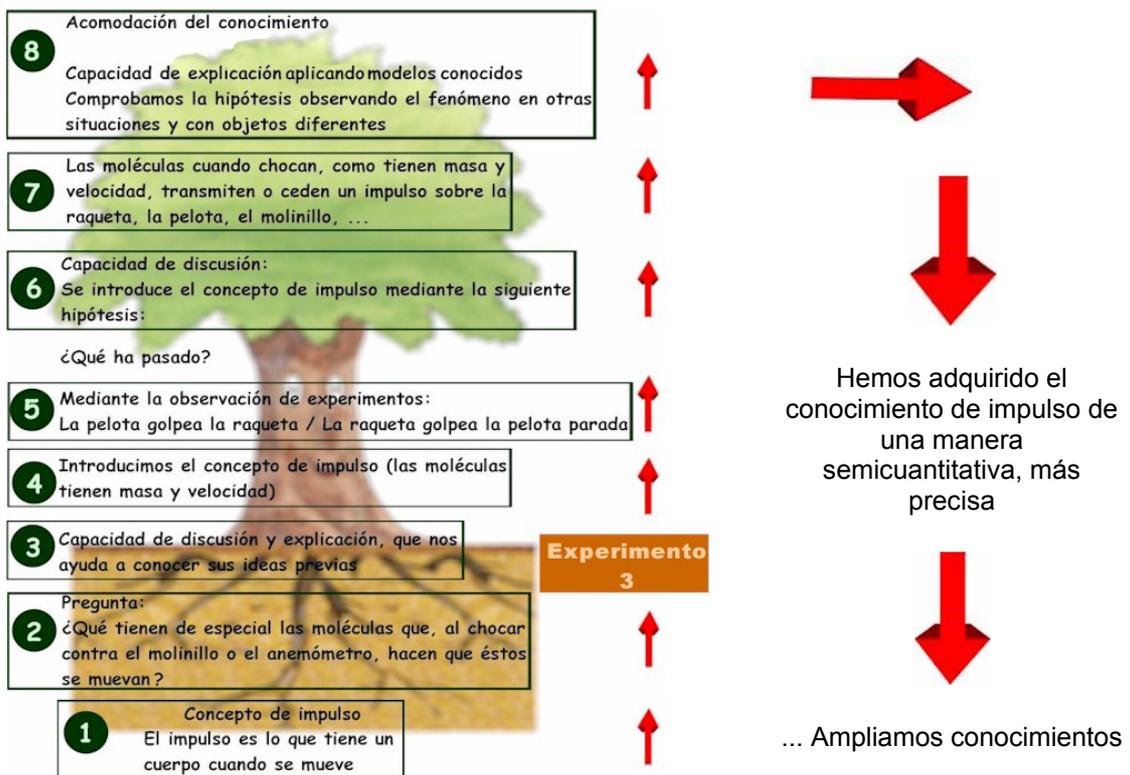
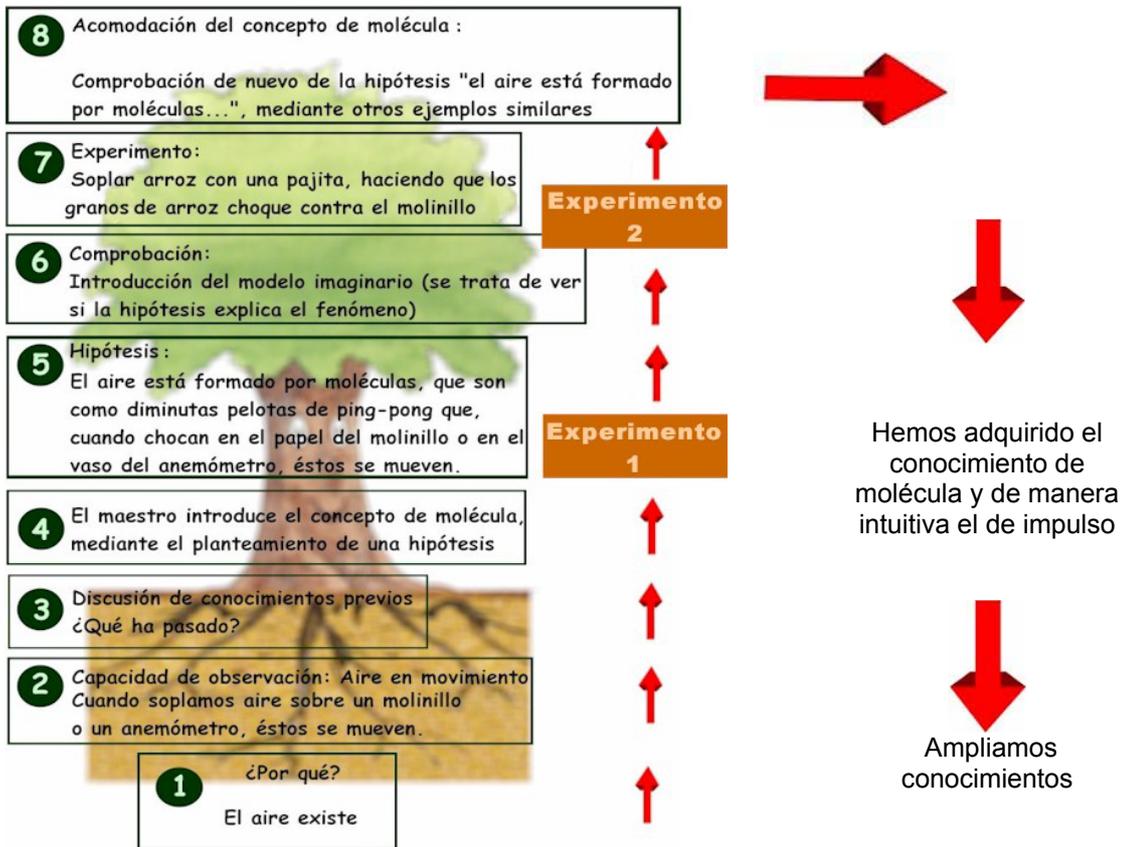
Impulso
Componente

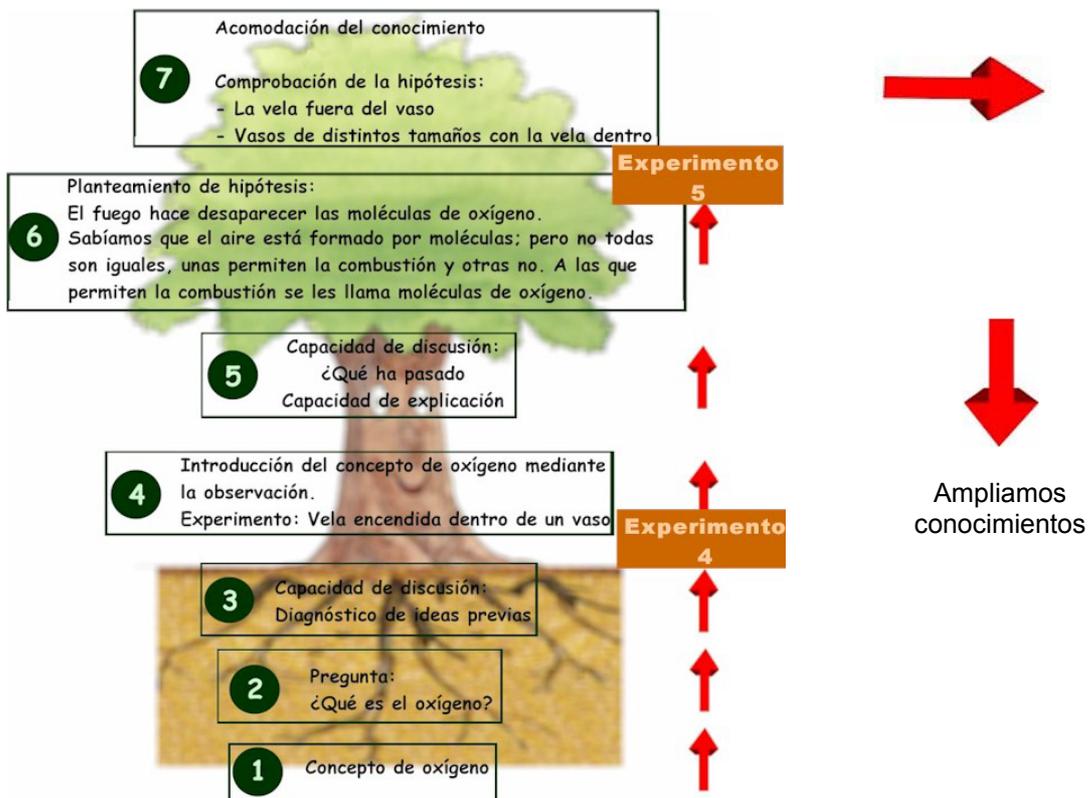
PROCEDIMIENTO

Situamos en la copa del árbol la proposición ¿cómo se llega a entender el significado de estos conceptos ?

El aire está formado por moléculas que se comportan como pequeñas pelotas de ping-pong y que comunican impulsos al chocar con los objetos. Además el aire tiene más de un componente.







Con este método podemos saber lo que los niños conocen



Nos permite, a partir de esos conocimientos previos, “deconstruir” lo que no está bien entendido. Y podemos ir evaluando los aprendizajes a medida que vamos construyendo el conocimiento. Es importante distinguir entre construcción del conocimiento y acomodación de ese conocimiento

EXPERIMENTO 1

¿Qué vamos a descubrir?...

... que el aire está constituido por moléculas

Construcción
de un
molinillo

PROCEDIMIENTO

Se construye el molinillo, se sopla, se observa y se ve que gira
¿Por qué?

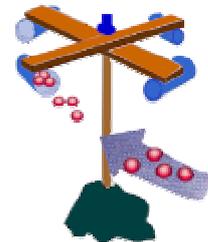


A partir de ahí se estudian las respuestas y llegamos a plantear la siguiente hipótesis:

“El aire está constituido por moléculas que cuando chocan con una superficie transmiten o ceden un impulso”



Cuando soplamos, esas moléculas salen de los pulmones, por la boca. Son como unas pelotas que chocan en la pared del molinillo o en los vasos del anemómetro.

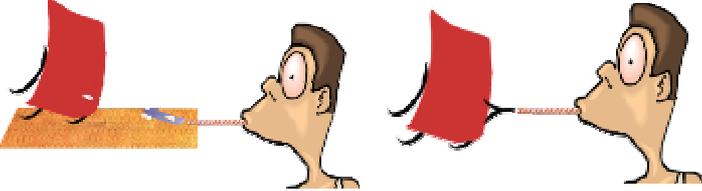


Otras formas de ver el aire es en forma de burbuja dentro del agua

EXPERIMENTO 2

A partir de esa hipótesis, el siguiente paso es su ...
... **COMPROBACIÓN**

¿Cómo ver lo que no se ve?



Con una paja se sopla arroz en una cartulina y observamos qué pasa. (Empleamos el arroz como si fueran moléculas)

Soplamos de nuevo con la paja pero sin arroz, solamente aire. ¿Qué ha pasado?
La cartulina se ha movido

...eso quiere decir, que el aire está constituido por algo parecido a los granos de arroz pero tan pequeños que no se ven:

Capacidad de IMAGINACIÓN

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Conviene repetir el experimento empleando otros objetos.

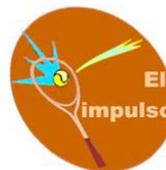
EXPLICACIÓN

Ya sabemos que el aire está formado por moléculas; la cartulina se mueve cuando soplamos y esas moléculas chocan sobre la superficie del molinillo ejerciendo una fuerza sobre él.

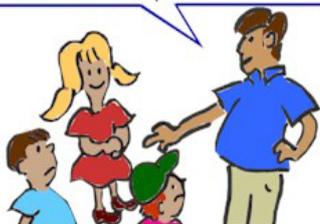
El alumno debe saber explicar **con sus palabras la hipótesis**; sólo así veremos si se ha entendido el fenómeno estudiado.

EXPERIMENTO 3

Con lo que ya sabemos...
...¿Qué tienen de especial las moléculas que, al chocar contra el molinillo hace que éste se mueva?



¿Qué tienen de especial las moléculas que, al chocar contra el molinillo o el anemómetro hacen que éstos se muevan?



Capacidad de predicción y explicación

Observación



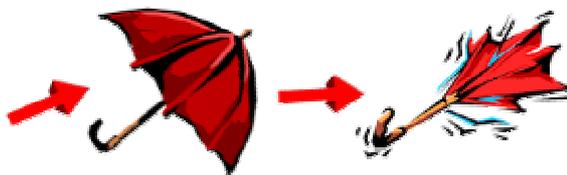
¿Qué ha pasado en ambas situaciones?

Tras la discusión... se introduce el concepto de **impulso** mediante el planteamiento de la hipótesis:

Las moléculas cuando chocan, como tienen masa y velocidad, transmiten o ceden un impulso sobre la raqueta, la pelota, el molinillo, ...

COMPROBACIÓN

Se repite el experimento y se observa el fenómeno con otros ejemplos y con sus aplicaciones tecnológicas



ACOMODACIÓN

EXPERIMENTO 4

¿Sabéis qué es el oxígeno?

Concepto de oxígeno

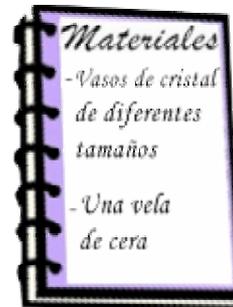


Capacidad de DISCUSIÓN

Diagnóstico de ideas previas

¿Qué vamos a descubrir?

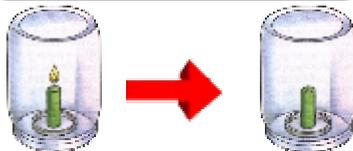
Que en el aire hay moléculas de oxígeno



PROCEDIMIENTO

Observación

... mediante el experimento



CAPACIDAD DE PREDICCIÓN



Hemos visto que la vela se ha apagado

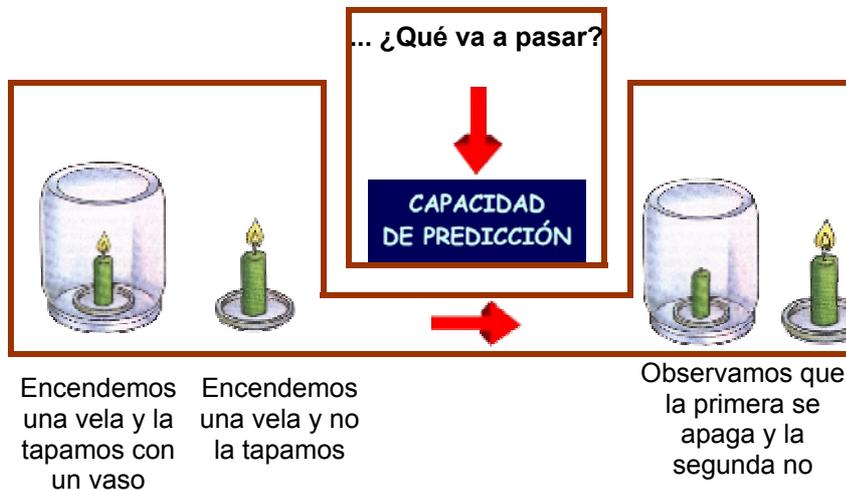
¿Por qué?...

CAPACIDAD DE EXPLICACIÓN

EXPERIMENTO 5

Repetimos el experimento anterior introduciendo un nuevo elemento

concepto de oxígeno (2)



Pregunta

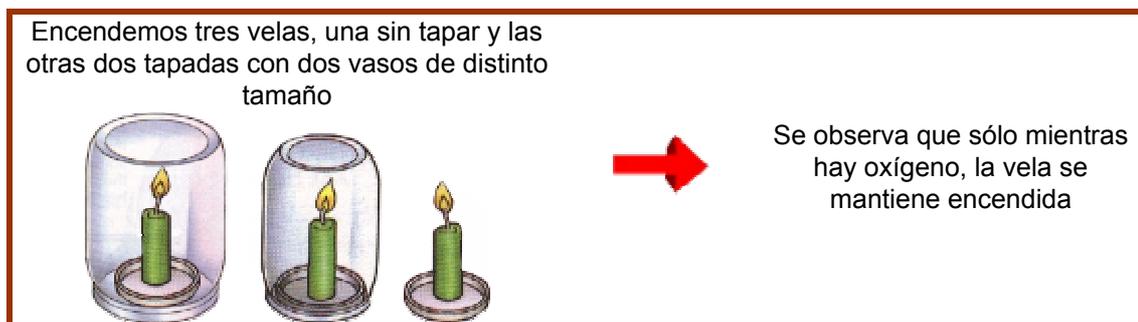
¿Qué necesita la vela para mantenerse encendida?

CAPACIDAD DE EXPLICACIÓN

Tras la discusión, el maestro introduce el concepto de oxígeno como un componente del aire, a través del planteamiento de la siguiente hipótesis:

“El fuego hace desaparecer las moléculas de oxígeno”

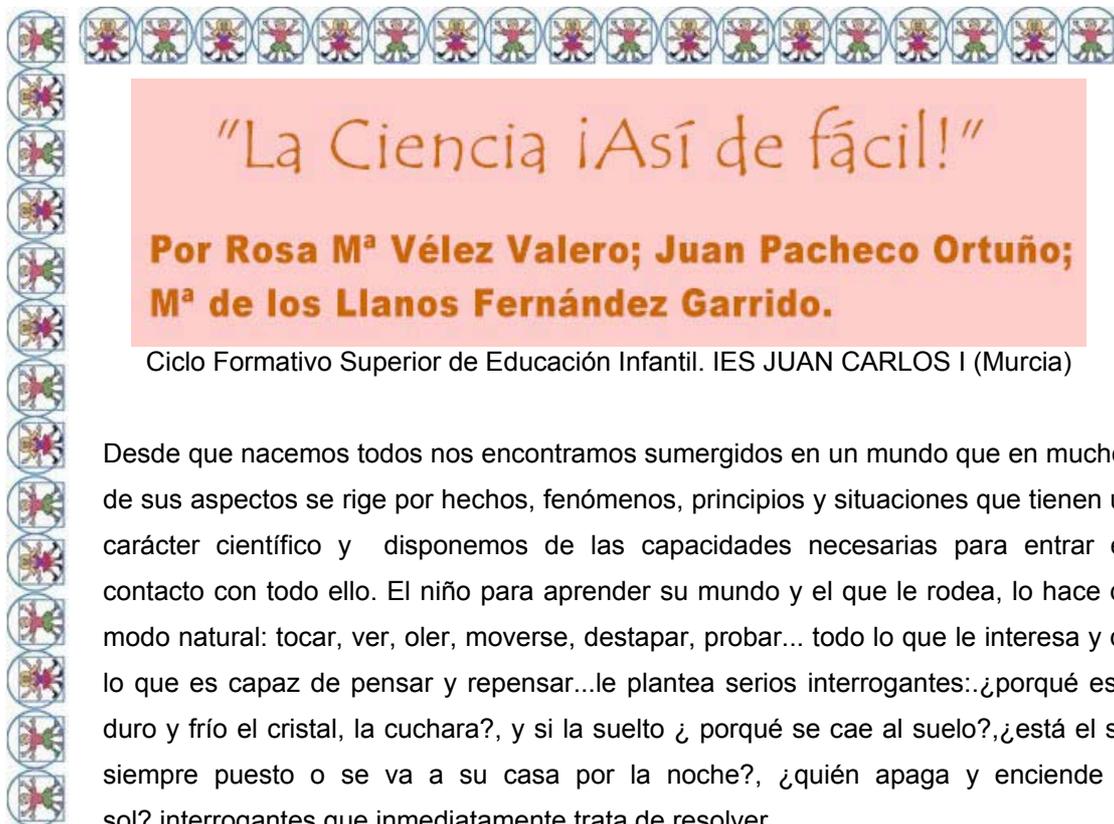
Vamos a comprobarlo



Acomodación, observación y explicación del fenómeno en otras situaciones

Ampliamos conocimientos

Introducimos el concepto de molécula de agua para llegar mediante este procedimiento al conocimiento de otra clase de moléculas que tiene el aire y al conocimiento de los distintos estados de la materia...



“La Ciencia ¡Así de fácil!”

**Por Rosa M^a Vélez Valero; Juan Pacheco Ortuño;
M^a de los Llanos Fernández Garrido.**

Ciclo Formativo Superior de Educación Infantil. IES JUAN CARLOS I (Murcia)

Desde que nacemos todos nos encontramos sumergidos en un mundo que en muchos de sus aspectos se rige por hechos, fenómenos, principios y situaciones que tienen un carácter científico y disponemos de las capacidades necesarias para entrar en contacto con todo ello. El niño para aprender su mundo y el que le rodea, lo hace de modo natural: tocar, ver, oler, moverse, destapar, probar... todo lo que le interesa y de lo que es capaz de pensar y repensar...le plantea serios interrogantes: ¿porqué está duro y frío el cristal, la cuchara?, y si la suelto ¿porqué se cae al suelo?, ¿está el sol siempre puesto o se va a su casa por la noche?, ¿quién apaga y enciende el sol?, interrogantes que inmediatamente trata de resolver.

El niño tiene capacidad para conocer de manera correcta, afrontar nuevos problemas e intentar soluciones. Quizás tendría la necesidad de ayuda del adulto, pero al final llegaría a la solución y confirmaría que puede dominar la realidad. Esta satisfacción que nace de sucesivas confirmaciones de la confianza en sus capacidades, es lo que le anima a crecer, a conocer, a dominar el ambiente para transformarlo. El niño que se mueve, que explora, que busca, que toca, que prueba, no es un niño preocupante, inestable y a vigilar.

La prohibición de mancharse y no manchar, el regalo de juguetes que lo hacen todo y al niño solo le queda mirar.....son ejemplos de comportamientos contrarios a sus necesidades. La escuela debe partir de este conocimiento que estas experiencias aportan a cada niño y **gestionarlo**.

A menudo, el medio escolar está organizado de modo que el niño de pocos años, más tarde de educación infantil, no tiene apenas oportunidades de hacer ciencia, ni siquiera de hacer preguntas. Es casi siempre el maestro el que interroga. Se trata de pasar de la famosa escuela transmisiva, repetitiva de la “leccióncita” que mencionaba Tonucci, y de la Escuela de las “actividades”, para llegar a la “escuela de gestión del conocimiento” en la que el niño estará en constante contacto con su ambiente usando diferentes técnicas y lenguajes para: -apropiarse de la realidad, verificarla y darla a conocer a los demás y reconocerse con los otros. Una escuela así no puede confiarse a la improvisación ni a la repetición, su función mediadora necesita de técnicos de la educación con una óptica nueva y global, basada en una riqueza

cultural, crítica y científica que se proyecte en una intervención educativa rica en actividades prácticas y con sentido.

En cuanto al comportamiento y la intervención del **profesorado** es muy importante:

- Conocer a la persona a que va a enseñar, lo que supone conocer sus características tanto evolutivas (en todos sus aspectos, motriz, cognitivo, lingüístico, afectivo, social.....) como los procesos mediante los cuales construye el conocimiento, es decir: cómo es y cómo aprende. Conocer también lo que los niños saben de cada contenido del currículo y por tanto sus ideas previas sobre los mismos. (Requiere de una formación psicológica, inicial y permanente).
- Conocer lo que va a enseñar, es decir el contenido del currículo. Y por tanto conocer y ser consciente de los contenidos científicos que tendrá que enseñar. (Por lo que se necesita una formación curricular, epistemológica y científica) Y...
- Conocer las técnicas y métodos, apropiados para cada tipo de aprendizaje que pretenda provocar. Lo que supone utilizar aquellas que propicien el aprendizaje científico. (Una formación pedagógica, metodológica y didáctica)

Esto que parece tan sencillo y elemental, y que en la vida cotidiana se practica en cualquier profesión: mecánico,(conoce el coche, cómo funciona, cómo se arregla..) electricista, modista, veterinaria, médico...En la enseñanza no se da con la misma lógica, porque quizás en la interpretación de los aspectos arriba citados, se ha partido y se parte de diferentes concepciones, lo que nos ha hecho considerar a la persona como un ser con/ sin capacidades desde el nacimiento y en función de ello han variado las concepciones y funciones del resto de los elementos; o simplemente porque pasan cosas que en educación se abordan de otra manera. De ahí que el currículo y las técnicas serán unas u otras según tengamos una idea u otra de quien y como lo tiene que aprender y también de quien y como lo tiene que enseñar. Será función del profesorado ser un elemento importante en el aula, que admite ideas de los demás, que se interesa por la vida de los niños, que le interesa que aporten gran cantidad de ideas sobre las cosas. Con flexibilidad para permitir que los niños tengan sus ideas, que acepten a los niños con sus diferentes características. Que permita CONOCER y HACER ciencia, en vez de solo ENSEÑAR ciencia. La ciencia no debe ser enseñada tal como se entiende, como " transmitida", sino enseñada como interpretada, vivenciada, próxima, y manipulada.

El componente básico a considerar es el niño, que aplica su conocimiento para conocer a su vez el entorno: la ciencia que hay en su entorno. Sobre el profesorado recae la tarea de crear una atmósfera que conduzca a la exploración, la inventiva y la producción.

Existen formas apropiadas mediante las cuales el profesorado puede **proporcionar la atmósfera** conveniente para que el niño esté en contacto con la ciencia:-comportamiento cordial y amistoso,-actitud próxima, de escucha, de curiosidad y de intercambio,-actuar como

guía, apoyo, orientación,-seguir y retar al niño,-acompañar en vez de obviar, de prohibir, de censurar o de ignorar.

En este punto, parece ser verdad que un maestro que nunca ha experimentado en sus aprendizajes, procesos científicos, porque ha realizado éstos de manera mayoritariamente verbalista, que no ha tocado ciencia nunca de modo espontáneo y natural primero y orientado después, será difícilmente capaz de motivar e inspirar a los niños cuando fracasen ante un problema científico, o prevenirles y orientarles ante posibles eventualidades, ya que se suele enseñar del modo que cada uno aprendió. Solo podrá hacerlo entrando en procesos profundos y serios de reflexión y reviviendo la “ciencia” que perdió de aprender cuando era niño, para recuperar unos modos de hacer no aprendidos en el momento que correspondía, y así poder planificar su actuación con los niños de la manera que habría sido correcta con uno mismo.

Porque no se trata de dejar hacer siempre libremente, (función acrítica); en cualquier edad y situación, frente a lo que a cada uno no le dejaron hacer nunca, (función autoritaria) sino **organizar una intervención adecuada y ajustada a la necesidad** de aprender ciencia, ofreciéndole respuestas educativas, organizativas y de apoyo que le faciliten hacer su recorrido.

Hay razones, para creer que el niño dócil y conformista recibe en la escuela su recompensa en detrimento de: la curiosidad, la imaginación y el pensamiento creador. No debe preocuparnos motivarlos para la creatividad. Sí quitar trabas psicológicas y físicas que el medio pone y que inhiben su curiosidad y su comportamiento exploratorio. Porque para la sociedad, hoy más que nunca el niño bien adaptado y útil (para la sociedad, que no para él mismo) es aquel que sabe menos y sabe hacer menos y por tanto consume más, por su imposibilidad de poder reparar y reutilizar los objetos que le proporciona la industria y por el desconocimiento de los que le brinda la naturaleza para poder utilizarlos y /o producirlos. En el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, debemos tener en consideración dos aspectos distintos: aprender /enseñar y hacer ciencia, y otra aprender/enseñar por el método científico (investigar)

Disponemos por tanto, de herramientas y técnicas, para ayudarnos y ayudarles en este recorrido: “En la aventura de aprender y de hacer ciencia en la escuela”.

No hay nada nuevo bajo el sol, y por tanto tampoco es nuevo lo que vamos a sugerir para que sea una realidad la **escuela científica**, en la que el niño esté permanentemente en contacto con los fenómenos científicos que la vida cotidiana le ofrece en su entorno, teniendo posibilidad de actuar sobre ellos hasta donde le permitan sus posibilidades, incluidos en sus actividades escolares.

No es nuevo, pero quizás sí sea nuevo el someter a una permanente reflexión aquellas prácticas que en ocasiones, quizás en más ocasiones de las deseadas, quedan insuficientemente rentabilizadas por no haber sido enfocadas desde el punto de vista científico, ya que en muchas de ellas la selección de técnicas queda estrecha y casi exclusivamente vinculada al ámbito meramente metodológico, o bien tratando de dar respuesta a las

capacidades, posibilidades e intereses de los niños pero en ocasiones menos al tipo de conocimiento que propician y a los aspectos epistemológicos o del área que tratan, perdiéndose por tanto gran parte del conocimiento científico.

A partir de ahí, se trata de disponer de los métodos, técnicas y procedimientos para, de una parte, partir de los conocimientos científicos que el alumnado aporta de sus elaboraciones, experiencias, concepciones, y conceptos, anteriores, y de otra, seleccionar las técnicas de trabajo que posibiliten la realización de las actividades impregnadas de un carácter científico y adecuarlas a las características y tipo de conocimiento del alumnado concreto de que se trate. Conocer las ideas previas del alumnado debe servir para preparar las actividades a desarrollar en clase, que le lleven a que se produzca un cambio conceptual, si queremos que su aprendizaje sea significativo, y esto no es posible si no se da un cambio metodológico real en las aulas, que propicie condiciones que lo posibiliten.

1.-TÉCNICAS DE DETECCIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

El niño pequeño tiene errores en sus aprendizajes reales, o bien en la elaboración de conceptos que no realiza con exactitud, inherentes a las características de su pensamiento (inductivo, centrado, yuxtapuesto, artificialista...). Los niños menos pequeños también cometen inexactitudes en la elaboración de conceptos. Utilizan esas ideas previas para la interpretación de diversos fenómenos antes de recibir enseñanza en la escuela, en la que aprendan la explicación científica, y también después conservan esas primeras ideas. Ese saber previo tiene gran influencia en el aprendizaje del alumnado. Parece que las ideas más persistentes y que más se mantienen a lo largo de los años, y por tanto más difíciles de cambiar, son aquellas que tienen que ver y están más relacionadas con los fenómenos que se dan en su ambiente próximo, con los que interaccionan, y que observan con más frecuencia, y por tanto son las que colaboran a reforzar más sus estructuras mentales.

También, si además esas creencias las mantenemos los adultos les ayuda a consolidarlas, simplemente por la autoridad que reviste el comportamiento y /o la opinión del adulto y los procesos de imitación que realizan de ellos. Parece que esas ideas previas de los alumnos son tan resistentes al cambio, por :

- ⇒ la propia naturaleza de las ideas previas.
- ⇒ El tipo de enseñanza que en “teoría” debe cambiarlas
- ⇒ La manera en que se desarrollan las clases. La gran mayoría del profesorado no se interesa por las ideas previas del alumnado, bien por que las desconoce, bien por que las considera obvias. Incluso, a veces, mantienen ideas que se asemejan bastante a las de sus alumnos. A veces no se sienten convencidos de su propia capacidad para manejarlas y por supuesto enseñarlas.
- ⇒ Los métodos de evaluación que en la práctica, no analizan la existencia de preconceptos, ni el grado en el que éstos se han superado, de ello se desprendería una actividad para reelaborar los conceptos erróneos , a través de las técnicas

apropiadas, pero la gran mayoría de las veces esto no ocurre porque no siempre se realiza una evaluación inicial para detectar ideas previas. (Aunque en la norma actual así lo prescriba)

- ⇒ □ Factores sociales, ideas culturales, o de “sentido común”, hacen que ciertas concepciones permanezcan incólumes en la mente de los individuos a pesar de los años de aprendizaje en los que debieron haber sido superadas. Por ello, conocer/ detectar las ideas previas del alumnado e introducirles en la indagación, experimentación, comprobación, y búsqueda de las causas, aspectos que caracterizan el pensamiento científico, les llevará a elaborar y a reelaborar, en otros casos, conceptos más ajustados a la realidad.

No se trata, por tanto, de que primero hayamos de esperar a que el niño posea todos los atributos p.e, del pensamiento formal que le posibiliten en toda su extensión desplegar todas las capacidades que se requieren como adulto para entender y manipular la ciencia. Tampoco esperamos, dejando su mente en blanco, a que sea capaz de elaborar los conceptos de manera completa y total. Así, la elaboración del concepto de “MESA” pasa de ser una idea incipiente y rudimentario cuando se elabora por primera vez, que va sufriendo transformaciones y completándose según va pasando por diferentes fases de su desarrollo, al tener más información, más capacidad, y otras características de su pensamiento.

Para la selección del método o de las técnicas para detectar las ideas previas, según el concepto que hayamos de tratar y los fines que perseguimos al conocer la estructura cognitiva de alumnado, así, podemos utilizar:

Entrevista personal	Pruebas escritas	Pruebas de asociación de palabras
Diálogo socrático	Comentario	Observación directa del alumnado
	Análisis de tareas	

b) TÉCNICAS DE TRABAJO

Para adecuar al modo de aprender que de forma natural los niños desarrollan, el modo de enseñar, debemos tener en cuenta que básicamente los niños pequeños aprenden a través de los dos siguientes procedimientos:

- a) Poniéndose “manos a la obra”y destripando una y otra vez la barriga de la muñeca, los coches...repiteando o recreándose en ello hasta descubrir el secreto de su funcionamiento.

- b) Preguntando sin cesar, unas veces por el mero hecho de verificar si le contestas lo mismo, y en ese caso puede fiarse de que sea correcto; otras veces para que le llevemos a ese mundo parcialmente conocido o atisbado por él y en el que se encuentra perdido, y confía en que le acompañemos en su descubrimiento; otras para comunicarnos simplemente sus sorpresas, sus emociones y descubrimientos.
- c) En función de ello hemos seleccionado a modo de propuesta algunas técnicas de trabajo adecuadas para las diferentes edades, unas para los más pequeños, y otras para aquellos que ya hayan ido adquiriendo mayor autonomía de trabajo, aunque adaptables también a situaciones más dirigidas por el profesorado

b1) Técnicas ajustadas al modelo de aprendizaje científico por INDAGACIÓN.

- **Juego heurístico, o por descubrimiento:** Consiste en descubrir el entorno cotidiano y sus elementos: el papel, tapones de corcho, frutas, llaves..., aprendiendo *cómo son las cosas*, es decir conceptos, su forma, color, textura, peso, volumen, deslizamiento, rodamiento, y *como se comportan* en las diferentes situaciones: flotan, se hunden, se deslizan, caen, están fríos, calientes, duros, blandos, se rompen; *cómo se combinan* y se convierten en otros productos u objetos nuevos y diferentes, es decir, aprendiendo procedimientos, descubren que hay cosas que ruedan, y otras que permanecen estáticas, que unos objetos caben dentro de otros, que unos materiales al tocarlos cambian de forma...y *cómo los utilizan*, es decir, aprendiendo actitudes y normas.

Son **actividades sistematizadas** que responden a la demanda de exploración y actividad autónoma, y no dirigida, que ofrecen el máximo de oportunidades. Una forma ordenada de aprovechar la actividad espontánea del niño, sistematizando así su juego: la iniciativa de la exploración la tiene el propio niño. Pasa de ser un mero descubridor al principio, a ser un constructor cuando ya es capaz de combinar formas y objetos.

Mediante el juego heurístico al entrar en contacto con los objetos a través de la exploración, entra a su vez en contacto con los conceptos de peso, medida, dimensión, equilibrio, gravedad, y ello lo realiza desde su propia iniciativa y sin miedo, por tanto al fracaso

APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO GUIADO: Podemos incluir aquí, entre otros métodos los talleres,

- . **Talleres:**

El taller es el espacio que vehicula las propuestas de actividad y estas tendrán el sentido que se les quiera imprimir. Si las destinamos a la ejercitación de procedimientos para aprender los conceptos de manera más sencilla, o para fomentar la colaboración de las familias, solamente habremos conseguido aspectos poco relacionados con la **finalidad científica** que pretendemos.

Para que así sea, habremos de ser conscientes del objetivo que pretendemos, y articular las actividades en pos de esa finalidad, y así realizando cada una de las propuestas globalizadoras, habrán tenido la posibilidad de aprender las características de los elementos propiedades combinatorias, mezclas, y las normas o leyes que las rigen.

Los niños realizan con total autonomía de ejecución, las propuestas de trabajo planificadas por el profesorado, y que tienen total vinculación con sus intereses, capacidades y posibilidades, así actividades de talleres de cocina, carpintería, construcciones, peluquería....les favorece y desarrolla la curiosidad y el afán de investigar: necesidad de experimentar, tantear, comparar, medir, contrastar....., experiencias estas que les facilitan el acceso a la adquisición de nociones y a conceptualizar los hechos científicos experimentados, lo que les aproxima a conocimientos de calorimetría, densidad, peso, velocidad, transformación de la materia,...

EXPERIENCIAS MANIPULATIVAS

Son procedimientos de indagación, en unos casos de manera más sistemática y orientados a la investigación más directamente, y en otros de manera más libre y espontánea.

Las actividades llevadas a cabo de manera sistemática, participan de la:

Observación de los fenómenos	Descripción de los cambios en la dinámica de un fenómeno	Búsqueda de causalidades, del por qué de los cambios
Contraste de resultados, explicitación de ideas explicativas	Elaboración de una respuesta/ propuesta	Comunicación de la explicación

b2) INVESTIGACIÓN

- **APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO AUTÓNOMO:** Podríamos incluir aquí el método de Proyectos.(Para llevarlos a cabo con total autonomía de planificación, y de ejecución la edad recomendada sería a partir de los siete años, pero pueden iniciarse de modo más dirigido por el profesorado y participando con una cierta autonomía en algunas de las fases, en cuyo caso se denominan **Pequeños proyectos**, a partir de los 3 años si los grupos son heterogéneos de edad (y hay de tres, cuatro y cinco años; y de los cuatro años, si son grupos de edad única)
- **PROYECTOS:** Consiste en hacer técnicamente fácil la aplicación del enfoque globalizador como un modo natural de organizar los aprendizajes del alumnado. El saber

científico estará vinculado a las experiencias vivenciadas de su vida diaria en la escuela y fuera de ella, huyendo de la enseñanza formalista y libresca que organiza exclusivamente el saber a través de materias y disciplinas en aras de un mal llamado “saber científico”. El niño hace y comprende **la ciencia** desde el momento que analiza, observa, investiga y aprende cualquier fenómeno, hecho o concepto desde una situación adecuada de aprendizaje

Se trata de una modalidad de trabajo que pretende introducir al alumnado en un proceso de verdadera investigación científica adaptada a sus posibilidades. Y es, además la forma de aprendizaje que tiene las mayores posibilidades de fomentar el máximo de autonomía de planificación y de ejecución, aún cuando se adapte a los más pequeños.

Los elementos básicos que se abordan son:

Elección del tema	Aportación de los conocimientos sobre el tema	Planteamiento de conjeturas o hipótesis que se desean verificar
Establecimiento de fuentes de documentación, previsión de recursos y asignación de tareas y responsabilidades	Realización de actividades	Dossier/síntesis del trabajo a comunicar
Evaluación parcial, de progreso y global/final		

REFLEXIÓN

¿Creemos que la persona, desde que nace, dispone de **capacidades que le permiten aprender ciencia?**

¿Pensamos que **la ciencia es tan compleja y difícil** por ello vemos la necesidad de explicarla más tarde?

¿Debiéramos plantearnos **establecer la secuencia de enseñanza de la ciencia adaptada a las posibilidades de los niños?**

¿**Creemos que** es ciencia, además de la que se hace en la Nasa, la que usamos para andar, al recoger una naranja, al freír un huevo, al hervir las judías verdes?

¿**Es tan complicado enseñar y aprender ciencia?**

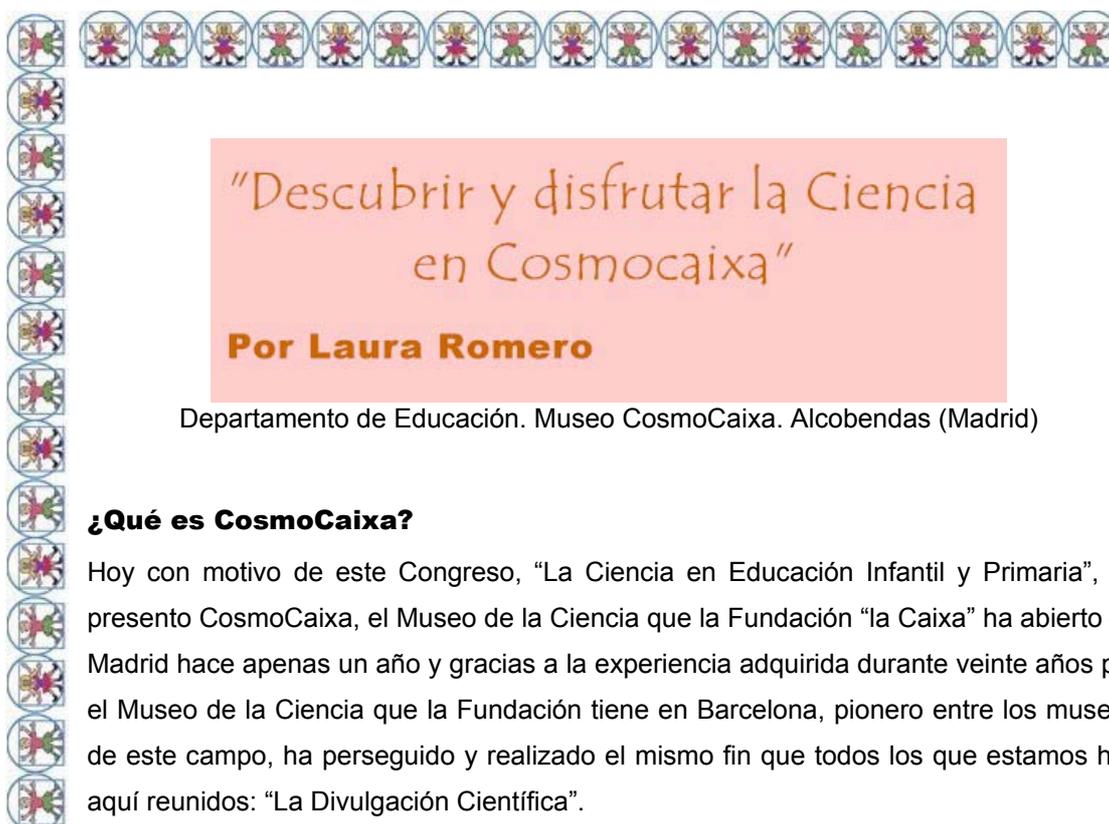
¿Se puede enseñar ciencia **seleccionando los métodos apropiados** para que el niño extraiga los principios y normas que rigen los fenómenos cotidianos?.

BIBLIOGRAFÍA:

- Bassedas, E., Huguet, T. Y Solé, I. Aprender y enseñar en educación infantil. Ed. Graó, Barcelona 1998.
- Claxton, G. *Educación de mentes curiosas: El reto de la ciencia en la escuela*. Ed. Visor, Madrid 1994.

- De Pablo, P. y Vélez, R. *Unidades Didácticas, Proyectos y Talleres*. Ed. Alhambra Logman, Madrid 1993
- De Pablo, P. y Vélez, R. Ed. Alhambra Logman, Madrid 1993.
- Delval, J. *El desarrollo humano*. Ed. Siglo XXI, Madrid 1995.
- Delval, J. *La escuela, el niño y el desarrollo intelectual*. Ed. MEC, Madrid 1985.
- Escuelas Infantiles de la Regio Emilia. *La inteligencia se construye usándola*. Ed. Morata-MEC, Madrid 1995.
- Furth, H. G. y Wachs, H. *La teoría de Piaget en la práctica*. Ed. Kapelusz, Buenos Aires 1978.
- Hierrezuelo Moreno, J y Montero Moreno, A. *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y de la química*. Ed. Laia-MEC. Cuadernos de Pedagogías, Barcelona 1989.
- Kamii, C. y De Vries, R. *La teoría de Piaget y la educación preescolar*. Ed. Visor, Madrid 1985.
- Loughlin, C.E. y Suina, J.H. *El ambiente de aprendizaje: Diseño y organización*. Ed. Morata-MEC, Madrid 1987.
- Lowenfeld, V. *Desarrollo de la capacidad creadora*. Ed. Kapelusz, Buenos Aires 1980.
- Labinowicz, E. Introducción a Piaget. Pensamiento. Aprendizaje. Enseñanza. Ed. Fondo Educativo Ineramericano, México 1986.
- Oleron, P. *El niño: su saber y su saber hacer*. Ed. Morata-MEC, Madrid 1987.
- Pozo, J. I. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Ed. Visor, Madrid 1987.
- Piaget, J. *La representación del mundo en el niño*. Ed. Morata, Madrid 1978
- Piaget, J. *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Ed. Aguilar Madrid 1969.
- Selmi, L y Turrini, A. *La escuela infantil a los tres años*. Ed. Morata-MEC, Madrid 1988.
- Selmi, L y Turrini, A. *La escuela infantil a los cuatro años*. Ed. Morata-MEC, Madrid 1988.
- Selmi L y Turrini, A. *La escuela infantil a los cinco años*. Ed. Morata-MEC, Madrid 1988.
- Stenberg, R. *Inteligencia humana II. Cognición, personalidad e inteligencia*. Ed. Piados, Buenos Aires 1987.
- Tonucci, F. *A los tres años se investiga*. Ed. Hogar del Libro, colección Navidad, Barcelona 1988.
- Vélez, R., Tomasetti, M. A., Fernández Garrido, M. LL. *Jugar y aprender: Talleres y Experiencias en Educación Infantil*. Ed. Octaedro, Barcelona 2000.
- Willis, A. y Ricciuti, H. *Orientaciones para la escuela infantil de cero a dos años*. Ed. Morata-MEC, Madrid 1990.





“Descubrir y disfrutar la Ciencia en CosmoCaixa”

Por Laura Romero

Departamento de Educación. Museo CosmoCaixa. Alcobendas (Madrid)

¿Qué es CosmoCaixa?

Hoy con motivo de este Congreso, “La Ciencia en Educación Infantil y Primaria”, os presento CosmoCaixa, el Museo de la Ciencia que la Fundación “la Caixa” ha abierto en Madrid hace apenas un año y gracias a la experiencia adquirida durante veinte años por el Museo de la Ciencia que la Fundación tiene en Barcelona, pionero entre los museos de este campo, ha perseguido y realizado el mismo fin que todos los que estamos hoy aquí reunidos: “La Divulgación Científica”.

Pero, os estaréis preguntando, **¿qué tiene de especial?, ¿en qué nos diferenciamos de otros museos? Y, sobre todo ¿en qué y cómo puede servir de ayuda en vuestro trabajo un Museo interactivo como el que ahora vamos a ver?**

CosmoCaixa va aún más allá del hecho de divulgar Ciencia. Además, investiga cómo enseñar Ciencia, qué métodos son más productivos, eficaces y estimulantes. Para ello, ha apostado desde sus orígenes por un fuerte Departamento de Educación, que media entre los contenidos museológicos y los visitantes.

Se trata de un numeroso grupo de personas altamente cualificadas, entre las que se encuentran pedagogos, físicos, químicos y biólogos, que se reúnen con el fin de preparar actividades en las que el objetivo principal es acercar la Ciencia a los niños de una forma activa y lúdica. Transmitiendo inquietudes, curiosidades, emociones e intentando hacer del Mundo de la Ciencia un juego, que sin dejar de ser complejo, puede convertirse en algo divertido y emocionante.

¿Cómo lo conseguimos? ¿Cuál es nuestra metodología?

Se trata de sesiones en grupos reducidos, lo cual nos garantiza una atención personalizada, y en las que es el propio personal de este Departamento de Educación el que guía y dirige las actividades, interactuando con los alumnos, animando e incitando a la participación, suscitando el debate y el intercambio de ideas entre los pequeños, y haciendo de ellos, los

protagonistas de cualquier actividad, y por supuesto, de su propio aprendizaje. Les enseñamos el Método Científico, a través del cual los alumnos observan, experimentan, proponen hipótesis y a través del razonamiento llegan a una conclusión. Y se convierten en nuestro principal aliado, ya que gracias a sus preguntas y sus respuestas, sus caras de sorpresa o admiración, nos permiten ver qué funciona, aquello que más éxito tiene, y por supuesto, posibles puntos de mejora, para luego, en posteriores reuniones, gracias a la yuxtaposición de los criterios de pedagogos y diferentes ramas de la Ciencia, obtener altos resultados y mejorar cada día en nuestro proyecto: “ Divulgar la Ciencia a través del juego y la experimentación”.

Por otra parte, CosmoCaixa cree conveniente y productivo ayudar al profesorado a coordinar y sacar el mayor partido a sus actividades, y para ello, ofrece la posibilidad de venir a preparar la visita previamente, convirtiéndose estos encuentros, al igual que los Cursos, Conferencias y Jornadas Formativas que imparte el Museo, en una oportunidad única para el intercambio de experiencias y opiniones entre profesionales de la Divulgación Científica. Así mismo, edita y entrega materiales didácticos de apoyo que permiten continuar y profundizar el trabajo una vez fuera del Museo.

Ha llegado el momento de conocer algunas de las actividades que CosmoCaixa ofrece este año 2001-2002 para los protagonistas de esta Congreso, los niños de Educación Infantil y Primaria.

El clik de los niños

Se trata de un espacio lúdico científico que intenta despertar la curiosidad y el pensamiento científico de los niños y niñas de tres a ocho años.

El diseño del espacio es innovador, sus formas, colores y materiales crean una atmósfera acogedora que favorece un ambiente seguro y propicio para el juego infantil.

Así comienza la sesión: Los pequeños se reúnen en un gran banco amarillo con dos monitores especializados que se presentan como compañeros de juego y les plantean interrogantes, que más tarde, a través del juego libre tendrán que descubrir, para finalmente reunirse de nuevo y conversar sobre los descubrimientos realizados.

¡Veamos algunas de las cuestiones que les planteamos! :

- ¿Serías capaz de levantar tú sólo este elefante? Les animamos a que lo cojan por la trompa pero... evidentemente no pueden, tendrán que descubrir y aprender a utilizar una máquina simple, la palanca.
- También les animamos a que encuentren un extraño teléfono gigante: el telescopio del sonido, que como ellos dicen, ¡qué raro, no tiene cable!, ¿cómo viaja el sonido entonces?.
- Otra de las propuestas es alcanzar el equilibrio de esta balanza, ¿Lo conseguirán?.
- ¿Y mover unos barcos que no tienen motor ni vela? Y... ¡No vale tocarlos con las manos!, ¿Quizá con agua?, ¿Con viento?.

- También hay un juego de construcciones pero, ¿cómo podrán unirse las piezas si no tienen pegamento?. Ha llegado el momento de que descubran algo nuevo para mucho de ellos: los imanes.
- Los niños intentan hacer burbujas cuadradas y triangulares, ¿podrán?. Por cierto, ¿sabrán apreciar de qué color son las pompas de jabón?, ¿y atrapar una con las manos?.
- Esta es la máquina orquesta del *Clik*, pero. ¿cómo podrán hacer sonar los instrumentos?, ¿Quizá pedaleando una bicicleta?.
- ¿Y cómo verá a mi compañero a través de esta gran lupa?, ¿por qué?.
- Los niños también pueden entrar en lo que nosotros llamamos “la casa encantada”, ¿qué hay dentro?. Como ellos dicen: -¡Hay muchos miles como yo!. -Se trata de un calidoscopio, ¿conseguirán contarlos?

En definitiva, con todos estos módulos y muchos más, conseguimos nuestro objetivo: despertar en estos pequeños científicos “*cliks*” de sorpresa, “*cliks*” de admiración, “*cliks*” de descubrimiento, “*cliks*” de interrogación y “*cliks*” de aprendizaje.

Planetario burbuja

En CosmoCaixa también hemos tenido en cuenta las inquietudes de los más pequeños por el mundo de la Astronomía, para ello, hemos creado el *Planetario Burbuja*, en el que los niños y niñas de cuatro a diez años podrán adquirir una serie de conocimientos a cerca de nuestro Universo, planteando y resolviendo interrogantes como:

- ¿Por qué el Sol da luz?, ¿La Tierra se mueve?, y ¿La Luna?, ¿Qué pasa si la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra?
- Observarán y experimentarán sobre ellos mismos qué es eso del movimiento de Rotación y Traslación de la Tierra, así por ejemplo, gracias a una plataforma que gira, atravesarán todos los meses y estaciones del año, comentando como en Agosto estaban en la playa, en Septiembre es la vuelta al cole, en Octubre los árboles pierden sus hojas. y así hasta llegar al punto del que partieron, donde se darán cuenta que han transcurrido 365 días, ¿Cuántos años tienen ahora?. La Tierra ha dado una vuelta completa alrededor del Sol, y nosotros, hemos conseguido que conceptos que pueden resultar abstractos para niños de estas edades, se conviertan en algo visual y concreto.
- Descubrirán y conocerán los planetas del Sistema Solar. ¿Sabrán cuál de ellos se caracteriza por tener grandes anillos? ¿Podrán caminar sobre ellos?
- En la cúpula de proyección, los niños observan las constelaciones más importantes, conociendo algunas de las leyendas mitológicas que las dan nombre. Y sobre todo, descubriendo como ellos mismos, con la ayuda de la imaginación, pueden dibujar y recrear en el cielo objetos y animales, creando de esta forma sus propias constelaciones. Por cierto, por la noche se ven las estrellas pero... y ¿Por el día? ¿Siguen ahí? o ¿Se han marchado?

En definitiva, se pretende que el *Planetario Burbuja* sirva de motivación, para que los niños observen los misterios que nos esperan cada noche en el cielo.

¡Toca - Toca!

Por último os voy a presenta una de las salas más visitadas y admiradas por los niños, (¡y no tan niños!): el *¡Toca- toca!*

La sala recrea dos grandes ecosistemas: el ambiente tropical, y el litoral mediterráneo. (Diapositivas). Gracias a los cuales conseguimos los objetivos de la sala, entre los que prima: fomentar el respeto hacia la naturaleza y los seres vivos, y acercar de una forma original y divertida, el mundo de los animales a través del contacto directo con ellos.

¡Vamos a ver cómo lo hacen!

En la balsa marina donde los monitores explican el litoral mediterráneo, los niños podrán encontrar erizos, pepinos de mar, ofiuras, espirógrafos... y aprender a cogerlos con cuidado y respeto. ¡Les encantan las estrellas de mar y principalmente lo que más les llama la atención de éstas es su forma de reproducirse y sus pequeños pies ambulacrales!

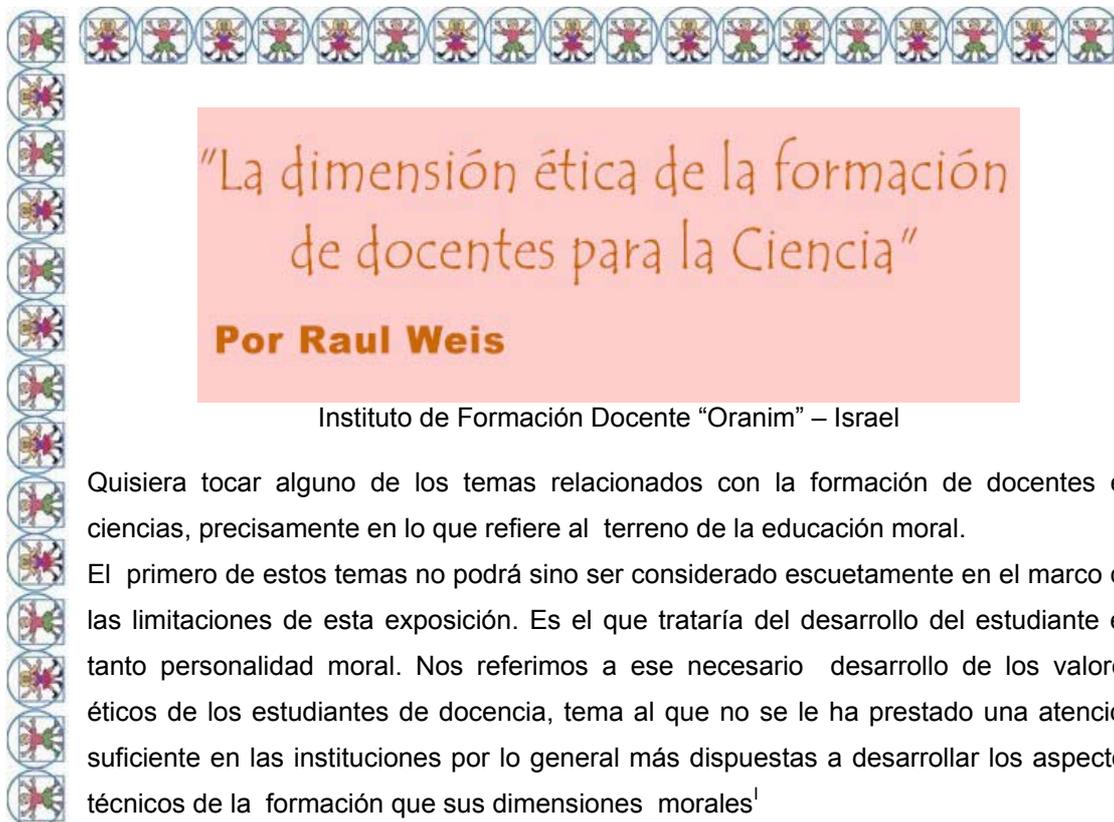
- Los insectos palo del ambiente tropical son bastante apreciados por los niños, sobre todo por las cosquillas que les causan al cogerlos y.... por esa capacidad de pasar inadvertidos al camuflarse entre las ramas.
- Nuestro pez Gurami al igual que algunas personas es “albino”. Le encanta la fruta, pero ¡cuidado!, no le acerques el dedo porque también le gusta. Por esta razón pertenece a un espacio de la sala llamada ¡No toques, no!
- Y por supuesto no podemos olvidarnos de nuestras anfitrionas: las serpientes. Tanto las boas como la falsa coral fascinan a los niños, sobre todo por su graciosa forma de oler con la lengua. Pero tranquilos, ¡no son venenosas!

Sólo me queda invitaros a esta gran Casa de la Ciencia, CosmoCaixa, en la que a parte del *Clik*, *Toca- toca* y *Planetario Burbuja*, encontraréis para vuestros pequeños muchas otras actividades como: *Talleres de Experimentación* y distintos programas de *Planetario Digital*. Y por supuesto, como museo que crece, innova e investiga nuevos proyectos que llegarán este año 2001-2002.

¡Os esperamos!

Muchas gracias.





“La dimensión ética de la formación de docentes para la Ciencia”

Por Raul Weis

Instituto de Formación Docente “Oranim” – Israel

Quisiera tocar alguno de los temas relacionados con la formación de docentes en ciencias, precisamente en lo que refiere al terreno de la educación moral.

El primero de estos temas no podrá sino ser considerado escuetamente en el marco de las limitaciones de esta exposición. Es el que trataría del desarrollo del estudiante en tanto personalidad moral. Nos referimos a ese necesario desarrollo de los valores éticos de los estudiantes de docencia, tema al que no se le ha prestado una atención suficiente en las instituciones por lo general más dispuestas a desarrollar los aspectos técnicos de la formación que sus dimensiones morales¹

Ahora bien. Consideramos hoy a las condiciones y procesos de ingreso a las Universidades o a los Institutos de formación docente como un filtro generalmente suficiente a los efectos de seleccionar adecuadamente candidatos moralmente idóneos, llamémosle así, para la profesión. Pero aun suponiendo que este instrumento realice con efectividad su función selectiva, bien conocemos hoy ese debilitamiento ético, ese desgaste de la capacidad de reaccionar moralmente del estudiantado que se verifica cuando en sus años de formación no se halla este en el marco de un proceso de desarrollo de estas capacidades del espíritu¹¹. Y ya que la solvencia moral del docente constituye obviamente un fundamento irrenunciable de su calidad de educador, consideraremos a esta continua formación moral como imperiosa, no solo en lo profesional, es decir en su capacidad futura de transmitir - o por lo menos ejemplificar en su conducta - los valores de una tradición cultural, sino también en lo personal como *sujeto* de un proceso propendiente a su permanente desarrollo ético.

Este proceso - que trataremos someramente - no se refiere a la inserción de nuevos cursos de filosofía moral o de ética profesional en los programas de formación (aunque no pretendemos subestimar la relativa importancia de estas materias) Estamos apuntando a la necesidad de un cambio en el clima general de la Institución, en la creación de una cultura ética que llevara a hacer de estudiantes y docentes participantes activos de los procesos de decisión pedagógica y social; protagonistas de un diálogo democrático alejado tanto de programas de valores indoctrinativos (expuestos o velados) como del tratamiento exclusivamente teórico de dilemas morales o de similares procesos cognitivos. Me refiero

sobre todo a una formación en la que el estudio destaca los aspectos éticos y sociales de sus contenidos y sus estrategias, conduciendo a la asunción de una responsabilidad concreta por sus efectos. Todo esto deberá ser emprendido sin coacción y sobre la base de un proceso de decisión racional, participativo y democrático.

Estamos hablando de la creación de una cultura ética en que sus participantes asumen responsabilidad por su entorno, definido este como el marco social conocido o el lejano, como el entorno natural o incluso el físico, al que pertenece el estudiante^{III}. Esta formación ética deberá entonces implementarse no solo en determinados programas de estudios o a través de proyectos especialmente diseñados, sino por medio de un cambio en la cultura ética de la institución toda^{IV}. Me estoy refiriendo a la necesidad de que esa actitud éticamente orientada se exprese— como lo ha señalado Nel Noddings -, en todas las dimensiones de la formación del docente (las estrategias de enseñanza, los métodos de evaluación, las formas de interrelación diaria dentro de la institución y de esta con lo que la rodea) Esto se realizara de modo que todos los participantes del proceso de formación puedan actuar sobre la base de aquella toma de plena responsabilidad por el “otro” – todo “otro” en necesidad, incluido por supuesto el propio estudiantado – como lo hemos antes definido. Esta asunción de responsabilidad por el “otro” - nos ha enseñado Emmanuel Levinas^V - solo deberá estar limitada por un sentido de justicia hacia quienes circunstancialmente han quedado ahora fuera de consideración. Es esta la quintaesencia de una ética que servirá de fundamento a la cultura social que creemos imprescindible para el desarrollo moral del educador. En lo que sigue, trataremos de presentar ejemplos concretos hacia la implementación de esta concepción.

Retomemos nuestro tema central, vinculado ahora específicamente a la formación del docente en el campo de las ciencias. La pregunta que se presentaba era la de si este docente en ciencias, deberá ser también el objeto de una formación profesional que conduzca a su capacitación como educador moral precisamente durante el ejercicio de sus funciones como docente en ciencias. ¿Es que no se supone que tratamos aquí una materia que - con la excepción de situaciones muy específicas – no esta orgánicamente vinculada al trabajo científico? ¿No se le exige acaso al científico mantener justamente una posición neutral, evitar las posibles influencias provocadas por convicciones ideológicas o religiosas personales, en el carácter objetivo labor? Por lo menos puédase afirmar, como lo sostiene Burkhardt^{VI}, que existe una marcada desconfianza respecto a lo adecuado de las consideraciones axiológicas cuando estas se inscriben en el marco de una empresa científica.

Es que sin duda nos hallamos aquí frente al mito de la fundamental neutralidad del esfuerzo científico. Así como el señor Jourdain de Moliere se diera cuenta de que toda su vida había estado hablando en prosa, así también toda ciencia esta impregnada de valores como el pensamiento post-modernista nos ha ayudado a entender. El quehacer científico moderno

sostiene una clara concepción del mundo. Es una concepción positivista que defiende una permanente tendencia hacia un mayor desarrollo, una búsqueda imperiosa de más y mejores resultados. Hablamos como lo afirma Rosenberg^{VII}, de una productividad que, en sus orígenes, ha expresado sin duda una visión ética utilitarista, una permanente tendencia a lograr una mejora en la situación de vida del hombre. Estos valores se están hoy transformando, pero el esfuerzo científico estará siempre inscrito en una narrativa cargada de valores, es decir siempre lejos de constituir realmente una empresa “neutral”. Pero la tendencia al progreso aparece hoy como seccionada de su raíz ética, como creciendo a menudo desvinculada de las más agudas necesidades de las mayorías, como convertida en un fin en sí misma. Como tal tiene también una proyección inmediata sobre la conducta de docentes y alumnos: todo aquello que no sea productivo – y las deliberaciones sobre valores morales parecen “objetivamente” no serlo – estarían de más y es superfluo dedicarle tiempo escolar. Se trata más de juegos del espíritu que de una labor insoslayable.

Extendamos entonces el análisis a lo que se refiere propiamente a la *educación* en ciencias. Aquí las implicaciones axiológicas deberían ser aun más evidentes. La educación es un quehacer ético. En el fondo, todo contenido de enseñanza, todo método, toda estrategia de evaluación expresan una visión del otro, traducen una concepción sobre las formas adecuadas de establecer la interrelación docente-educando. Tienen entonces una valencia moral. Esta valencia puede por supuesto ser negativa. En ese caso la educación mantiene solo sus formas. Así sucede por ejemplo cuando el docente actúa básicamente movido por sus deseos de poder o por su afán de ser admirado. El educando podrá incluso entonces “aprender”, pero no será “educado” en el sentido de crear en él una disposición hacia su pleno y éticamente orientado autodesarrollo.

Un primer ejemplo de la posible valencia ética de las formas de educación estaría dado por aquella enseñanza de las ciencias en las que estas se presentan en forma de verdad inapelable, casi como parte de un dogma^{12, VIII}. Esta forma es esencialmente similar a la de un proceso de indoctrinación y es por lo tanto capaz de afectar los fundamentos mismos de toda educación para los valores de la democracia. Es esta una educación que exige un diálogo abierto en el que la búsqueda de la verdad se realizara sobre la base de las evidencias presentadas y no a las relaciones de poder que se pudieran dar en el entorno formativo. Nos referimos aquí no sólo a la autoridad del educador en su clase, sino a la “autoridad del texto” – en particular el científico - que como señala Illich^{IX} desarrolla la dependencia del alumno acostumbRANDOLE a recibir pasivamente un conocimiento producido por otros y provocando lo que él llama una “parálisis de la imaginación moral y política”. Pero veamos cómo, de modo

12

Incluso cuando se les propone a los alumnos experimentar, se trata casi siempre de una experimentación cuyo resultado es conocido de antemano y al que el alumno necesariamente deberá arribar. En caso contrario, no se encontrará invitado a abocarse a nueva investigación que lo llevara a profundizar en el significado y – posible - error sino –básicamente – a corregir lo hecho.

mas general, la educación en ciencias puede precisamente constituir un marco altamente indicado para la promoción del desarrollo moral del educando.

En primer lugar, la simple asociación de dimensiones éticas - cuando ello no se hace de un modo artificial - con el estudio de las ciencias, ubica a ambas temáticas en un plano de igualdad que contrarresta el nivel secundario que caracteriza en nuestra época a lo moral, y es a la vez – como veremos - capaz de vitalizar el estudio científico. Pero deberá tratarse de un nexo lógico, de una asociación natural. Es así como, por ejemplo, las calificaciones de “bueno” o “malo”, “benevolente” o “cruel”, “útil o dañino” serían por supuesto altamente irrelevantes en el marco de los fenómenos naturales^X. Un volcán en erupción no es “dañino” excepto para los seres humanos, los animales y las plantas que sufren su consecuencia inmediata y probablemente constituya un aporte importante para el mantenimiento del equilibrio energético terrestre. La caza de los animales más débiles por parte de los depredadores, tiene una obvia proyección sobre el equilibrio de las especies. La “utilidad” o “daño” producidos por los microorganismos deberán ser considerados también bajo la perspectiva de principios ecológicos generales. Es decir: el proceso de enseñanza de la biología o la física debe ser capaz de desarrollar en los marcos educativos una actitud respetuosa hacia la naturaleza. Podremos justificar matar una serpiente venenosa que nos amenaza, pero no podemos apoyar la extinción de la población entera de esas serpientes.

Pueden, en otro terreno de analogías, señalarse los modos de pensamiento lógico que si bien caracterizarían la labor científica, son a la vez capaces de fundamentar decisiones morales^{XI} (como sucede por ejemplo en el marco de la ética kantiana) Esto podría apoyar una revisión de la visión ética relativista que caracteriza nuestra época y sugerir la existencia de valores o principios éticos de vigencia universal. Pero por otro lado la enseñanza para las ciencias deberá reconsiderar la justificación de esa hegemonía de los métodos deductivo e inductivo que caracteriza su labor.

Ello es necesario no sólo porque es muy posible que existan piezas de conocimiento que no sea posible justificarlas por su intermedio^{XII}, sino por el valor de una reivindicación de los pensamientos intuitivo y holístico^{XIII}, obviamente compatibles con los objetivos de una educación ética que también se ve enriquecida por ellos y que no contradicen – y de hecho pueden complementar – sus aspectos racionales¹³. Ahora bien. La consideración de las facetas comunes a lo ético y a lo científico se proyecta también positivamente sobre el estudio de la ciencia. Lo ético es capaz de proveer aquella vitalización de la enseñanza científica centrada hoy básicamente en los procesos cognitivos. Neil Postman^{XIV}, por ejemplo, propone considerar al planeta Tierra como una nave espacial cuyo viaje depende de la forma en que

13

Nel Noddings (1984) habla de una ética “natural” – como la de una madre por su hijo – y de la posibilidad de apelar a lo racional, cuando estas intuiciones naturales no se producen ante una situación de valencia moral.

nosotros, sus navegantes, conozcamos sus necesidades y tratemos de satisfacerlas. ¿Qué mejor razón potenciadora del estudio de la física o la biología para un alumno no precisamente preocupado por su curriculum de ciencias? ¿Y no es acaso este “cuidado”, esta preocupación por la Tierra en tanto sistema ecológico rico y variado, una preocupación por la continuación de las especies que lo pueblan o sea, una preocupación moral por excelencia?

Tratemos ahora de ver mas específicamente los modos posibles de implementación en los marcos de formación docente, de esta concepción ética que hemos definido como de activa toma de responsabilidad por el “otro” o de preocupación por su bienestar como lo definiría Noddings^{XV}. En primer lugar, el profesor – y no sólo el de ciencias, por supuesto -, deberá ser capaz de percibir y evaluar los presupuestos éticos de las estrategias de educación y muy especialmente, de los mensajes ocultos de los contenidos transmitidos. Que vigencia puede tener una formación ética en la que los métodos de evaluación sólo propenden a una máxima potenciación del logro individual, desentendiéndose de la posibilidad de colaboración o de expresión de la solidaridad en el marco educativo. Los métodos tradicionales de evaluación pueden llevar a cada estudiante a ver en el otro un posible rival en la competitiva carrera hacia la calificación. De hecho conducen a que en el fondo cada alumno sienta satisfacción en el fracaso del otro, en tanto este fracaso solo puede significar un aporte a su propio destaque. ¿Qué clima moral puede desarrollarse en un marco de esta naturaleza? Por supuesto, no aquel promueva la toma de responsabilidad por el otro al que nos estamos refiriendo como fundamento de la cultura moral de la institución educativa.

Pero refirámonos ahora específicamente a las materias científicas:

En primer lugar, como ya señaláramos, será preciso someter a debate la orientación pedagógica que subraya la necesidad de promover la neutralidad ética tan apreciada en el campo de la educación para las ciencias, y en su lugar, empezar por “considerar las vidas, circunstancias y apegos particulares de los hombres de ciencia como señala Hostetler^{XVI}, para poder, por su intermedio, propiciar el juicio crítico” del alumno. Más aun, es necesario basar la enseñanza del pensamiento científico en una relación existencial (y por lo tanto necesariamente valoradora éticamente) con los objetos de estudio, una relación capaz de crear un sentido de admiración por los fenómenos del mundo de la biología o la física, relación que podrá ofrecer el campo de cultivo propicio y fermental para la elaboración de los valores universales del estudiante. Como lo propone Witz^{XVII}, por ejemplo, la clase de biología, debiera inspirar a los estudiantes hacia el desarrollo de una relación con las cosas vivientes como parte de su más amplia relación con el mundo, relación tal que los haga más sensibles a las luchas y los destinos del mundo animal; una relación a los fenómenos del comer y del morir; una relación que los invite a transitar la senda que conduce a ese sentido de reverencia por lo viviente al que se refiriera Albert Schweitzer y que nos llevaría sin duda, por ejemplo, a reconsiderar algunas de las experiencias que hacemos en clase con animales. Pero es más.

Creo que esta actitud debiera ir mas allá de un sentido de admiración y reverencia. El alumno será invitado también aquí a una toma de responsabilidad por lo que lo rodea. Hablamos de invitación: no hay acá lugar para la imposición, la obligación, la propaganda. El acto moral que se expresará en un preocuparse y en un actuar en beneficio del “otro”, es extraño a toda inductación, a todo aleccionamiento. Y por supuesto, la actitud *natural* del docente que toma responsabilidad por lo que lo rodea, será aquí de fundamental importancia educadora.

Uno de los corolarios de esto es que será ahora preciso plantearse la necesidad de que el científico, el investigador, el docente pero también el estudiante de ciencias, sean capaces de asumir responsabilidad por las consecuencias de lo investigado o estudiado, es decir personas a quienes el conocimiento transforma en necesariamente implicados en la proyección posible sobre la sociedad y la naturaleza del estudio, en responsables por ese “otro” que es la naturaleza toda. El análisis de la composición química del aire no podrá estar separada del tema de la polución; el estudio de la biología de los mamíferos no se hará sin una consideración de los peligros de la extinción de especies provocada por el hombre. Estas extensiones éticas serán temas de discusión no menos legítimos que los capítulos que propenden a la mera ampliación del conocimiento científico.

Ello obligará asimismo a una reconsideración de esa narrativa que vincula a la ciencia con la necesidad de obtener el dominio sobre la naturaleza, en lugar de propender al logro de las formas que permitan mantener con ella una armónica relación. Es claro que deberemos calibrar este objetivo ético con la necesidad del niño de entender su mundo, de sentirse capaz de dominarlo para ir así paliando su natural impotencia; algo a lo que el conocimiento científico puede por supuesto ofrecer un aporte significativo. Esta necesidad de hallar un equilibrio entre objetivos posiblemente contradictorios es intrínseca al trabajo pedagógico y el estudiante de docencia deberá tener la preparación necesaria para llegar a este tipo de decisiones.

Como ya lo hemos señalado, será también preciso reconsiderar la evaluación exageradamente positiva con que se ve el máximo y permanente avance científico— y analizar su trascendencia o superfluidad en el marco de una sociedad determinada y en un definido momento histórico. Sin una seria consideración de los problemas sociales, económicos o de salud que aquel avance pudiera provocar solo lograremos agravar la alineación del educando de la problemática de su entorno social.

Deberán ser también reconsideradas las temáticas por cuyo intermedio son presentados los contenidos científicos. Nos referimos a que no hay razón alguna para que no sean presentados para el estudio, aquellos temas relevantes a las condiciones de vida del entorno social concreto del educando. Ya señalaba Paulo Freire que un profesor de biología deberá ser capaz de utilizar los informes del Banco Mundial para elaborar temas y preguntas que se refieran a su proyección sobre el hambre y la pobreza de poblaciones de su país. Es mas:

podrán considerarse, en el espíritu ético de esta presentación, modos de acción concreta que constituyan un aporte para el mejoramiento de aquellas condiciones. Esta acción, en el marco de la toma de responsabilidad por el “otro” que tratamos de implementar como fundamento de la cultura ética de la institución educacional, deberá adaptarse, como señalamos, a las capacidades y libre voluntad del educando, pero también, por supuesto, a la aquiescencia de los grupos sociales implicados.

Las consideraciones éticas tienen entonces pertinencia en todas las dimensiones de la educación: en sus estrategias, en sus contenidos, en los espacios creados para su realización. Permítaseme aquí presentar un último ejemplo, que pretende mostrar la posible forma en la que estas consideraciones éticas pudieran ser implementadas. Consideremos a un docente de una clase de aritmética de los primeros años de escuela básica y supongamos que presenta este sencillo problema a sus alumnos:

Un vendedor adquiere cantidades de cereal a 10 el kilo. Un comprador le compra 4 kilos del cereal. Si el precio de venta es de 15 el kilo, ¿Cuánto deberá pagar por los 4 kilos y cuál es la ganancia del vendedor? Ahora bien: después (¡o incluso antes!) de haber los alumnos resuelto el problema aritmético, corresponde plantear una pregunta más, de tipo que generalmente no se acostumbra formular en nuestros institutos de enseñanza. Esta sería: ¿Qué piensas de la ganancia del vendedor?.

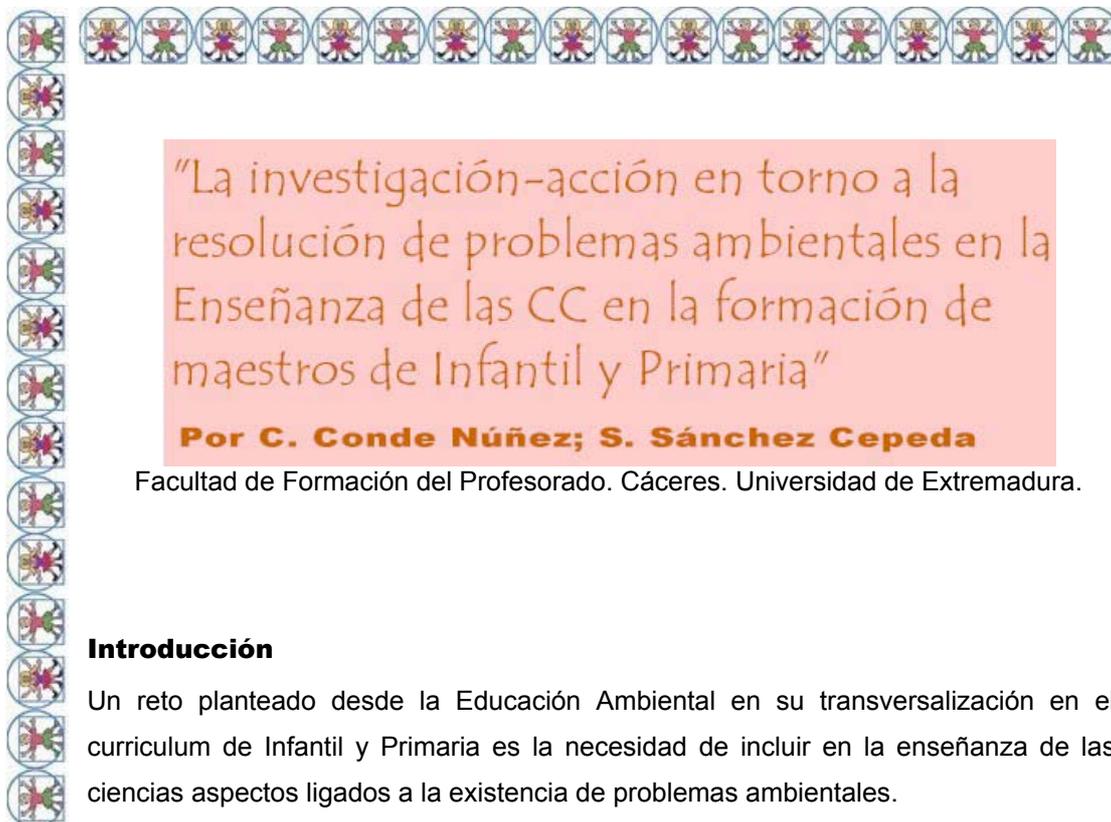
Es evidente que una ganancia de un 50% (y básicamente, cualquier ganancia comercial) es tema digno de ser discutido, correspondiéndose esta discusión con los objetivos éticos que venimos planteando. Por lo demás, es claro que si la pregunta no se formula, estamos transmitiendo implícitamente el mensaje de que una ganancia de este tipo sería aceptable y acorde a la lógica del comercio. ¿Es eso lo que realmente quisiéramos transmitir? Ahora bien. A la posible observación de que una discusión de esta naturaleza en el marco de la enseñanza de una disciplina científica es extemporánea, señalaríamos ante todo que estamos procurando un desarrollo armónico, intelectual, afectivo y ético del educando y que, incluso desde un limitado punto de vista intelectual, el aprendizaje podrá ser así mucho más significativo para la vida del estudiante, y por lo tanto más efectivo y duradero. Es más: no pienso que exista otro marco de estudios en el que este tema tenga una posibilidad real y aceptable, desde un punto de vista pedagógico, de ser tratado como corresponde.

En resumen, he querido mostrar que la enseñanza de las ciencias no puede ser ajena a los objetivos morales de la educación: una educación científica sensible a las dimensiones éticas de su labor, es un pilar fundamental para el desarrollo de una toma de responsabilidad por el otro, esa preocupación por el entorno social, natural y físico en que vemos el rasgo esencial de una ética de estos tiempos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- I. Rogerson, D. & Webb, J. (1991). The ethics of caring in teacher education, **Journal of Teacher Education**, Vol. 42, No. 3. Su, Z. (1990). **Exploring the moral socialization of teacher candidates**, Oxford
- II. Vease: Lind, G. (1996; rev. 2000). Educational environments which promote self sustaining moral development. Paper presented at the meeting of Division E, of the **American Research Association**, April 8 – 12
- III. Vease Leicester, M. & Pearce, R. (1997). Cognitive development, self knowledge and moral education, **Journal of Moral Education**, 26, N. 4.
- IV. Gudmundsdottir, S. (1991). Values in Pedagogical Content knowledge, **Journal of teacher education**, 41:3, p. 44-52.
- V. Véase por ejemplo: Levinas, E. (1987) Totalidad e infinito, Sígueme, Salamanca
- VI. Burkhardt, J. (1999). Scientifica values and moral educatio-n in the teaching of science. **Perspectives on science**, 7.1
- VII. Rosenberg, C. (1976). **No other gods**. John Hopkins University Press, Baltimore.
- VIII. Feyerabend, P. K., (1981). "How to Defend Society Against Science" in Hacking (ed), **Scientific Revolutions**, Oxford University Press.
- IX. Citado en: Gabbard, D.A. (1994) Ivan Illich, postmodernism, and the eco-crisis: reintroducing a "wild" discourse, **Educational Theory**, 44:2
- X. Dreyfus, A. (1995). Biological knowledge as a prerequisite for the development of values and attitudes, **Journal of Biological Education**, 29:3
- XI. Vease Coombs, J. R. (1998). Educational ethics: are we on the right track?, **Educational Theory**, 48:4, p.563.
- XII. Ackerman, R. (1972). **Belief and knowledge**, Doubleday, N. Y.; Goldman, A. I., (1986), **Epistemology and cognition**, Harvard University Press, Cambridge, M.A.
- XIII. Damarin, S. K., (1991). Rethinking science and mathematics curriculum and instruction: feminist perspectives in the computer era, **Journal of education**, 173:1, p. 107- 124 .
- XIV. Postman, N. (1995). **The end of education: Redefining the value of school**. New York: Alfred A. Knopf.
- XV. Noddings, N. (1992). **The challenge to care in schools**, Teachers College Press, New York.
- XVI. Hostetler, K. (1993). The priority of the particular in practical rationality, **Philosophy of Education** (Yearbook), Univ. of Illinois, Urbana-Champaign.
- XVII. Witz, K. G. (1996). Science with values and values for science education, **Journal of of curriculum studies**, 28:5.





“La investigación-acción en torno a la resolución de problemas ambientales en la Enseñanza de las CC en la formación de maestros de Infantil y Primaria”

Por C. Conde Núñez; S. Sánchez Cepeda

Facultad de Formación del Profesorado. Cáceres. Universidad de Extremadura.

Introducción

Un reto planteado desde la Educación Ambiental en su transversalización en el curriculum de Infantil y Primaria es la necesidad de incluir en la enseñanza de las ciencias aspectos ligados a la existencia de problemas ambientales.

Esto podría llevarse a cabo mediante un proceso activo y participativo por parte del alumnado con carácter de investigación-acción en el que pueda ser protagonista de dicho proceso e intervenir también de forma directa en la elaboración de alternativas a esos problemas y en la resolución de los mismos.

La aparición de experiencias de ecoauditorías o evaluaciones sobre la ambientalización de los centros de enseñanza puede ser una vía en la que el alumnado intervenga analizando y mejorando la situación ambiental de su centro junto con los demás sectores de la comunidad educativa. De esta forma junto al estudio de temas científicos tales como la energía, el agua, el entorno..., se propone trabajar estos desde su relación más próxima al alumno, es decir, desde la gestión de estos aspectos en el propio centro educativo, lo que contribuirá a un cambio de actitudes y a una adquisición de aptitudes necesaria para la intervención en la resolución de problemas ambientales que a veces puede quedar relegado a un plano secundario en la enseñanza de las ciencias.

Presentamos una propuesta para trabajar estos aspectos en la formación de los Maestros de Infantil y Primaria. Hemos tomado como referencia las experiencias surgidas en muchos centros educativos en torno al tema de ecoauditorías y la propuesta para trabajar con centros de Infantil y Primaria de nuestra región.

Justificación

Esta comunicación surge como resultado de nuestra experiencia como profesores en un departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el que impartimos las asignaturas de *Conocimiento del Medio Natural*, *Didáctica de las Ciencias Naturales*, *Educación y Medio* y *Educación Ambiental*.

Nuestra práctica docente, aún de corta experiencia en el ámbito universitario, nos ha hecho interrogarnos y buscar estrategias que condujesen a una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. El campo de la educación Ambiental ha sido para nosotros el que más nos ha aportado en la mejora de este proceso. En nuestras asignaturas de *Educación Ambiental* y *Educación y Medio*, tratamos de incorporar los criterios metodológicos de la Educación Ambiental con el fin de cumplir los objetivos de la misma. Algunas de las experiencias llevadas a cabo en torno a la investigación sobre los problemas ambientales y la resolución de los mismos en estas asignaturas nos han dado buenos resultados en cuanto a motivación del alumnado, implicación en la dinámica de trabajo propuesta, generación de trabajos de interés y aportaciones en torno a la intervención en la solución de los problemas abordados.

En el momento en el que nos encontramos y analizando nuestra práctica docente, observamos que esta metodología debería ser incorporada por nosotros al resto de asignaturas relacionadas con la enseñanza de las ciencias y que venimos impartiendo con una metodología más transmisiva, obteniendo por ello peores resultados. Y que deberíamos a su vez reformular los contenidos de estas asignaturas, ambientalizando los mismos. Con ello conseguiríamos que los maestros que formamos estuviesen verdaderamente capacitados para ambientalizar el curriculum, en nuestro caso de ciencias, y por otra parte tener una coherencia lógica entre las asignaturas que impartimos.

Marco de referencia para las posibilidades de ambientalización del curriculum

La revisión bibliográfica nos muestra como esta inquietud por conseguir una ambientalización del curriculum y las propuestas para conseguirlo es común a muchos profesores investigadores del área de Didáctica de las Ciencias, entre otros: (Pujol, 1994) y (Jiménez et al, 1995).

El cómo se realiza dicha ambientalización es también motivo de estudio. Para algunos autores (Lucini, 1994) sería factible conseguir en los niveles de Educación Infantil y Primaria que la educación Ambiental fuese el eje de la programación, ya que en estos niveles se trabaja desde una perspectiva más globalizadora. Así la Educación Ambiental, sería para este autor el punto de partida de los aprendizajes para contextualizarlos y hacerlos cercanos e interesantes para

el alumno, además de útiles. Después esos nuevos conocimientos se aplicarían a otras situaciones o problemas.

Que los ejes transversales pasen a ser estructuradores del currículo, como veíamos anteriormente es una idea apoyada por otros autores (Yus, 2000), recoge citas de autores que así lo manifiestan como Moreno Marimón (1992). El mismo Yus, secundando la idea de “Educación Global”, entendiendo ésta como el enfoque educativo centrado en la persona, las sociedades y el planeta, apuesta por esta “educación socio-crítica” más adecuada para una nueva escuela para un mundo cada vez más globalizado y complejo. Gavidia (1984), también presenta de forma similar esta idea bajo el concepto de “enhebrar”, lo que supone que los ejes transversales sean los elementos alrededor de los cuales se constituya el currículum de igual forma.

Entre esa situación que nos proponen los autores anteriores, tan innovadora y de momento aún poco llevada a la práctica, existen otras posibilidades que suelen ser las más utilizadas. La transversalidad, según Gutiérrez (1995: pp.171), “se refiere a un tipo de enseñanzas que deben estar presentes en la educación obligatoria como “guardianes de la interdisciplinariedad” en las diferentes áreas, no como unidades didácticas aisladas, sino como ejes claros de objetivos, contenidos y principios de procedimiento que han de dar coherencia y solidez a las materias y salvaguardar sus interconexiones en la medida de lo posible. ... Sobre ellos pivotan en bloque las competencias básicas de cada asignatura con la intención de generar cambios en su interior e incorporar nuevos elementos”. Pujol y Sanmartín (1995) hablan de dos posibles modelos curriculares para la aplicación de los ejes transversales. Uno, haciendo una analogía, es el modelo “espada”, porque afecta solo a una parte del currículum de cada área, trabajándose de forma puntual. Otro es denominado por ellas “modelo disolución”, donde el eje transversal es la sustancia que como en una infusión se distribuye por el líquido que es el currículum.

En nuestra corta puesta en práctica de la deseada ambientalización del currículum de la didáctica de las Ciencias Naturales y de Conocimiento del Medio, dado que estamos en los primeros pasos, nuestras ambiciones van en la línea de conseguir una adecuada “disolución de la Educación Ambiental en nuestros currícula”.

Nuestra experiencia. Análisis y reflexiones sobre la misma

Como indicábamos anteriormente, en las asignaturas de *Educación Ambiental* y *Educación y Medio*, tenemos tradición de tratar los problemas ambientales desde la propuesta metodológica de resolución de problemas. Con los resultados obtenidos en estas asignaturas pretendemos, para este curso lectivo que comienza, seguir una metodología igual para algunos temas en el resto de asignaturas que impartimos, incorporando los resultados obtenidos en nuestra experiencia de investigación en la acción sobre esas experiencias

anteriores. La forma de trabajar en la propuesta de resolución de problemas es crear grupos de trabajo de cuatro alumnos como máximo, que tienen que elegir un problema ambiental con carácter local o regional y tratarlo, siguiendo para ello los siguientes pasos (fig. 1):

Nuestra breve investigación-acción en el proceso respecto a este tema, entendiéndola como la definición Elliot (1986): “el estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de acción dentro de la misma”; viene inspirada por la necesidad de conocer si nuestras acciones en esa tarea docente tienen efectos positivos, para poder corregir los fallos o en algunos casos afirmarnos en los aciertos.

Los ciclos o espirales autorreflexivas de planificación, acción, observación y reflexión que apuntan Cohen y Manion (1985), son tratadas por nosotros de una forma coincidente siguiendo la metodología propuesta por Novo (1995). Así los pasos definitivos son:

- **“Diagnosticar** una situación problemática que interese al alumnado y sirva al proyecto educativo”.
- **Formular** estrategias y seguirlas (planificar y actuar).
- **Investigar** sobre los efectos de nuestras acciones educativas (evaluarlos).
- **Confrontar** los resultados de estas investigaciones con la situación real y con las metas que queremos alcanzar en el proceso.
- **Introducir** las modificaciones necesarias, en la etapa siguiente, para irnos aproximando paso a paso a la consecución de los fines propuestos.
- **Cambiar**, incluso, los fines o metas previstos, cuando se constata que no son adecuados a las expectativas y posibilidades del alumnado.

Las estrategias instrumentales para la recogida de datos han sido:

- Las entrevistas realizadas en tutorías a alumnos para conocer sus puntos de vista.
- Las reuniones del grupo de clase para discutir la marcha de la asignatura y la consecución de objetivos al final de la asignatura.
- Los informes emitidos por los alumnos sobre la actividad y su valoración.



- La observación de la dinámica de las clases.
- Diarios de clase por parte de alumnos en los que analizan y valoran las distintas experiencias y metodologías seguidas para cada una de las sesiones.

De ellas extraemos las siguientes conclusiones:

- El diagnóstico de la situación problemática es una de las etapas que mejor quedan cubiertas. La utilización de técnicas como la lluvia de ideas, el análisis de noticias de prensa y televisión, la participación de la clase en un juego de rol en torno a un problema ambiental concreto de actualidad..., motiva a los alumnos, a la vez que sirve para que expresen sus ideas previas y se confronten con nuevas aportaciones de información.
- En la etapa de recogida de información del proceso, hemos detectado que existen problemas, ya que a la hora de esta búsqueda ciertos organismos oficiales o asociaciones no colaboran de manera adecuada.
- En las siguientes etapas de organización y tratamiento de los datos o en la interpretación y cuestionamiento de la información detectamos que un apoyo tutorial en algunos momentos clave que los alumnos no entienden como problemático puede conducir a mejores resultados. Este aspecto se puede resolver fijando tutorías intermedias antes de la finalización y exposición del trabajo.
- La etapa de Comunicación se realiza en clase. El trabajo se expone ante sus compañeros, lo que da pie a un diálogo que suele ser muy rico. Además, el resto de compañeros comentan y valoran el trabajo expuesto por los otros, aunque de momento esta valoración se nos ha entregado por escrito y no ha dado pie a comentarios en clase, aspecto que sería interesante introducir. Observamos cómo esta comunicación de nuestros alumnos que sólo se efectúa en clase podría ser de gran interés para el resto del alumnado del centro y deberíamos hacer algo para lograrlo. Así mismo, estas conclusiones no son enviadas a los organismos con competencias en el tema, o dadas a conocer a la población.
- En la última fase de la propuesta metodológica: *De acción en el Medio*, es donde observamos mayores deficiencias y donde deberíamos intervenir de una forma más contundente. Nuestros alumnos llegan a hacer unas propuestas interesantes de cara a la resolución del problema, pero dichas propuestas se quedan aquí (sobre el papel) y no sirven para cambiar el problema, puesto que no se da ningún paso para que se tengan en cuenta. Como máximo se inicia alguna propuesta concreta a desarrollar en nuestro Centro; pero dado que las asignaturas son cuatrimestrales y de tercer curso, no existe continuidad por parte del alumnado para seguir trabajando algún aspecto iniciado. Y por parte del profesorado por diversos motivos tampoco se continúa hasta el momento la labor de seguimiento posterior, sino que se espera al comienzo del nuevo curso para continuar. Así que la esperada intervención para resolver los problemas que tratamos en clase es un reto importante para nosotros.

Así en este contexto e iniciando el estudio de experiencias que ayudasen a conseguir una adecuada ambientalización del currículum (en nuestro caso de ciencias) y de los centros de enseñanza de Educación Infantil y Primaria, iniciamos un trabajo en nuestro departamento que comenzó explorando las dificultades que se encontraban en la práctica docente para conseguir la deseada ambientalización de los aspectos anteriores y continuó con la revisión de experiencias puestas en marcha para mejorar esos aspectos.

Encontramos, así, en las experiencias conocidas con el nombre de *Ecoauditorías* o *Auditorías Ambientales* una serie de aportaciones muy interesantes para mejorar tanto la ambientalización del currículum como la del centro, siempre siguiendo el planteamiento metodológico de intervención en la resolución de problemas, y que presenta muchas ventajas para poder solucionar algunos de los puntos débiles encontrados en nuestra práctica, antes comentados. Pretendemos incorporar algunos de los aspectos presentes en esas experiencias de Ecoauditorías a nuestra práctica docente de una forma progresiva.

Actualmente ponemos en marcha el Proyecto ECOCENTROS (auditorías ambientales en los centros de enseñanza). El proyecto lo hemos diseñado para los centros de enseñanza de Infantil y Primaria de nuestra región (Extremadura) y forman parte del mismo para este curso 2001/2002 13 centros de la región.

Las ecoauditorías como propuesta didáctica para ambientalizar el currículum

Para Weissmann (2000) y Franquesa (1998), la ecoauditoría es un instrumento de evaluación y mejora del ambiente. Para Fernández (1996), la ecoauditoría escolar es un procedimiento activo y participativo que ayuda a dilucidar las consecuencias de los actos individuales de consumo y uso de recursos, incrementa el sentimiento de implicación y responsabilidad personal, y produce efectos beneficiosos tangibles en la calidad ambiental del centro escolar. Así estamos ante un proceso de enseñanza-aprendizaje, activo y participativo que no solo conseguirá mejoras en la calidad del ambiente, sino una mayor concienciación y un cambio de actitudes, además de la participación en una experiencia compartida que tiene como principales protagonistas a los alumnos, y que en definitiva supondrá una intervención en la resolución de problemas reales.

¿Quiénes participan en las ecoauditorías?

Los grupos que están presentes en el proceso, además del alumnado son: padres y madres, profesores, personal de dirección, personal no docente, representantes del ayuntamiento o de asociaciones. En muchos casos el centro consigue colaboraciones con el ayuntamiento o con otras entidades para conseguir mejores resultados.

Etapas en las ecoauditorías

Después del análisis de experiencias existentes, y con aportaciones de autores como Majadas (2001), Callejo et al, (2001), estas serían las etapas de las que consta una auditoría:

1. Propuesta de inicio.
2. Creación del grupo de trabajo o Comisión Ambiental.
3. Establecimiento de objetivos, metas y temas básicos.
4. Elaboración de instrumentos para llevar a cabo la auditoría.
5. Organización de equipos de trabajo dentro de la comisión ambiental.
6. Realización del Diagnóstico o Evaluación ambiental del centro.
7. Elaboración de un Plan de Propuestas de Acción.
8. Fijación de Compromisos y puesta en marcha del Plan.
9. Seguimiento y Evaluación de los resultados.
10. Difusión de Resultados.

Aspectos metodológicos más destacados de las ecoauditorías

Tras la revisión de documentos como el Programa ALDEA (1992: 16), Novo (1995), Franquesa (1998) y VV.AA. (2001), destacamos los siguientes aspectos:

- Partir del *análisis de ideas y de actitudes previas* de los sectores implicados en el proceso para ir avanzando progresivamente.
- *La participación* en un proceso de evaluación y mejora en el que se tiene una responsabilidad directa. Es un medio y como una finalidad.
- Creación de *grupos de trabajo* que han de tomar acuerdos y consensuarlos.
- Trabajar de forma *interdisciplinar*, con el enriquecimiento que esto supone.
- *Consideración del centro como modelo de estudio e intervención* para poder después extrapolar a otros ámbitos; es decir pasar de lo local a lo global.
- *Apertura de relaciones escuela-territorio*, a través de colaboraciones con instituciones encargadas de elaborar políticas ambientales, además de con instituciones de carácter educativo, lo que facilita el trabajar aspectos de un ámbito más amplio que el propio centro.
- *La variedad metodológica* existente en el proceso de auditorías puede garantizar abordar la complejidad de los problemas y favorecer la adquisición de valores y actitudes positivas, esto puede además ser un proceso *divertido y motivador para el alumnado*.

Temática abordada en las mismas

Cada programa específico elaborado sobre ecoauditorías recoge una serie de temas a tratar. Del estudio de Callejo y otros (2000), así como del análisis personal y la recopilación que Majadas (2001) extrae del estudio citado con anterioridad presentamos los siguientes temas:

- Consumo de materiales y recursos
- Agua
- Papel
- Productos de limpieza
- Desechos y vertidos

- Consumibles
- Alimentación
- Energía
- Ruido
- Gestión Ambiental

- Vida social y convivencia
- Recursos humanos e implicación
- Información
- Aspectos urbanísticos (mobiliario, accesibilidad, huerto escolar...)
- Movilidad y transporte

- Camino escolar y seguridad
- Instalaciones- mobiliario y exteriores
- Zonas verdes
- Patio escolar
- Biodiversidad

¿Qué pueden aportar esas experiencias a la formación del profesorado y a nuestro caso concreto de propuesta metodológica para la resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias?

Si para un futuro, en nuestro Centro Universitario pudiésemos llevar a cabo procesos de ecoauditorías similares a las experiencias propuestas, avanzaríamos en bastantes aspectos. Las ventajas más destacadas de esta posible experiencia en el centro serían entre otras:

- Como estamos en un ámbito universitario, la ecoauditoría podría tocar más temas que los expuestos anteriormente, que se suelen tratar en los niveles de educación infantil, primaria, secundaria y bachillerato. También la auditoría podría abarcar un ámbito mayor que el propio centro asumiendo progresivamente la auditoría del campus universitario y de la misma ciudad de Cáceres. Con ello conseguiremos abrirnos de los problemas locales a los globales. Experiencias de este tipo, aunque con distintas características, se están desarrollando en las universidades Autónoma de Madrid y Barcelona, y en la Universidad Politécnica de Valencia y Cataluña, además de la Universidad de Valencia, y están arrojando buenos resultados que pueden servir como modelo. (UII, 2000).
- Una forma de conseguir trabajar en grupo de forma interdisciplinar, aspecto que en la universidad es difícil de conseguir. El trabajar alguno de estos u otros temas siguiendo la metodología propuesta, podría conducir a alcanzar logros importantes tanto en la formación profesional del profesorado como la de nuestros alumnos. En este sentido

hemos preparado un seminario para mejorar la calidad docente que abarca estos aspectos y que estaría destinado a profesores de nuestro centro interesados en la experiencia.

- Una manera de lograr colaboraciones con instituciones como Ayuntamientos, la propia Universidad, Asociaciones, etc, de cara a mejorar aspectos de nuestro trabajo práctico en la resolución de problemas. Entre otros el acceso a fuentes de información, la presentación de conclusiones y la presentación de propuestas de acción a los organismos, o grupos pertinentes, y la posibilidad de trabajar conjuntamente con ellas a la hora de llevar a la práctica acciones concretas.
- La comunicación de las conclusiones de nuestros grupos que en nuestras experiencias anteriores tiene pocas repercusiones podría abrirse a las personas del centro que formasen parte de la comisión ambiental creada que asumiría un plan de acción y unos compromisos para la resolución de los mismos en la medida de lo posible. La dinámica de las ecoauditorías genera a su vez la aparición de tabloneros verdes, revistas, páginas web,... en las que podría aparecer esa información.
- Lograr una mayor motivación de todos los sectores que formamos parte del proceso al ver que existe posibilidad de llevar a cabo soluciones reales a los problemas existentes tanto en nuestro centro como en el ámbito del Campus Universitario e incluso en la ciudad de Cáceres en la que nos encontramos.
- Conseguir una coherencia entre el discurso y la práctica. Hacer que muchos aspectos de ese currículum oculto de nuestro centro mejoren.
- Al participar en un proceso de conocimiento y mejora del centro se fomentará el sentido de pertenencia a un centro en el que nuestras decisiones cuentan.
- El centro obtendrá una serie de mejoras en la calidad ambiental: ahorro de energía, disminución del gasto, mejora del entorno interior y exterior del centro y de su campus, más respeto, menos ruido, etc, que harán del mismo un lugar más agradable y armonioso.

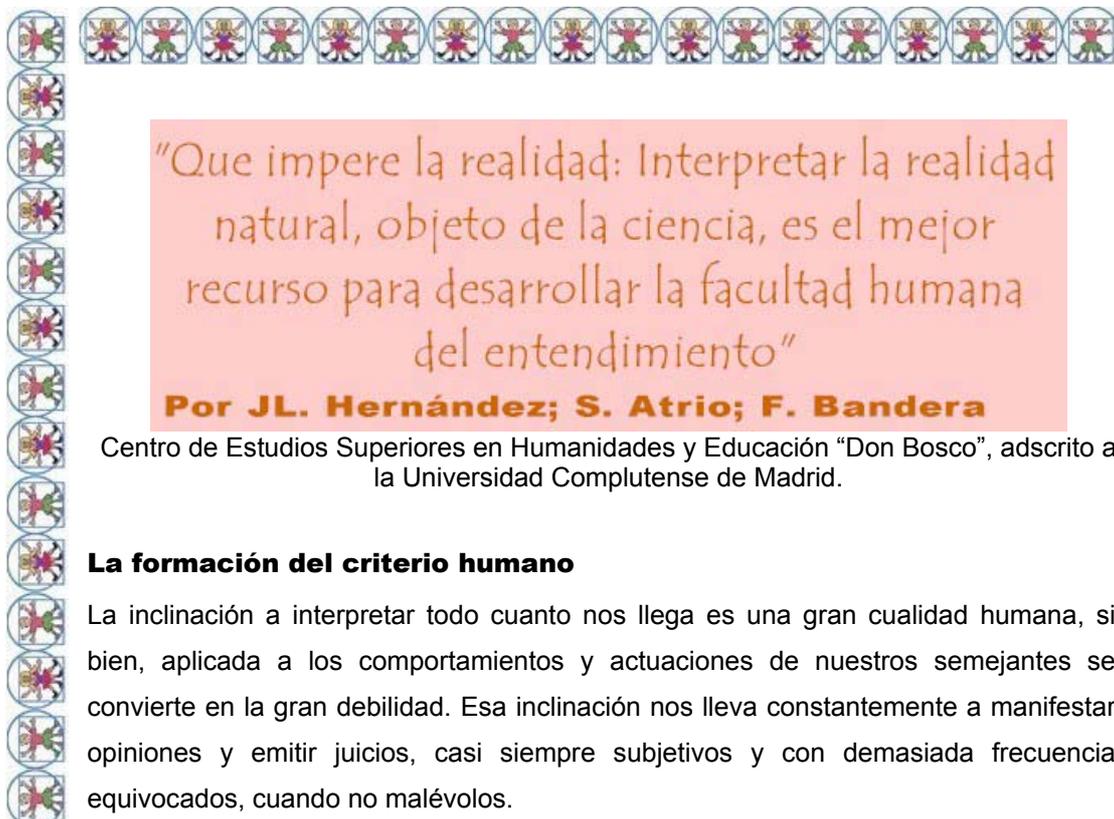
En definitiva una mejora en la calidad ambiental y de la enseñanza en el centro y en su ámbito próximo de influencia.

Bibliografía

- ALDEA (1992). *Programa de Educación Ambiental*. Sevilla: Consejería de Educación-Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- CALLEJO, C. y otros. (2001). *Auditorías ambientales escolares: una propuesta metodológica*. Valladolid: Junta de Castilla-León.
- CALLEJO, C., BENAYAS, J., GARCÍA, J., GUTIÉRREZ, J., MAJADAS, J., y CAMPOS, S. (2000). *Ecoauditorías y proyectos de calidad de los centros educativos*. Ministerio de Educación y Cultura. Secretaría General Técnica.
- COHEN, L. y MANION, L. (1985). *Research Methods in Education*. Gran Bretaña: Croom Helm.

- FRANQUESA, T. (1998). (Instituto municipal de Educación). Barcelona. Comunicación presentada a las III Jornadas de Educación Ambiental, en el grupo de trabajo "La ecoauditoría como instrumento de Educación Ambiental". Pamplona.
- FERNÁNDEZ OSTOLAZA, A. (1996). *Ecoauditoría Escolar*. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de publicaciones del Gobierno Vasco.
- GARCÍA GÓMEZ, J. (2000). Modelo, realidad y posibilidades de la transversalidad. El caso de Valencia, España. *Tópicos en Educación Ambiental* 2 (6), 53-62.
- GAVIDIA, V. (1994). La educación para la salud y las líneas transversales del currículo. *Didáctica de las ciencias*, 8, 135-149. Valencia: Universidad de Valencia.
- GUTIÉRREZ PÉREZ, J. (1995). *La Educación ambiental. Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. Madrid: La Muralla.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^a. P., LÓPEZ RODRIGUEZ, R. y PEREIRO MUÑOZ, C. (1995). Integrando la educación ambiental en el curriculum de ciencias. *Alambique*, 6, 9-17.
- LUCINI, F. G. (1994). *Temas transversales y áreas curriculares*. Madrid: Anaya.
- MAJADAS ANDRAY, J. (2001). Guisar la educación ambiental en las aulas: Recetario inconcluso. *Ciclos* nº 9 (pp13-16).
- NOVO, M^a. (1995). La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas. Madrid: Universitas.
- PUJOL, R. M^a. y N. SANMARTÍ (1995): "Integració dels eixos transversals en el currículum". *Guix*, 213/124, 7-16.
- PUJOL VILALLONGA, R. M^a. La educación ambiental como eje de organización del área de conocimiento del medio. *Alambique*. 1, 21-32.
- ULL, M^a. A. (1998). Ambientalización de la Universidad. III Jornadas de Educación ambiental. Pamplona.
- VV.AA. (2001). *Hagamos ambiental nuestro patio*. Segovia: Ayuntamiento de Segovia.
- VV.AA. (1999). Libro blanco de la educación ambiental en España. Comisión temática de educación ambiental. Ministerio de Medio ambiente.
- WEISSMAN, H. (2000). La ecoauditoría como instrumento de educación ambiental. Ponencia presentada al seminario: Educar con el ejemplo: ecoauditorías escolares. Fundación Ecología y Desarrollo. Zaragoza.
- YUS, R. (1996). *Temas transversales: hacia una nueva escuela*. Barcelona. Graó.
- YUS, R. (2000). Áreas transversales y enfoque curricular integrado de la educación científica básica. En J. Perales y P. Cañal (directores). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Editorial Marfil.





"Que impere la realidad: Interpretar la realidad natural, objeto de la ciencia, es el mejor recurso para desarrollar la facultad humana del entendimiento"

Por JL. Hernández; S. Atrio; F. Bandera

Centro de Estudios Superiores en Humanidades y Educación "Don Bosco", adscrito a la Universidad Complutense de Madrid.

La formación del criterio humano

La inclinación a interpretar todo cuanto nos llega es una gran cualidad humana, si bien, aplicada a los comportamientos y actuaciones de nuestros semejantes se convierte en la gran debilidad. Esa inclinación nos lleva constantemente a manifestar opiniones y emitir juicios, casi siempre subjetivos y con demasiada frecuencia equivocados, cuando no malévolos.

Formar nuestro criterio es una necesidad si buscamos el acierto en nuestras opiniones, pero mucho más si lo buscamos en nuestras decisiones. Sin ningún género de dudas, la formación científica constituye el mejor medio para lograrlo.

En efecto, la Ciencia no se limita a una exposición descriptiva de la realidad natural, sino que además la interpreta. Allí donde la observación directa no alcanza a evidenciar lo que acontece, la Ciencia pone su interpretación teórica, y esta interpretación será correcta siempre que sea coherente con lo observado y con otros conocimientos ya consolidados. Las teorías postuladas están en permanente revisión, sometidas a la concordancia entre sus predicciones y los datos obtenidos en descubrimientos posteriores. La naturaleza no engaña, es maestra infalible, y frente a ella podremos valorar el acierto de nuestras opiniones y la validez de nuestros criterios. Nos interesa el buen criterio de los futuros maestros, a quienes la sociedad encomienda una de las más altas y delicadas responsabilidades, cual es la formación de los escolares, lo que significa, entre otras cosas, dirigirles y ayudarles en su desarrollo intelectual. Si el maestro no está afortunado en sus criterios, puede ocurrir que, en lugar de ayuda, su intervención se convierta en un obstáculo que entorpece y dificulta el normal desarrollo de las capacidades intelectuales de los niños a su cargo.

Metodología didáctica

Además de proporcionarle los conocimientos técnicos que utilizará en el aula, la formación científica del maestro desarrollará su capacidad de entendimiento y comprensión para que esa utilización se haga de la forma más inteligente y eficaz.

Es esta concepción de la metodología científica como “*gimnasia mental*”, que ya apuntara Sergio Rábade, la que nos ha llevado a adoptar un método para la enseñanza de las ciencias, que puede describirse en las siguientes fases.

❶ **presentación del fenómeno natural**

Presentar ante el alumnado uno o varios fenómenos naturales, relativos al tema de estudio, para ser observados. Es la realidad evidente de la que vamos a partir y sobre la que fijamos nuestra atención.

Esta presentación puede hacerse mediante una actividad experimental, que si además de sencilla e interesante llega a ser sorprendente, nos garantizará la motivación, tan perseguida como poco conseguida. Con el experimento interrogamos a la naturaleza y ella nos da siempre una respuesta correcta.

Preferiblemente han de utilizarse materiales ordinarios o caseros, para transmitir sensación de naturalidad y evitar la impresión de que la experimentación científica es algo artificial que sólo tiene cabida en complejos y sofisticados laboratorios.

La actividad experimental no es absolutamente imprescindible. Puede ser suficiente considerar un fenómeno natural frecuente, sobradamente conocido, o algo que se presente en ese momento ante nuestra vista, y centrar la atención en los aspectos que vengan al caso de acuerdo con el tema tratado.

❷ **Descripción**

Los alumnos han de ser capaces de describir con objetividad la experiencia o el fenómeno observado.

Se limitarán a exponer lo que hay, lo que se hace, el modo en que se hace y lo que ocurre ante sus ojos. Se rechazará cualquier afirmación que sea resultado de una interpretación personal o teórica no asequible a los sentidos. No podrán omitirse aquellos detalles imprescindibles en la ejecución del fenómeno, o para su comprensión. Se desaprobará, por el contrario, extenderse inútilmente en pormenores innecesarios.

❸ **Leyes Naturales**

Todo cuanto ocurre en la naturaleza obedece a leyes naturales, y otro de los objetivos esenciales de la Ciencia es descubrirlas. Con esta finalidad se utiliza el Método Científico. En las leyes naturales aparecen las variables que intervienen en el fenómeno, y la forma en que se relacionan. Siempre que es posible se les da una formulación matemática.

En esta fase del proceso didáctico se da a conocer a los estudiantes la ley o leyes que rigen

los fenómenos expuestos, y se les imponen dos exigencias.

- a. Enunciar verbalmente las leyes, comprendiendo lo que afirman, indicando a qué se refieren y en qué circunstancias o condiciones se cumplen, con brevedad, precisión y sin ambigüedades.
- b. Expresarlas matemáticamente, cerciorándose de que conocen el significado general de la fórmula y el de todas y cada una de las letras y símbolos utilizados en ella.

④ Deducción teórica

Deducir las leyes a partir de las teorías científicas establecidas.

Llevado por su insaciable curiosidad, nunca deja el ser humano de preguntarse sobre el universo a todas las escalas. Las teorías se postulan para obtener las respuestas que la observación y la experimentación no pueden dar. Son producto de la Imaginación, pero han de explicar la realidad. De sus postulados han de deducirse las leyes ya conocidas, en caso contrario la teoría sería rechazada o, al menos, no habría razón suficiente para aceptarla.

La deducción lógica de las leyes a partir de los principios teóricos es un proceso mental que pone en juego todas las potencias del entendimiento humano. La capacidad de abstracción permite utilizar los principios y las definiciones de conceptos abstractos. El razonamiento lógico-matemático da la seguridad en cada paso deductivo. Las condiciones físicas impuestas por el fenómeno natural conectan la abstracción con la realidad y muestran a la mente la dirección correcta por la que ha de conducirse. La certeza de no haber errado en la salida ni en el camino recorrido se tiene cuando se alcanza la ley buscada.

Cada paso de la demostración contiene una o varias afirmaciones y los alumnos están obligados a responder de la veracidad de cada una. Así se cerciora el profesor de que comprenden lo que hacen y no están siguiendo mecánicamente un proceso secuencial memorístico sin sentido para ellos, aunque aparezca como correcto a los ojos de quien lo sepa ver.

Los procesos más simples se entienden mejor, por esta razón una deducción complicada puede clarificarse descomponiéndola en tantos pasos sencillos como sean necesarios para llegar a su comprensión. Pero alargarla en exceso puede, a su vez, desorientar al alumno, que se pierde al no poder abarcarla. El profesor debe manejar ambos parámetros con buen criterio.

⑤ Interpretación científica

Interpretar el fenómeno observado a partir de las leyes naturales o a la luz de los principios teóricos.

Habíamos partido de la realidad y cerramos el ciclo regresando a ella. Es la Deducción Científica, contrapunto de la Inducción. Aplicar las leyes o principios teóricos generales al caso

particular del experimento que habíamos realizado. Algo aparentemente tan simple entraña para nuestro alumnado la mayor dificultad.

Es un proceso lógico que utiliza simultáneamente elementos imaginarios, como son las afirmaciones teóricas y los conceptos abstractos, y elementos procedentes de la realidad descrita objetivamente en la segunda fase, pero deben distinguirse con absoluta claridad. Si en la descripción objetiva se rechazaba cualquier afirmación teórica, en la interpretación teórica se rechaza la simple descripción de lo observado. El razonamiento no puede expansionarse libremente, está ceñido a la inexorable rectitud del fenómeno que ha de explicar, y esto puede resultar traumático, cuando llegamos a una conclusión que no concuerda con la respuesta obtenida en el experimento, o cuando nos instalamos sobre ésta respuesta sin haber podido razonarla. En ambos casos nos damos cuenta de que nuestro buen sentido, del que, en palabras de Descartes, tan satisfechos estábamos, tiene mucho que mejorar.

Frecuentemente se utilizan dibujos, en los que pueden figurar todos aquellos elementos que, por ocultos o intangibles, son inasequibles a la observación. No se trata de una mera ilustración artística; han de ser coherentes con la realidad que representan y facilitar su comprensión. En caso contrario serían contraproducentes.

La explicación debe ser cierta, lógica y suficiente, especialmente cuando es el profesor quien la da. Una explicación suficiente contiene las respuestas a todos los porqués del suceso natural y llega hasta las últimas razones, que generalmente serán los principios teóricos aceptados. Está expresada en términos precisos y sin ambigüedad. Una explicación es insuficiente cuando no aporta la información o los datos necesarios, cuando no utiliza suficientes argumentos, cuando acepta conclusiones no evidentes o que no se infieren directamente de las premisas. No puede ser comprendida por una persona inteligente, salvo que sea capaz de adivinar los elementos erróneos o ausentes, y recomponerla con ellos.

Dar o aceptar explicaciones falsas, erróneas o insuficientes, puede causar graves daños entre los escolares llegados a la última etapa de su desarrollo intelectual, porque invalidan el razonamiento, que no tiene éxito, atrofiando su capacidad de raciocinio precisamente cuando ésta debería desarrollarse. Aquellos alumnos que pudieran razonar desistirán de hacerlo y tratarán de memorizar sin intentar comprender.

⑥ Extensión de las leyes a otros fenómenos

Para afianzar los conocimientos adquiridos, seguir practicando la interpretación racional de los sucesos naturales y comprender que las leyes de la naturaleza son normas de aplicación universal, se proponen otros fenómenos regidos por la misma ley. Ha de hacerse una descripción precisa, para que los alumnos, antes de presenciar su realización práctica, predigan por deducción lógica lo que sucederá. La observación posterior del experimento

confirmará o reprobará la validez de sus razonamientos. Del mismo modo se les puede pedir la interpretación científica de otros fenómenos suficientemente conocidos por ellos, relacionados con el tema.

Se trata, en definitiva, de aprovechar la gran riqueza de medios que ofrece la propia realidad natural para entrenar la inteligencia racional.

Un ejemplo práctico: El efecto Venturi. Presentación del fenómeno

Las excelentes paradojas proporcionadas por este conocido fenómeno generan gran motivación entre el alumnado que las contempla por primera vez, lo que hace de ellas un inapreciable recurso didáctico. Vamos a realizar dos experimentos.

❶ Pimpón en embudo

Tomamos un pequeño embudo en posición normal, es decir, con la boca hacia arriba, y colocamos dentro una pelota de pimpón. Si preguntamos a la clase qué sucederá con la pelota al soplar fuertemente por el tubo del embudo, no sólo responden que ascenderá, sino que están dispuestos a hacer una competición para ver quién de ellos la eleva a mayor altura. Cuando comprueban que, a pesar de sus esfuerzos, nadie es capaz de despegarla lo más mínimo, no dan crédito a lo que ven.



Finalmente el profesor les muestra que incluso estando el embudo en posición invertida, mientras soplemos con fuerza, la pelota permanece dentro, vibrando de forma rapidísima, pero sin separarse de la pared del embudo, y sólo al terminar de soplar cae por su propio peso. Entonces comprenden que estaban equivocados.

❷ Puente de papel

Se coloca horizontalmente una hoja de papel formando puente sobre dos apoyos cualesquiera, separados uno del otro todo lo posible siempre que la hoja, aunque combada hacia abajo, se sostenga sobre ellos.

Acercamos un canuto bajo el folio y nos disponemos a soplar por él en dirección horizontal.

Preguntamos qué le ocurrirá al papel.

Tras el experimento anterior las respuestas son variadas e inseguras.

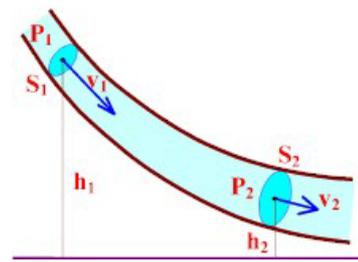


La curiosidad general suscitada por el suceso, tampoco queda defraudada en este caso al contemplar cómo a cada soplo la hoja se hunde un poco más hasta caer entre los pilares, que tan precariamente la soportaban.

Leyes naturales

La ley natural que rige estos fenómenos es el **Efecto Venturi**. Podemos expresarlo verbalmente mediante el siguiente enunciado: “En aquellos puntos de un fluido en movimiento donde su velocidad sea mayor, su presión será menor y viceversa.”

Designemos por v_1 y P_1 la velocidad y presión respectivamente, que lleva una masa dada de fluido en un punto cualquiera **1**, y análogamente v_2 y P_2 las que lleva esa misma masa cuando pasa por otro punto cualquiera **2**. Lo dicho en el anterior enunciado queda igualmente expresado con la siguiente implicación matemática:



$$1 \quad v_1 < v_2 \iff P_1 > P_2$$

El fluido que interviene en ambos experimentos es el aire y, evidentemente, cuando soplamos, su velocidad aumenta. Con estas consideraciones disponemos de elementos suficientes para interpretar lo que sucede en las dos actividades, pero no lo haremos hasta después de la deducción teórica.

Deducción teórica de la ley

Partimos del principio teórico de Conservación de la Energía, que aplicado a un fluido en movimiento, podemos enunciar así: “La energía de una masa dada de fluido que se desplaza de un punto a otro permanece constante.”

Consideramos una masa fija, m , de fluido, que ocupa un volumen, V , y se desplaza desde el punto **1** al punto **2** por una conducción. Según el anterior principio podremos escribir:

$$2 \quad E_1 = E_2 \quad \text{Principio de conservación de la energía aplicado al fluido}$$

Las energías que puede tener un fluido en movimiento son: Energía cinética, E_c , debida a su velocidad; energía potencial, E_p , debida a la altura a que se encuentra, y energía de presión, E_f , debida a la fuerza que ejerce la presión a que está sometido en cada punto.

Para abreviar la deducción adoptamos como definiciones las siguientes fórmulas matemáticas, que en realidad se derivan directamente de ellas.

Sumando las tres obtendremos la energía total en cualquier punto.

$$3 \quad \begin{cases} E_c = m v^2 / 2 \\ E_p = m g h \\ E_f = P V \end{cases} \quad \text{Definiciones}$$

$$4 \quad E = E_c + E_p + E_f \quad \text{Energía total}$$

Nos conviene emplear un paso para expresar matemáticamente la energía total que acompaña a la masa de fluido en cada uno de los puntos considerados.

$$5 \quad \begin{cases} E_1 = \frac{m v_1^2}{2} + m g h_1 + P_1 V \\ E_2 = \frac{m v_2^2}{2} + m g h_2 + P_2 V \end{cases} \quad \text{Substituir las expresiones } 3 \text{ en } 4 \text{ y aplicarlas a cada uno de los dos puntos}$$

Conforme al principio de partida, substituyendo las expresiones **3** en **4** se tiene:

$$6 \quad \frac{m v_1^2}{2} + m g h_1 + P_1 V = \frac{m v_2^2}{2} + m g h_2 + P_2 V$$

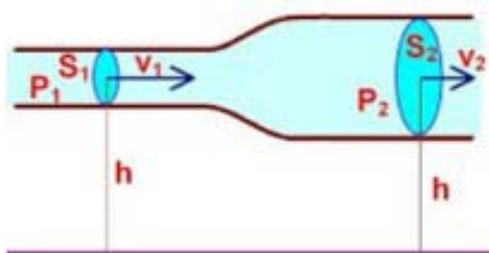
Cuando en un fenómeno intervienen varios factores y se quiere investigar la influencia de uno o más de ellos, lo que se hace es mantener constantes los demás. Podemos fijar el volumen del fluido eligiendo un líquido cualquiera, como el agua, ya que al ser prácticamente incompresible, su volumen no se ve afectado por la variación de presión, y se hace innecesaria la utilización de subíndices para designarlo en cada punto, razón por la cual hemos prescindido de ellos desde el comienzo. Bajo esta condición es correcto dividir por el volumen todos los términos de la igualdad anterior, y teniendo en cuenta que la densidad de una sustancia es:

$$7 \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \text{Definición de densidad}$$

Se obtiene una expresión matemática del **Teorema de Bernoulli**.

$$8 \quad \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2 \quad \text{Dividir por } V \text{ todos los términos de } 6 \text{ y substituir } 7$$

De una forma elemental, como corresponde a todo el desarrollo que venimos realizando, podemos enunciar este teorema fundamental de la hidrodinámica y la aerodinámica diciendo que : *“La suma de las energías cinética, potencial y de presión correspondientes a la unidad de volumen de un fluido bajo la acción de la gravedad, permanece constante.”*



Para conocer la relación entre presión y velocidad, tal como se mencionan en el Efecto Venturi, simplemente hemos de mantener la altura constante, es decir, elegir una conducción horizontal.

$$9 \quad h_1 = h_2 \quad \text{Condición elegida}$$

Introduciendo esta nueva condición en el Teorema de Bernoulli y cancelando términos iguales, llegamos finalmente a una fórmula teórica que expresa justamente lo que se afirma en el Efecto Venturi.

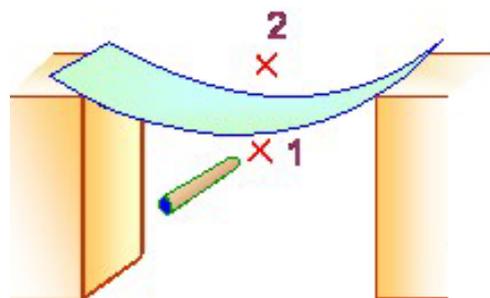
10
$$\frac{\rho v_1^2}{2} + \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2$$
 Substituir 9 en 8 y simplificar

La implicación analítica de esta fórmula nos lleva de hecho a la implicación **1**; como queríamos demostrar

Interpretación científica

1 Puente de papel

Una propiedad destacada de la presión en el interior de los fluidos es que la fuerza se ejerce por igual en todas las direcciones. No es una propiedad intuitiva, pero se comprende fácilmente al considerar que una hoja de tamaño A4, colocada horizontalmente en el aire, por efecto de la presión atmosférica soporta aproximadamente un Kg. de peso por cada cm^2 , lo que totaliza unos 600 Kg. sobre su cara superior.



Si no se precipita contra el suelo aplastada bajo un peso tan considerable será, evidentemente, porque otra fuerza igual se ejerce en sentido contrario por la cara inferior.

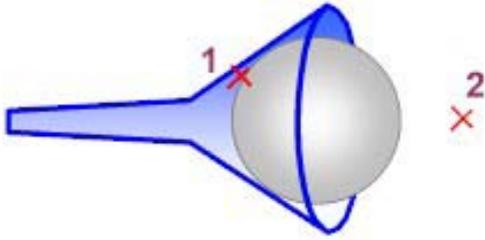
Con el aire en reposo, nuestro puente de papel se encuentra en equilibrio: El peso del folio es contrarrestado por la reacción de los apoyos laterales, y las fuerzas debidas a la presión por encima y por debajo, también se anulan como acabamos de ver.

Cuando soplamos con el tubo por debajo del puente, estamos imprimiendo velocidad al aire en esta zona, señalada en la figura con el punto **1**, mientras que por encima, punto **2**, continúa prácticamente en reposo. Se da por lo tanto la condición $v_1 > v_2$.

Para que se mantenga la igualdad **1** deberá disminuir la presión en el punto **1**, es decir $P_1 < P_2$.

Hemos producido un efecto de vacío bajo el puente. Al soportar menor presión y por lo tanto menor fuerza por debajo que por encima, es evidente que el papel se hunde.

2 Pimpón en embudo



Si estando la pelota dentro del embudo se sopla fuertemente por el extremo del tubo, el aire circulará por el interior, alcanzando su máxima velocidad al salir por el resquicio que se forma entre aquella y la pared. Consideremos un punto de esta zona, que en la figura hemos marcado con el número 1.

Por el contrario, la velocidad del aire en el exterior, punto 2, sigue siendo prácticamente nula.

Se cumple por lo tanto la condición $v_1 > v_2$ y, como consecuencia del Efecto Venturi, ocurrirá que $P_1 < P_2$, es decir, se reducirá la presión en el punto 1. Así pues, el aire que rodea a la pelota ejerce sobre ésta más presión desde fuera que por el interior del embudo. Esta diferencia de presiones a un lado y otro de la pelota supera su propio peso y la empuja contra la pared del embudo, impidiendo que se separe de él.

Extensión a otros fenómenos

Conocidas las leyes, se proponen otros casos para deducir las consecuencias de su aplicación.

1 Soplar por encima

Sujetar con dos dedos una tira de papel, de modo que quede colgando. Junto al punto de sujeción se coloca sobre la cinta el extremo de un tubo. Qué ocurrirá al soplar fuertemente por él.



2 El pulverizador

Un pulverizador puede construirse fácilmente introduciendo en posición vertical el tubo de un bolígrafo sin carga en un vaso lleno de agua. Otro tubo análogo se aplica horizontalmente de modo que los extremos de ambos se toquen. Qué ocurrirá al soplar con fuerza por la boca del segundo.



Otros fenómenos que pueden interpretarse mediante el Efecto Venturi: El vuelo de los aviones, los quemadores de gas, el Efecto Magnus.

Pequeña muestra de errores

Pregunta

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2$$

- a. Indica a qué se refiere esta ecuación.

- b. ¿Qué significa cada término y qué significa cada letra?
- c. Para llegar hasta ella, ¿qué variables hemos mantenido constantes y de qué manera?
- d. Partiendo de ella deduce la expresión matemática del efecto Venturi, razonando todos los pasos e informando de las simplificaciones oportunas.

Respuestas

1. En lugar de la expresión que se pide, deduce con toda corrección la misma que se ha dado, escribiendo exclusivamente fórmulas y sin dar ninguna explicación.
2. *“Para llegar a esta fórmula hemos dividido a todas las energías por la velocidad, así la mantenemos constante. Por eso nos ha salido la densidad.”*
3. *“Se mantiene constante la velocidad.”*
4. *“d = densidad. P = presión v = volumen. g = Fuerza de la gravedad. h = altura.”*

Pregunta

Enuncia verbalmente el efecto Venturi deducido en la pregunta anterior, y utilízalo para explicar científicamente lo que sucede en un pulverizador, ayudándote de un dibujo didáctico correcto en el que aparezcan todos los elementos mencionados en la explicación.

Respuestas

2. *“En aquellos puntos del mismo donde la velocidad es mayor la presión es menor.”*
3. *“Para cualquier fluido en movimiento se cumple en aquellos puntos en los que la velocidad es mayor y la presión es menor.”*
4. *“Deduce que a mayor velocidad en un punto 1 menor presión en ese punto pero menor velocidad en el punto 2 y mayor presión en el punto 2.”*

Errores en dibujos

1. *Habla de una sección (debería decir conducción) horizontal y los puntos que toma no están en la misma horizontal.*
2. *Alturas sin la referencia horizontal para el origen y con diferente origen.*
3. *En el pulverizador, sitúa el punto 1 por donde se sopla y el 2 bajo el agua.*
4. *Dibuja un solo tubo más o menos doblado y sitúa el punto 2 bajo el agua.*
5. *El tubo por el que se sopla en posición adelantada con respecto al vertical.*
6. *Artístico frasco de perfume provisto de una pera, pero no se ve por dónde pasa el aire.*
7. *Confundir el aspa, utilizada para señalar los puntos, con la letra x.*

Es una pequeña muestra de una larga y variada lista de errores, que los alumnos repiten examen tras examen: Componer frases absurdas utilizando términos tanto científicos o técnicos como coloquiales. Nociones primarias mal adquiridas como masa, volumen, distancia y tiempo. Desconocer el significado de conceptos científicos elementales, como densidad, fuerza, presión, o las unidades de medida del Sistema Métrico Decimal. Contestar a una pregunta que no se le ha hecho. Escribir el tema completo cuando se le pide una parte. Cambiar una palabra por otra de fonética parecida pero que deja una frase disparatada. No responder a una pregunta y sin embargo incluir la respuesta completa y correcta en otra

diferente del mismo examen. Utilizar fórmulas que se refieren a un fenómeno natural y desconocer el significado tanto de la propia fórmula como de las variables que intervienen. Referirse a un dibujo que no han dibujado o en el que no han situado los elementos que mencionan. Respuestas que se contradicen a sí mismas. Razonamientos que llegan a conclusiones contrarias a la lógica. No comprender la finalidad de cada paso de un experimento o de una actividad. No distinguir entre dos experimentos consecutivos. La lista completa no es interminable, pero sí bastante larga.

En contra de lo habitual, nos inquieta la cantidad más que la calidad. Demasiados errores y demasiados los estudiantes que los cometen. Esto acredita el bajo nivel de preparación con el que actualmente se accede a los estudios universitarios. El deseo de remediar en lo posible esta preocupante situación, que nos ha empujado a buscar un método de enseñanza eficiente, nos ha llevado, así mismo, a imponer unas normas didácticas que son parte esencial del propio método, y que permiten al profesor indagar sobre el grado de comprensión de sus alumnos y no limitarse a evaluarlos por los resultados finales aportados en las soluciones a los ejercicios.

Normas didácticas

1. Dividir los procesos de razonamiento seguidos en deducciones, demostraciones o resolución de problemas numéricos, en pasos lógicos elementales, cada uno de los cuales corresponderá a una igualdad matemática o a una afirmación verbal.
2. Numerar cada paso, preferiblemente con el número encerrado en un círculo para advertir que no forma parte de la propia fórmula.
3. No encadenar igualdades, para poder justificar y referirse a cada una.
4. Justificar la veracidad de cada paso, indicando qué principios, definiciones, leyes, condiciones u operaciones matemáticas, se utilizan en cada uno.
5. Expresar con precisión el significado de cada letra utilizada, distinguiendo cuando se empleen subíndices.
6. No aceptar ambigüedades, imprecisiones ni explicaciones insuficientes.
7. Exigir dibujos coherentes con la realidad que representan y conteniendo todos los elementos utilizados en la deducción.

Aunque puedan contribuir en gran medida al éxito en el aprendizaje, el cumplimiento de estas normas no lo garantiza, pero el alumno que, a pesar de exigírselas, no las cumple, sabe con certeza que no está aprendiendo bien. Es el primer gran paso hacia su propia superación.





“Las salidas al medio como recurso en la Enseñanza de las CC en la formación de maestros de Infantil y Primaria”

Por **S. Sánchez Cepeda; C. Conde Núñez**

Facultad de Formación del Profesorado. Universidad de Extremadura.

Introducción

Las salidas al medio son un recurso básico e imprescindible para conseguir los objetivos que tenemos planteados en nuestras asignaturas de Didáctica de las Ciencias Naturales y Conocimiento del Medio Natural en la formación de maestros de Infantil y Primaria. Se trata de un elemento motivador que nos permite trabajar los conceptos, procedimientos y actitudes de las programaciones de las asignaturas, utilizando el entorno de los centros educativos donde desarrollarán su trabajo profesional como complemento inseparable de los libros de texto y el trabajo de aula.

Tenemos planteados distintos tipos de salidas (al medio urbano y al medio natural) y de actividades a realizar en las mismas, como la observación directa, la recogida de datos y la elaboración de informes y unidades didácticas. La metodología inductiva se muestra idónea para el conocimiento del medio, para que a través de la observación y el descubrimiento construyan y resuelvan hipótesis que les lleven a sacar conclusiones. Presentamos el modelo de prácticas aplicado para educación infantil y educación primaria, así como algunas consideraciones sacadas de las experiencias realizadas en las salidas, que sirvan como propuesta para reconducir nuestras próximas actividades en el medio natural y puedan a su vez ser motivo de discusión e intercambio de experiencias.

Justificación

En la enseñanza de las Ciencias podemos marcarnos dos grandes objetivos (Mato, Repetto y Mestres, 1995):

- Capacitar a los alumnos para comprender mejor el mundo donde viven.
- Producir en ellos una motivación suficiente para que intenten buscar la razón o justificación de los fenómenos que les rodean.

Este propósito tiene a su vez dos exigencias:

- Utilizar como base del aprendizaje contenidos que tengan una estrecha relación con la vida diaria.
- Introducir a los estudiantes en el empleo de técnicas de trabajo que les permitan realizar aquellas investigaciones que den respuesta a los problemas que se les planteen.

Los procedimientos para llevar a cabo actividades experimentales pueden ser organizados por el profesor de muchas maneras: de forma abierta o cerrada (Benlloch, 1984, 1992, 1999). El mismo profesor puede realizar los experimentos, darles un valor demostrativo, puede aprovecharlos para plantear problemas, etc.; o puede preparar la tarea para que sean los niños quienes trabajen en pequeños grupos. Esta última alternativa ofrece muchas ventajas en cuanto al proceso educativo:

- Permite a los niños realizar una tarea de planificación (Rogoff, 1993). Les enseña a cooperar, a comprender el punto de vista de los otros y a adoptar una perspectiva mutua en la búsqueda del consenso.
- Les permite aprender a autorregular su actividad práctica y mental, adoptando progresivamente un control sobre la misma que inicialmente posee el profesor.
- Les ayuda a relacionar los principios de las Ciencias con sus propias acciones, experiencias y concepciones previas.
- Y finalmente les permite aprender reflexionando mediante el diálogo y la discusión con sus iguales y con la maestra.

Aprender comprendiendo aparece como una capacidad básica que les ayudará a expresar sus ideas para que ellos puedan usarlas en la solución de problemas y la elaboración de proyectos en pequeños grupos. Conviene dar oportunidades de expresarlas mediante diferentes acciones, especialmente empleando materiales y planteando problemas de solución práctica y que mantengan su interés (Arcá, y otros, 1990; Kami y Rheta, 1983). Para ayudar a mejorar y superar las ideas intuitivas y adquirir conceptos científicos se puede programar un conjunto de actividades teniendo en cuenta las siguientes fases:

- Permitir que los alumnos expresen sus ideas.
- Animar la discusión sobre las mismas.
- Experimentar y reflexionar sobre los resultados y los medios empleados para realizar las experiencias.
- Presentar diferentes explicaciones, incluyendo las científicas.

La experimentación y las visitas didácticas son dos rasgos característicos del estudio de las Ciencias en la escuela, y está ampliamente admitido que preparar actividades de este tipo favorece el interés y el aprendizaje en el Área de Conocimiento del Medio. La conexión de los conceptos teóricos a desarrollar en el aula se ve favorecida en la medida en que planifiquemos de una forma adecuada estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el modelo constructivista. Las visitas didácticas en general constituyen un recurso que permite la conexión de los conceptos teóricos desarrollados en el aula con situaciones reales. En las etapas educativas de Educación Infantil y de Educación Primaria, los trabajos prácticos suelen estar asociados básicamente a la realización de observaciones, experiencias y salidas, y la actividad de observar está relacionada especialmente en los primeros estadios (Infantil y primeros cursos de Primaria) con la observación libre (Pujol, 1994). Siguiendo estos principios venimos planteando los trabajos prácticos o de campo de nuestras asignaturas, con la

finalidad de aportar sobre todo un elemento importante de motivación para la curiosidad y la exploración.

El trabajo de campo como recurso dinamizador

Diversos autores (Pedrinaci, 1999) abogan por una mayor presencia de los trabajos de campo en los currículos escolares, y advierten que no existe ningún tipo de actividad que tenga el éxito garantizado, entre ellas las salidas. Por ello, la adecuación del lugar elegido, la preparación de la actividad, la forma en que se dosifica la información, el papel del profesorado y del alumnado durante la salida, el grado de participación de los estudiantes en las actividades anteriores y posteriores a la misma, entre otros aspectos, condicionan los aprendizajes que se realizan durante los trabajos de campo. El trabajo de campo puede ofrecernos un excelente objeto de estudio que nos permitirá organizar buena parte de los conocimientos que quieren trabajarse.

En nuestro ámbito de actuación lo habitual es encontrarnos con cada centro escolar en una situación en la que el medio en el que se encuentra inmerso ofrece amplias perspectivas para este tipo de trabajos de campo: un río, un bosque, una dehesa, un parque o un solar baldío que se encuentran cargados de objetos a la espera de ser observados, descritos o clasificados, donde ocurren procesos naturales que están demandando un análisis. Existe todo un mundo lleno de interrogantes que merecen ser formulados, de preguntas sugerentes que invitan a la indagación, o de consecuencias de la intervención humana sobre las que resulta obligado reflexionar. En la línea apuntada por Pedrinaci (1999), coincidimos en señalar que no parece fácil que un laboratorio sea capaz de ofrecer recursos para el aprendizaje de las Ciencias que puedan competir en riqueza, variedad e interés con lo que nos ofrece nuestro entorno. En esta línea, en el desarrollo de las asignaturas que nuestro departamento imparte en la formación de Maestros para el Área de Conocimiento del Medio y el tratamiento de los Temas Transversales, incorporamos las salidas al medio como instrumento de desarrollo de los contenidos pertinentes.

En nuestro aula, laboratorio o huerto escolar, simulamos parcelas de la realidad en forma de muestras de rocas, animales, plantas, imágenes en diapositivas o vídeos, noticias de prensa, o modelos simples que reproduzcan el funcionamiento de algún proceso natural. Sin embargo, es evidente que la observación de la realidad siempre resulta mucho más rica y compleja.

Nuestra experiencia en la formación de Maestros

Exponemos aquí las líneas seguidas en nuestras asignaturas en la formación inicial de Maestros en la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Extremadura:

- Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza (Obligatoria: 6 créditos) para 2º curso de Maestros de Educación Primaria.

- Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (Troncal: 4,5 créditos) para 1º de Maestros en Educación Física, Musical y Lenguas Extranjeras.
- Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (Troncal: 6 créditos) para 3º de Maestros en Educación Infantil.
- Educación Ambiental (Optativa: 4,5 créditos) para 2º de todas las especialidades de Maestros.
- Educación y Medio (Optativa: 4,5 créditos) para 3º de todas las especialidades de Maestros.
- Conocimiento del Medio Natural Extremeño (Optativa: 4,5 créditos) para 2º de todas las especialidades de Maestros.

Para todas ellas se ha establecido en sus programas la consideración del carácter práctico (créditos equivalentes) a realizar y evaluar mediante las correspondientes tareas que planteamos. Las dificultades 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 de la predisposición y motivación tanto del profesorado como del alumnado. En nuestro caso, tras nueve 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 han salido al campo o que, si lo hacen, 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 venimos utilizando fundamentalmente dos tipos de salidas 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 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 entornos naturales próximos a las localidades de procedencia). 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.

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.

Metodología

La adecuación del lugar elegido, la preparación de la actividad, la forma en que se dosifica la información, el papel del profesor y del alumno durante la salida, el grado de participación de los estudiantes en las actividades anteriores y posteriores a la misma, etc., condicionan los aprendizajes que se realizan. A este respecto, en Pedrinaci y otros (1994) se recogen algunas sugerencias que pueden ayudar en la programación de las actividades de campo. En resumen, las que resultan de mayor utilidad en general son:

- Las salidas al medio deben estar contextualizadas y perfectamente integradas en el desarrollo del currículo.
- En la planificación de la salida deben incluirse actividades para realizar antes, durante y después.
- Se debe evitar la sobresaturación de objetivos. La salida puede servir para muchas cosas, pero hay que decidir en cuáles de ellas se va a centrar el trabajo.
- El planteamiento de un problema significativo para los estudiantes constituye un buen elemento organizador de la salida, que actuará de hilo conductor y otorgará funcionalidad a las observaciones que se realicen.
- El alumnado debe participar en la elaboración de la guía de observación o de los instrumentos de contrastación que vayan a usarse para la resolución de los problemas.
- Es mejor dejar problemas abiertos, con varias soluciones posibles, que cerrarlos utilizando informaciones ajenas a las observaciones que se han realizado o que resulten incomprensibles para los estudiantes.
- Debe cuidarse especialmente la elaboración de conclusiones y el establecimiento de las relaciones oportunas entre lo visto en el campo y lo trabajado con anterioridad en el aula o el laboratorio.

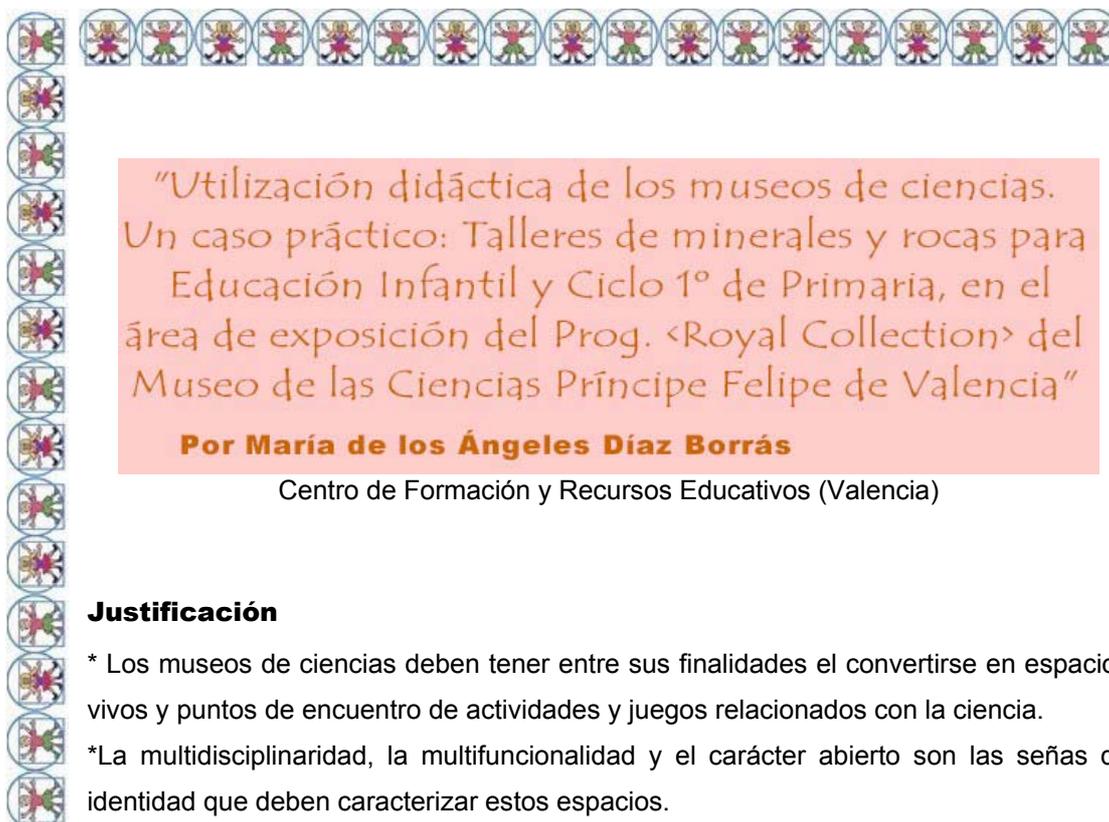
Nuestro trabajo a desarrollar en cada una de las salidas supone una serie de pasos en tres etapas sucesivas:

- Preparación de la visita:
 - Fundamentar claramente la finalidad de la visita.
 - Determinar los objetivos que pueden conseguirse.
 - Establecer qué contenidos se van a trabajar.
 - Plantear el itinerario a seguir: elaboración del plano-guía con referencias.
 - Realizar consultas bibliográficas sobre las características del entorno.
 - Elaborar guía de actividades.
 - Plantear el material necesario.
 - Indicaciones sobre las observaciones y la recogida de material en su caso.
 - Directrices, tareas y observaciones a desarrollar.
- Desarrollo de la visita:
 - Acompañamiento de los alumnos por parte del profesor para verificar el seguimiento de las indicaciones establecidas.
 - Orientación y canalización de la atención de los alumnos hacia aspectos relevantes que puedan pasar desapercibidos.
 - Resolver las dudas que puedan plantearse *in situ*.
- Elaboración de informes:
 - Establecer y tutorizar trabajos en grupo con los informes individuales previos de cada uno de ellos.
 - Elaboración de informes finales y exposiciones.

Bibliografía

- ARCÁ, M.; GUIDONI, P. y MAZZOLI, P. (1990): *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona: Paidós.
- BENLLOCH, M. (1984): *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*. Madrid: Visor.
- BENLLOCH, M. (1992): *Ciencias en parvulario*. Barcelona: Paidós.
- BENLLOCH, M. (1999): Tendencias actuales en la enseñanza de las ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, pp. 44-47.
- KAMI, C. y RHETA, D. (1983): *El conocimiento físico de la educación preescolar*. Madrid: Siglo XXI.
- MATO, M. C.; REPETTO, E. y MESTRES, A. (1995): La visita a un aula de naturaleza como recurso didáctico. *Aula de Innovación Educativa*, 39 (suplemento, nº 31), pp. 1-18.
- PEDRINACI, E. (1999): El Trabajo de campo: algo más que un recurso. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, pp. 73-76.
- PUJOL, R. M^a. (1994): Los trabajos prácticos en la Educación Infantil y en la Educación Primaria. *Alambique*, 2, pp. 6-14.
- ROGOFF, B. (1993): *Aprendices del pensamiento*. Barcelona: Paidós.





“Utilización didáctica de los museos de ciencias.
Un caso práctico: Talleres de minerales y rocas para
Educación Infantil y Ciclo 1º de Primaria, en el
área de exposición del Prog. <Royal Collection> del
Museo de las Ciencias Príncipe Felipe de Valencia”

Por María de los Ángeles Díaz Borrás

Centro de Formación y Recursos Educativos (Valencia)

Justificación

- * Los museos de ciencias deben tener entre sus finalidades el convertirse en espacios vivos y puntos de encuentro de actividades y juegos relacionados con la ciencia.
- * La multidisciplinaridad, la multifuncionalidad y el carácter abierto son las señas de identidad que deben caracterizar estos espacios.

Objetivo General

- * Que el alumnado se inicie en el hábito formativo-lúdico de participar en las actividades y exposiciones interactivas que plantean los museos de ciencias.

La utilización de los museos de ciencias como *herramienta didáctica*, constituye una excelente forma de ayudar a los escolares en el *descubrimiento del entorno y de sí mismos*.

Objetivo Específico

- * Utilizar talleres de minerales y rocas encuadrados en el recinto de exposición del Programa Royal Collection.
- * Se trabajaron los siguientes talleres:
“Los colores y las formas”
“Otras propiedades”, y
“Para qué sirven”

Metodología

Se utilizaron fichas especialmente confeccionadas para la actividad, que se trabajaron en grupos.

Estas fichas son las que se recogen en el Anexo Fichas.

RELACIÓN DE MINERALES QUE SE UTILIZARON EN LOS TALLERES		
Amazonita: silicato de aluminio	Biotita: variedad de mica , mineral de hierro	Hematites: oxido de hierro
Dumortierita: silicato	Calcita: carbonato cálcico	Jaspe: SiO ₂
Ágata: derivado de SiO ₂	Cinabrio: HgS	Magnesita: carbonato magnésico
Amatista: variedad de cuarzo	Citrino: variedad de cuarzo SiO ₂	Magnetita: óxido de hierro
Aragonito: carbonato cálcico	Cristal de roca: cuarzo SiO ₂	Malaquita: hidróxido de cobre
Ázufre	Yeso: sulfato cálcico (y otros)	Pirita: FeS ₂
Azurita: mineral de cobre	Cuarzos de distintos colores	Sal Gema: NaCl (halita)
RELACIÓN DE ROCAS QUE SE UTILIZARON EN LOS TALLERES		
Magmáticas	Sedimentarias	Metamórficas
Basalto	Caliza (caliza conchífera, con fósiles)	Pizarra
Pumita	Yesos	Mármol
Granito		
Obsidiana		

En cuanto a las fichas:

Ficha nº 1	trabaja la agrupación por colores: negro, blanco, azul, verde, amarillo, rojo y otros los materiales antes citados
Ficha nº 2	trata de identificar formas en estos minerales y rocas: se hacen referencias a figuras en el plano dada la edad del alumnado a la que se dirigirían estas actividades: cuadrada, romboidal, triangular. circular, etc.
Ficha nº 3, 4 y 5	pueden ayudar a identificar otras propiedades de los materiales expuestos: suavidad y aspereza, brillo metálico o de cristal, nivel de dureza y densidad.
Ficha nº 6	relaciona algunos de los minerales y rocas de la exposición con utensilios y materiales de la vida cotidiana del ser humano.

Evaluación

Una vez finalizada la sesión, se pasó una encuesta, al profesorado asistente, sobre diferentes aspectos de la sesión. Los resultados constatan un alto grado de satisfacción por la experiencia, así como el interés por trasladarla a su alumnado.

Bibliografía

CUESTA, M.; DÍAZ PALACIO, M.P. "Los museos y centros de ciencia en Internet". Alambique, nº 21 Septbre 1999.

CUESTA, M.; DÍAZ PALACIO, M.P.; ECHEVARRIA, I.; MORENTIN, M.; PÉREZ ABAD, C. "Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje". Alambique, nº26, Octubre de 2000.

ANEXO FICHAS

<p>Escribe en el siguiente recuadro cuáles son los minerales/rocas blancos</p> 	<p>Escribe en el siguiente recuadro cuáles son los minerales/rocas negros</p> 
<p>Escribe en el siguiente recuadro cuáles son los minerales/rocas azules</p> 	<p>Escribe en el siguiente recuadro cuáles son los minerales/rocas verdes</p> 

TALLER DE MINERALES Y ROCAS
FICHA Nº 2: LAS FORMAS

✦ Indica al lado de cada forma los materiales que identificas



Dibuja otras formas observadas

M^a de los Ángeles Díaz Borrás. Asesora de formación del CEFIRE de Valencia. En caso de reproducirse el material debe citarse su autora

TALLER DE MINERALES Y ROCAS

FICHA Nº 3: Otras propiedades

- ✦ **Señala qué materiales son suaves y cuáles ásperos, colocándolos bajo estos dibujos indicativos:**

Dibujo de una pluma



Dibujo de una superficie rugosa



TALLER DE MINERALES Y ROCAS

FICHA Nº 4: Otras propiedades

- ✦ **Fijate cómo hay minerales y rocas que brillan. Identifica los que brillan como un cristal y los que brillan como un metal**

BRILLO DE CRISTAL

BRILLO DE METAL

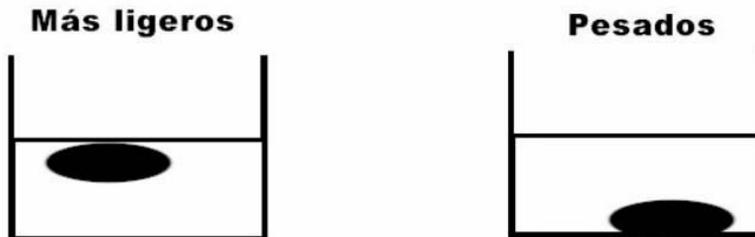
- ✦ **Aprecia la dureza y blandura de los materiales. Intenta rayarlos entre sí; aquél que raya sin ser rayado es más duro. Por ejemplo, compara el yeso y el cuarzo**

M^a de los Ángeles Díaz Borrás. Asesora de formación del CEFIRE de Valencia. En caso de reproducirse el material debe citarse su autora

TALLER DE MINERALES Y ROCAS

FICHA N° 5: Otras propiedades

✦ Se trata de establecer comparaciones entre la ligereza o densidad de los materiales observados



TALLER DE MINERALES Y ROCAS

FICHA N° 6: ¿Para qué sirven?

✦ Se trata de relacionar algunos de los minerales y rocas con la utilidad para el ser humano. Pueden emplearse dibujos alusivos, con los que ,mediante flechas, deben relacionarse los materiales que se citan.

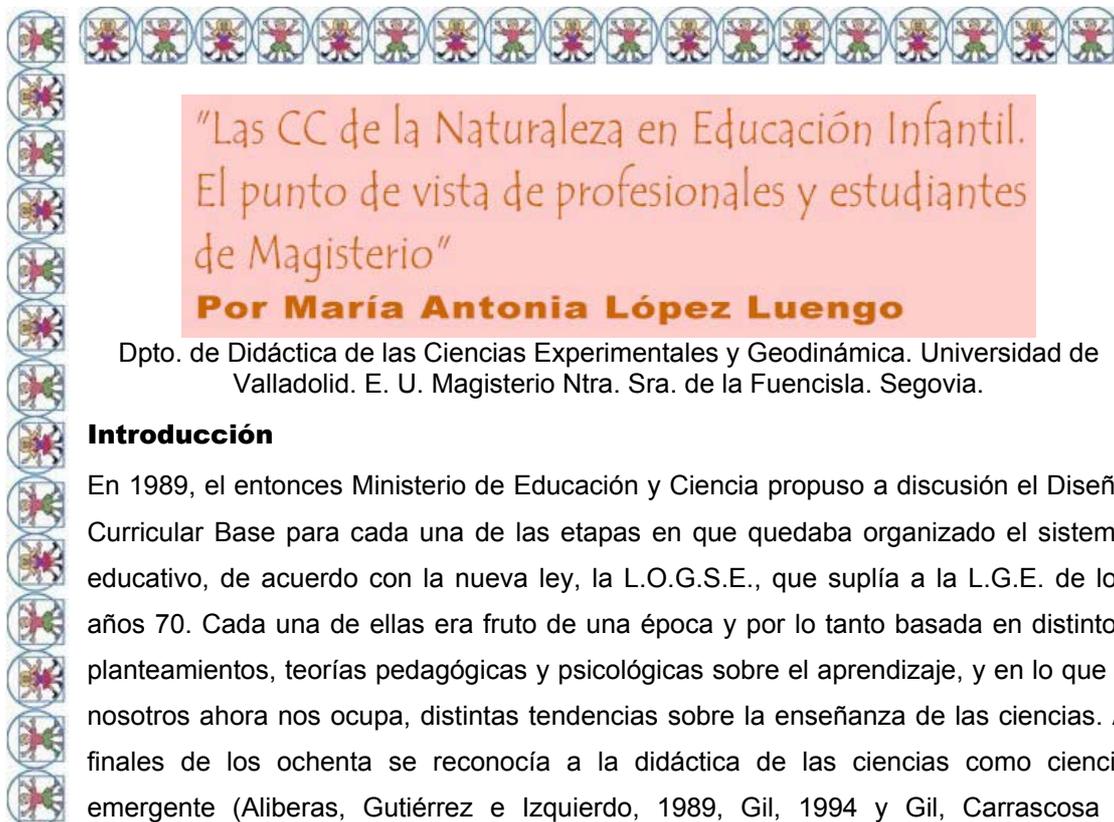
embutido
jamón, pan
cuchara, sartén
plancha, olla

yeso
mármol
pirita
sal
magnetita
granito
pizarra
hematites

casa
tren
avión
camión
helicóptero

M^a de los Ángeles Díaz Borrás. Asesora de formación del CEFIRE de Valencia. En caso de reproducirse el material debe citarse su autora





"Las CC de la Naturaleza en Educación Infantil. El punto de vista de profesionales y estudiantes de Magisterio"

Por María Antonia López Luengo

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Geodinámica. Universidad de Valladolid. E. U. Magisterio Ntra. Sra. de la Fuencisla. Segovia.

Introducción

En 1989, el entonces Ministerio de Educación y Ciencia propuso a discusión el Diseño Curricular Base para cada una de las etapas en que quedaba organizado el sistema educativo, de acuerdo con la nueva ley, la L.O.G.S.E., que suplía a la L.G.E. de los años 70. Cada una de ellas era fruto de una época y por lo tanto basada en distintos planteamientos, teorías pedagógicas y psicológicas sobre el aprendizaje, y en lo que a nosotros ahora nos ocupa, distintas tendencias sobre la enseñanza de las ciencias. A finales de los ochenta se reconocía a la didáctica de las ciencias como ciencia emergente (Aliberas, Gutiérrez e Izquierdo, 1989, Gil, 1994 y Gil, Carrascosa y Martínez, 2000)

Tal y como era procedente, aquellos fueron años de debate. Pero la discusión escrita de la que tenemos constancia, en libros y artículos en las revistas de educación, se ciñó fundamentalmente a la Educación Secundaria Obligatoria. Se dieron razones sobre la existencia o no de un único área de Ciencias en Secundaria, sobre la conveniencia o inconveniencia de fundir las tradicionales ciencias naturales con la Física y la Química, cuál era la mejor manera de hacerlo, etc. Pasado este periodo, en 1992 aparecieron los Reales Decretos que establecían los currículos oficiales para la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. La falta de medios económicos para implantar la reforma del sistema educativo, así como las carencias formativas de muchos profesores para enfrentarse a la organización del currículo y otras cuestiones derivadas, han mantenido el interés por el tema de debate. Esto a su vez ha permitido el florecimiento de múltiples investigaciones que buscando soluciones a los nuevos problemas, han contribuido también al desarrollo de la didáctica de las ciencias en España.

En Educación Primaria, como todos sabemos, los contenidos de tipo científico (ciencias sociales y experimentales) como consecuencia de la L.O.G.S.E., quedaron incluidos y fundidos en lo que desde entonces conocemos como Conocimiento del Medio. En este ámbito apenas hubo ecos de discusión ni antes ni después de que apareciera el currículo oficial (1991). Ni que decir tiene que, desde el punto de vista de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias,

si el currículo de Educación Infantil (1991) - ya nunca más preescolar - se cuestionó en algún momento, nos es por completo desconocido.

Desde nuestro punto de vista, esta baja producción científica (no así la publicación de experiencias de aula) sobre cuestiones de didáctica de las ciencias en Educación Primaria e Infantil se debe a varios factores. Uno de ellos, nada despreciable, es la juventud del área de conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, exclusiva de las E.E.U.U. de Magisterio y las Facultades de Educación. Nos guste o no, no era lo mismo, afortunadamente las cosas van cambiando, dedicarse a investigar sobre algún aspecto concreto de Química cuántica, Bioquímica metabólica, Hidrología o Física del estado sólido, que hacerlo sobre como convertir el aprendizaje de la ciencia - modo de hacer y cuerpo de conocimientos - en algo atractivo, relevante, cercano y significativo para todas las personas. Tampoco es lo mismo discutir sobre la formación de maestros y la de los niños pequeños que debatir sobre la formación de licenciados ("científicos") y la de "futuros universitarios".

También debemos tener en cuenta que la investigación es algo de doctores y licenciados. Por lo que si a los pocos doctores que tradicionalmente había en las Escuelas de Magisterio, le sumamos el hecho de que los problemas a investigar afectan a diplomados, se comprende el menor número de trabajos de investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en Educación Primaria y en Educación Infantil.

Poco ha poco ha ido cambiando el perfil del profesional de la enseñanza y hoy se considera que un profesor, un maestro, debe ser también investigador de su propia práctica educativa. Esto abre nuevas posibilidades que han permitido la aparición de trabajos interesantes (López Ruiz, 2000) sobre el día a día en nuestras aulas

Otro factor, a nuestro juicio muy importante es la concepción que el conjunto predominante del profesorado tenía y un buen número sigue teniendo, de la ciencia como conocimiento único y acabado, no apto para todas las mentes. Líneas de investigación internacionales en didáctica de las ciencias como *Ciencia para todos*, superado en buena medida por *Ciencia Tecnología y Sociedad* o *Alfabetización Científica* (para otros *Alfabetización Científico-Tecnológica*) y el interés creciente por la educación Intercultural están ofreciendo un nuevo enfoque de las ciencias escolares (no demasiado alejado de lo recogido en los respectivos currículos oficiales españoles) que debe analizarse y tenerse en cuenta en todas las etapas del sistema educativo. Sin olvidar la Educación Infantil, a pesar de no ser obligatoria. Tal y como aparece en el R. D. que establece el currículo de la Educación Infantil (B.O.E. 13 Septiembre de 1991): "Como punto de partida de un proceso que continuará en otros tramos educativos, la etapa de Educación Infantil puede y debe contribuir de manera eficaz a compensar todo tipo de desigualdades". En esto radica la necesidad de conocer, para transformar y mejorar en lo posible, la realidad de las Ciencias de la Naturaleza en los centros de Educación Infantil.

No por casualidad he utilizado la expresión Ciencias de la Naturaleza porque entiendo que todas las ciencias experimentales tienen por objeto el estudio de los fenómenos naturales, salvo quizás algún campo de la física o la química dedicado al estudio de compuestos de síntesis artificial que ahora ya están en la naturaleza. Por lo tanto considero que es un término más adecuado, ya veremos en qué grado esta interpretación es compartida con las maestras.

Otra consideración que posiblemente es necesario comentar es el empleo del término profesional en femenino. He optado por maestras y no por maestros, porque es un cuerpo profesional formado mayoritariamente por mujeres y porque en el estudio sólo han participado mujeres, precisamente porque son mayoría, no porque se evitase a los hombres. Un estudio con hombres y mujeres nos hubiera permitido ver si hay alguna diferencia de género.

Objeto del estudio

Con este estudio de carácter preliminar, nos proponíamos:

Conocer los recursos que se emplean en las aulas de Educación Infantil y el tipo de experiencias que se llevan a cabo para estudiar el medio físico.

Una investigación más profunda en la que estamos trabajando, nos permitirá analizar cómo se está trabajando en las aulas y averiguar en qué grado la metodología y los recursos empleados contribuyen o dificultan la alfabetización científica desde la Educación Infantil.

El método de obtención de datos

Para este estudio, de tipo descriptivo, optamos por un cuestionario abierto como instrumento para obtener información. El cuestionario abierto es un “instrumento de cuasi-observación” (Woods, 1987:101), la observación debe ser objetiva y validable. Las respuestas son “interpretadas” por el investigador y se hace necesaria la triangulación. Estos cuestionarios deben ser completados con entrevistas posteriores para que los resultados sean más concluyentes, aunque no se persigue la generalización, sino la descripción de una realidad concreta y peculiar.

Descripción

Ambos cuestionarios fueron elaborados con el mismo propósito y por lo tanto siguieron el mismo esquema. Las diferencias se deben al distinto “estatus” de quienes habían de responder el cuestionario. De esta forma, se elaboró en primer lugar el dirigido a profesionales y a continuación la versión para estudiantes. Las preguntas se redactaron a partir del texto del currículo oficial, en concreto lo referente al área del medio físico y social.

En el encabezamiento figura el mismo título para las dos versiones: *Cuestionario sobre los contenidos de ciencias de la naturaleza en educación infantil (3-6 años)*. Seguidamente una breve presentación agradece el tiempo dedicado a lectura y escritura de las respuestas, al

mismo tiempo que garantiza el total anonimato; no hay ningún espacio reservado para el nombre. Las preguntas están agrupadas en dos secciones, la primera de ellas se denomina *Contexto* y la segunda *El trabajo en el aula*.

En el caso de dirigirse a profesionales el apartado *Contexto* incluía más aspectos que en el dirigido a estudiantes; así, se dejaban espacios para informar sobre el sexo, la edad, la categoría laboral, la experiencia docente, la formación permanente y la función desempeñada en el centro. Los aspectos compartidos en los dos cuestionarios eran el tipo de centro, la existencia o no de proyectos de innovación pedagógica en el mismo, las características del aula u otros espacios de los que se hiciera uso y del grupo de niños.

La sección *El trabajo en el aula*. se organizó de manera que pudiera responderse a una sola pregunta general o a ocho algo más restringidas que podían servir de pistas. En cualquier caso eran cuestiones abiertas y se dejó bastante espacio en el papel para intentar evitar respuestas monosilábicas. Estas mismas cuestiones se adaptaron a los estudiantes en prácticas de manera que pudieran relatar lo que habían observado; ya que según nuestra experiencia, si al estudiante se le permite actuar, su actuación está, general y tristemente, limitada a la manera de hacer de la profesional. El enunciado de todas las preguntas puede leerse junto a las respuestas en el siguiente apartado.

La muestra

Se repartieron 40 cuestionarios entre algunas de las maestras que durante el curso 1999-2000 tenían alumnos en prácticas o sus compañeras y por lo tanto teníamos un contacto con el colegio. De ellos sólo se recuperaron 10. Aquel año se entregaron sólo 5 cuestionarios a los estudiantes que pensábamos estaban teniendo una experiencia interesante. Sólo se recuperó 1. Durante el curso 2000-2001 la estrategia ha sido la inversa y sólo hemos recogido cuestionarios de estudiantes, un total de 12. Este bajo número no permite una generalización, que como hemos dicho, tampoco se buscaba, aunque sí constata y amplía lo que intuíamos por la tutoría y seguimiento de las Prácticas sobre cómo se está trabajando en el entorno de la E. U. de Magisterio de Segovia.

Las respuestas a los cuestionarios

1. Maestras

¿Cómo trabajas los contenidos de las Ciencias Naturales en tu aula?

Cuatro optan por no responder a esta pregunta general. Tres coinciden en contestar que traban de forma globalizada. El resto concretan: Partiendo de su entorno, acercándonos a esos elementos o trayéndolos a clase. Generalmente a nivel experimental. También mostrando imágenes secuenciadas o distintas imágenes. Realizando salidas al exterior a distintos espacios.

Según lo programado en los centros de interés. A través de los lemas semanales, ej.: “respeto y cuidado la naturaleza”. A través de los bits de C. Naturales.

¿Consideras importante proponer en el segundo ciclo de Educación Infantil (3-6 años) tareas específicas de conocimiento del medio natural? ¿Por qué? Tres consideran que “no porque la enseñanza en esta etapa ha de ser globalizada”, otras cuatro consideran que sí “pero sin perder de vista la dimensión global de la etapa”. Otras aportan lo siguiente: “Sí pues es el mejor momento para sensibilizarles y conocer lo más elemental de su medio para su posterior respeto y cuidado. Van observando las relaciones entre los distintos elementos”. “Para ampliar despues a otros medios naturales distintos al suyo” “Favorece la adquisición de determinados conceptos: seres vivos, necesidades, funciones... y actitudes”.

¿Qué elementos del medio natural son más adecuados para trabajar con niños de esa edad? ¿Por qué? ¿Los utilizas? ¿Cómo? Esta es la relación de elementos recogida en el conjunto. Lo más mencionado son las plantas en vivo y los animales en imágenes. Los seres vivos: plantas, animales. El agua, la tierra, el aire, el fuego, piedras, minerales. Fenómenos meteorológicos. Cambios físicos (congelación, fusión). Objetos de fácil aprehensión y manipulación, al alcance de todos.

Como motivación al principio de la Unidad Didáctica o al final para conocer algo nuevo. Visitando el medio y recordándolo en el aula, evocando las imágenes o mediante grabaciones de sonidos y conversaciones. Mediante fotografías, láminas o vídeos generalmente aquellos que no podemos observar en la realidad. Manipulamos, agrupamos en murales, y representan gráficamente, dibujo o modelado.

¿Realizan los niños en el aula alguna actividad de investigación o manipulación de objetos naturales?

Observan la meteorología diaria. Los cambios del agua. Siembra – plantación y cuidado de plantas (vigilar el crecimiento, factores que influyen). Escuchan, cuidan y alimentan a los animales del aula (tortuga, canario, peces) o del centro (aula de pájaros, acuario). Observan los frutos estacionales. Realizan actividades con imanes, flotación de objetos en el agua. “Se les propone algún problema que puedan resolver ellos mismos. Ej: tres tiestos con semillas iguales con diferente tipo de riego, ver resultados”.

¿Programas actividades en las que los niños observen espontánea o sistemáticamente los distintos elementos del paisaje natural y las relaciones que establecen entre ellos?

¿Y entre el hombre y el paisaje y sus elementos?

Sí, excursiones y salidas estacionales. Las anteriormente nombradas. “El hombre puede modificar el paisaje al construir carreteras, talar árboles, edificar, parcelar la tierra en la agricultura, etc.” “Las profesiones que intervienen en el paisaje rural o urbano”. “Se les hace ver la diferencia entre un jardín cuidado por el hombre y el campo, así como otras modificaciones (puentes, bloques, pantano, río), se habla de los cultivos y de la necesidad de mantener limpio el entorno.

¿Qué comportamientos observas en los niños cuando llevan a cabo estas actividades?

Muestran mucho interés, atracción, entusiasmo, disfrute, hacen miles de preguntas, están muy motivados “tanto las actividades de observación como las de manipulación, aunque estas últimas me parecen más enriquecedoras para ellos” “Más participativos, influyéndoles positivamente en el área de comunicación y representación: lenguaje y expresión plástica. Más respetuosos y sensibles. Su autoestima se agranda.”

¿Llevas a los niños a la naturaleza? ¿Llevas la naturaleza al aula? ¿Simulas o representas la naturaleza en clase?

Ya contestado en las cuestiones anteriores. Algunas añaden más detalles, predomina la segunda opción, llevar elementos de la naturaleza a clase.

¿Cuáles son las condiciones idóneas que debe reunir el centro y el aula para realizar este tipo de actividades?

La mitad responde que no se necesita ninguna en especial “por la simplicidad de las actividades” “Las condiciones se buscan dependiendo de con lo que cuentes y de tu entorno”.

La otra mitad considera mayoritariamente la necesidad de espacio, un aula amplia y, hay quien añade, luminosa. En un caso concreto especifica la necesidad de “un espacio destinado a recopilar/guardar los diferentes elementos naturales”. En dos cuestionarios también se considera el interés de la proximidad al campo o parque. Huerto (interpreto que escolar) y animales. Una profesora considera idóneo “buen número de libros de consulta y diapositivas. Colección de utensilios (lupa, microscopio, balanza, termómetro...)”. En cuanto al equipo educativo del centro, ¿cómo influye en la realización o no de este tipo de tareas la coordinación y cooperación entre compañeros/as? Todas consideran necesaria la colaboración para las salidas al exterior. Una añade que la “buena coordinación del equipo se traduce en una mejor consecución de los objetivos propuestos en este ámbito”.

2. Estudiantes en prácticas

¿Cómo has visto trabajar los contenidos de las Ciencias Naturales durante las prácticas? Sólo tres alumnas escriben que se hace un tratamiento “globalizado, junto a otros contenidos”. Se recogen diversas actividades: salidas que permiten el contacto directo con la naturaleza y “aprenden a respetarla y cuidarla”, plantar semillas, tulipanes, árboles, cuidar plantas en macetas, responsabilizarse de animales, asambleas, vídeo, poesías, dramatizaciones, fichas y murales. Las respuestas más negativas recogen que el tratamiento es sólo verbal o sólo con fichas como el resto de los contenidos.

En lo referente a contenidos aparecen animales y plantas fundamentalmente, cambios estacionales y solamente en un cuestionario se incluye el tratamiento del cuerpo humano.

En dos cuestionarios aparece la idea de que las Ciencias Naturales se tratan sólo en unidades didácticas concretas: “La primavera” o “Los animales”. En otro caso se dice que sólo cuando se habló del Día del Árbol.

1. ¿Qué elementos del medio natural se utilizan para trabajar en el segundo ciclo de Educación Infantil? :

En dos cuestionarios no se contesta a esta pregunta.

Plantas, animales, hojas, nidos, huevos, flores, frutas, semillas, agua y arena (quiere decir tierra), hierbecillas del patio.

2. ¿Realizan los niños en el aula alguna actividad de manipulación de objetos o investigación de fenómenos naturales?:

Cuatro contestan que no o lo dejan en blanco, de ellas una contesta en otra pregunta que manipulan flores, considerado por otra compañera como una experiencia. El resto dice que “investigan” el crecimiento de las plantas o que han plantado semillas diversas (judías, lentejas, garbanzos, alpiste, maíz, manzana), bulbos de tulipán (primero vieron como salían las raíces en el agua) o un árbol y han observado los cambios que tenían lugar. En un caso se recoge la presencia de patitos en el aula y en otro, la de gusanos de seda. Otro cuestionario dice que descongelan la nieve, este mismo y otro más recoge que observan a diario los fenómenos meteorológicos.

3. ¿Se programan actividades en las que los niños observen espontánea o sistemáticamente los distintos elementos del paisaje natural y las relaciones que establecen entre ellos?

Cuatro dicen que no o no contestan, un cuestionario más considera que no cuanto se podría.

Cuatro dicen que se programan salidas estacionales para observar cambios, uno añade que se presta también atención a la diferencia entre el día y la noche. Sólo uno recoge aquí la visita a la Granja Escuela.

4. ¿Se presenta a los humanos como parte integrante del paisaje, interrelacionada con los demás elementos?

Uno no contesta, otro dice que no y un tercero que no se relacionan temas. En sentido afirmativo hay un cuestionario en el que sólo se responde que sí. El resto añaden: la influencia que ejerce y como sus acciones repercuten en él, o en cuatro ocasiones como el hombre debe ser responsable y cuidar la naturaleza por los beneficios que de ella extrae. En un caso se dice que solo se les habla a los niños de los daños que el hombre causa, pero los niños “no lo llegan a entender, porque por ejemplo el arrancar una flor no les supone algo malo, sino algo maravilloso, aunque luego se muere y la ven marchita”.

5. ¿Qué comportamientos has observado en los niños cuando llevan a cabo estas actividades?

De las once respuestas a esta pregunta, son mayoritarias las que dicen que los niños se muestran asombrados y motivados. Preguntan mucho aunque ya saben cosas. Les gusta especialmente manipular. En un caso se dice que se alborotan y se dispersan mucho porque

no están acostumbrados a este trabajo. Otro apunta que la única salida que se realizó no estaba preparada y los niños simplemente jugaron en los columpios del parque.

6. ¿Se lleva a los niños a la naturaleza? ¿Se lleva la naturaleza al aula? ¿Se simula o representa la naturaleza en clase?

Se responde afirmativamente a las tres preguntas aunque se dice que predomina la tercera opción. Las respuestas más desarrolladas no aportan nada nuevo respecto a preguntas anteriores.

7. ¿El aula o el centro reunía las condiciones idóneas para tales actividades?

Hay once respuesta a esta pregunta, seis opinan que el aula o centro cumplen las condiciones idóneas, pero dos dicen que están desaprovechadas. Las otras cinco respuestas afirman que las condiciones no son adecuadas y en un caso se concreta que es debido a que el aula está distribuida en rincones.

8. ¿Este tipo de tareas se coordinan y programan conjuntamente entre los/as compañeros/as?

Ocho afirman que existe programación conjunta y que las actividades están reflejadas en la P.G.A. Dos aprecian individualismo y falta de coordinación. El resto no contestan a esta pregunta.

¿Qué podemos decir de esto?

Las respuestas de estudiantes resultan mayoritariamente más críticas lo cual puede ser un rasgo positivo de su formación como futuros docentes. Podemos decir que tanto estudiantes como profesionales consideran beneficioso el contacto con el entorno, especialmente con animales y plantas. No hemos observado diferencias en las respuestas de las maestras atendiendo a la edad (2 de 50 años, 2 de 55, y el resto: 26, 32, 33 y 34 años).

Tanto por las respuestas de los cuestionarios de estudiantes como de maestras, parece que en los centros rurales o en los semiurbanos se realizan más salidas al entorno inmediato o lejano que en los centros urbanos. Es llamativo el hincapié que hacen buena parte de las maestras respecto al tratamiento globalizado de los contenidos. Sin embargo, para muchos alumnos tal forma de trabajar no es evidente. Más bien ocurre que en sus clases no se hace distinción entre un tipo de contenidos y otros, ya que todos se trabajan fundamentalmente mediante fichas. Podría quizás estar detrás de esto una inseguridad a la hora de manejar conceptos y procedimientos científicos que se traduce en “actividades simples que no requieren condiciones específicas”. Esto resulta evidente en la confusión de algunos conceptos como: paisaje, interrelaciones de los elementos que los componen (se habla sólo de cambios estacionales), arena (cuando se quiere decir tierra de maceta), seres vivos (equiparando el término con animales y plantas) y el planteamiento de un problema que no es tal, en una de las respuestas a la tercera pregunta del cuestionario de profesionales. Sólo una maestra reconoce necesario un “buen número de libros de consulta”. Nos queda el interrogante de si son para ella, para los niños o para todos.

Las experiencias con objetos, la manipulación de instrumentos tecnológicos y de medida, así como la observación de fenómenos fisiológicos que permitan establecer relaciones causa-efecto e interconexiones entre distintos elementos, es según nuestro parecer escasa. Ello no contribuye al desarrollo completo de los niños. Esto último y lo anterior nos hace pensar que las maestras de Infantil no se perciben a sí mismas como profesoras de ciencia. Hemos extraído una relación de recursos y experiencias empleadas en el aula y fuera de ella para estudiar el medio. Pero el proceso de investigación no ha hecho más que empezar, puesto que las respuestas nos abren nuevos interrogantes. Parece que se potencia la observación y la manipulación de ciertos elementos del entorno, pero ¿cómo se plantean? ¿Hacia el enunciado y la resolución de problemas? ¿O simplemente para cumplir con el currículo de etapa?

Finalmente es necesario destacar que desde nuestro punto de vista las actividades podrían ser más enriquecedoras para los niños y niñas y sus profesoras. Es imprescindible que todas las maestras que contestaron a este cuestionario puedan leer las respuestas de sus compañeras y reflexionar juntas. Creemos que la Didáctica de las Ciencias tiene mucho que ofrecer y que aprender con la Educación Infantil. Ya va siendo hora de construir la casa por los cimientos.

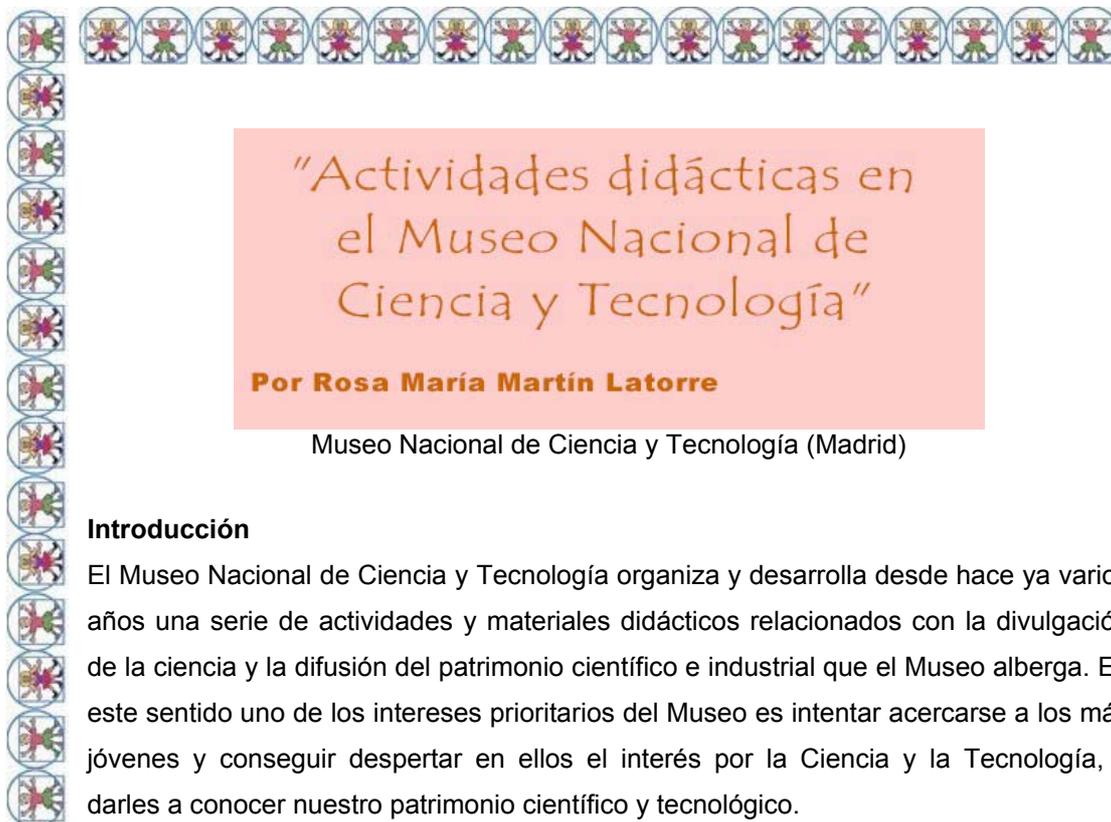
Agradecimientos

Esta comunicación no podría haberse presentado sin la colaboración desinteresada de varias maestras, estudiantes en prácticas y compañeros de la Escuela. A todas y todos muchas gracias.

Bibliografía

1. ALIBERAS, J. GUTIERREZ, R. e IZQUIERDO, M. (1989) La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las ciencias* 7(3), pp. 277-284.
2. GIL, D. (1994) Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias* 12(2), pp. 154-164.
3. GIL, D., CARRASCOSA, J. y MARTÍNEZ, F. (2000) Una disciplina emergente y un campo específico de investigación en PERALES, F.J. y CAÑAL, P. (Dir.) *Didáctica de las ciencias experimentales*. Marfil. pp. 11-34.
4. LÓPEZ RUIZ, J.I. (2000) *Aprendizaje docente e innovación curricular*. Aljibe.
5. WOODS, P. (1987) *La escuela por dentro. Etnografía de la investigación educativa*. Paidós-M.E.C.





“Actividades didácticas en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología”

Por Rosa María Martín Latorre

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (Madrid)

Introducción

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología organiza y desarrolla desde hace ya varios años una serie de actividades y materiales didácticos relacionados con la divulgación de la ciencia y la difusión del patrimonio científico e industrial que el Museo alberga. En este sentido uno de los intereses prioritarios del Museo es intentar acercarse a los más jóvenes y conseguir despertar en ellos el interés por la Ciencia y la Tecnología, y darles a conocer nuestro patrimonio científico y tecnológico.

Para ello se programan todo tipo de actividades como visitas guiadas y adecuadas a los diferentes grupos escolares que nos visitan, ciclos de charlas y talleres, publicaciones especialmente dedicadas a ellos, como la guía didáctica de las salas del Museo: *Un día en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología*, cuyos contenidos han sido adaptados para chavales con edades comprendidas entre los 9 y 14 años, o el CD-ROM el *Pequemuseo* donde se intenta acercar el mundo de la Física, el Museo y sus instrumentos a los más pequeños, escolares de 5 a 12 años, a través de personajes de ficción realizados con dibujos animados.

En esta comunicación se pretende comentar algunos de estos aspectos y hacer un balance de nuestras experiencias, tanto de la presencia de los niños en el Museo como de los resultados obtenidos con las publicaciones didácticas.

Nuestras conferencias y talleres para los más jóvenes: *Charlando con nuestros sabios*

Charlando con nuestros sabios, es el ciclo de charlas y talleres científicos que el MNCT prepara, ya en su tercera edición, para jóvenes en últimos cursos de educación primaria y primer ciclo de secundaria (9 a 14 años), y es fruto del interés de los responsables del Museo por acercarse, cada vez más, a las primeras etapas de la educación. El ciclo, cuya duración es anual, tiene lugar los sábados por la mañana, y en su programación se alternan talleres y charlas (este año se han programado 12 conferencias y 12 talleres). La duración aproximada de cada actividad varía entre una hora y media y dos horas. A lo largo del ciclo se tratan todo tipo de temas relacionados con la ciencia y los instrumentos científicos: biología, química,

física, matemáticas, astronomía, geología, arqueología, medicina, etc., y con la tecnología, donde pueden aprender desde cómo construir una radio hasta cómo revelar sus propias fotografías.

Los objetivos generales del ciclo se resumen en los siguientes puntos:

- Acercar la Ciencia y sus científicos a los jóvenes, desde un punto de vista abierto y motivador donde el joven participante es el protagonista y parte activa de su propio aprendizaje, no un mero observador.
- Involucrar a los investigadores y científicos españoles en las actividades que el Museo organiza haciéndoles partícipes de la programación y realización de las mismas.
- Dar a conocer el Museo y sus colecciones, desarrollando actividades propias basadas en el conocimiento del patrimonio científico que alberga.
- Habituar o familiarizar al joven visitante con el entorno del Museo.
- Sensibilizar a los jóvenes sobre la importancia de conservar, estudiar y divulgar el patrimonio científico y tecnológico, y valorar el papel del Museo.
- Fomentar su opinión crítica.
- Valorar la importancia de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad.

1. Las charlas:

Uno de los éxitos del ciclo de charlas ha sido el considerar que la participación de científicos e investigadores españoles de reconocido prestigio sería un aliciente más para los jóvenes asistentes, que de esta forma tendrían la oportunidad de comunicarse e intercambiar inquietudes con expertos a los que difícilmente tienen acceso.

El clima que se genera en este tipo de encuentros entre el profesional de la ciencia y el joven interesado no puede ser más gratificante para ambas partes, ya que por norma general se establece una dinámica de preguntas y respuestas, que unida a la natural desinhibición propia de estas edades, crea un ambiente cordial que enriquece por igual al conferenciante y al joven. Los jóvenes, que son los verdaderos protagonistas, pueden interrumpir la charla en el momento que deseen para comentar o preguntar cualquier cuestión relacionada o no directamente con el tema de la misma. No existen reglas salvo las lógicas derivadas de un comportamiento respetuoso hacia el conferenciante y el resto de los asistentes.

La idea es que el joven se sienta partícipe y construya, en resumen, una “charla a su medida”. En este sentido podemos asegurar que la filosofía de este tipo de conferencias ha sido perfectamente asimilada por nuestros conferenciantes, que se muestran encantados ante la posibilidad de repetir la experiencia, y por los propios chavales que nos hacen llegar sus opiniones y valoraciones sobre los mismos.

El criterio de selección de las diferentes temáticas tiene en cuenta la actualidad científica y las programaciones anteriores del ciclo, ya que hemos podido comprobar que muchos de los asistentes son ya conocedores del mismo, y al ser éste el tercer año que se lleva a cabo debemos tener en cuenta su propia evolución y madurez intelectual, (recordemos que están dirigidos a jóvenes de entre 9 y 14 años, pero que la media de edad del público asistente se sitúa en torno a los 10 y 11 años), por lo que intentamos que la oferta sea diferente y novedosa cada temporada, lo cual no excluye la posibilidad de repetir determinadas charlas por su especial interés o aceptación. Para este año se han programando conferencias sobre: biología, matemáticas, geología, física, las matemáticas en la música, química, medicina, expediciones científicas, la ciencia en el cine, y zoología.

2. Los talleres:

En cuanto a los talleres del ciclo, cada uno de ellos está preparado para grupos como máximo de 18 personas y están orientados por monitores especializados del Museo, cuya formación en ciencias y vocación pedagógica les permite establecer con facilidad una fluida comunicación con los jóvenes participantes, que enseguida se muestran receptivos y dispuestos a realizar o imaginar cualquier tipo de propuesta. Nuestro interés en la programación de este tipo de actividades es que los escolares se conviertan en definitiva, en los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje.

Las temáticas de los 12 talleres programados para este año se reparten de la siguiente forma: química, (2 talleres), óptica (2 talleres), arqueología (1 taller), meteorología (1 taller) electricidad (1 taller), fotografía (1 taller), astronomía (2 talleres), y zoología (1 taller), tecnología (1 taller), y al igual que el caso de la programación de las charlas, hemos tenido en cuenta para ello las programaciones de años anteriores y el éxito de determinados talleres.

En esta nueva temporada de talleres, los jóvenes participantes tendrán ocasión de:

- Construir instrumentos científicos sencillos que podrán llevarse a casa, con materiales y herramientas de uso común, que los jóvenes pueden encontrar fácilmente en sus hogares o adquirir por poco dinero en tiendas no especializadas.
- Manejar instrumentos sencillos para la observación de plantas y animales (lupa binocular, microscopio, pinzas, preparaciones, etc....)
- Realizar experiencias sencillas relacionadas con los fenómenos eléctricos y químicos.
- Revelar sus propias fotografías y aprender con ello los principios básicos de la fotografía.
- Realizar una observación Sol.

Con estos talleres esperamos despertar en ellos el interés y la curiosidad por identificar y conocer los instrumentos científicos del Museo, los experimentos científicos, y la propia

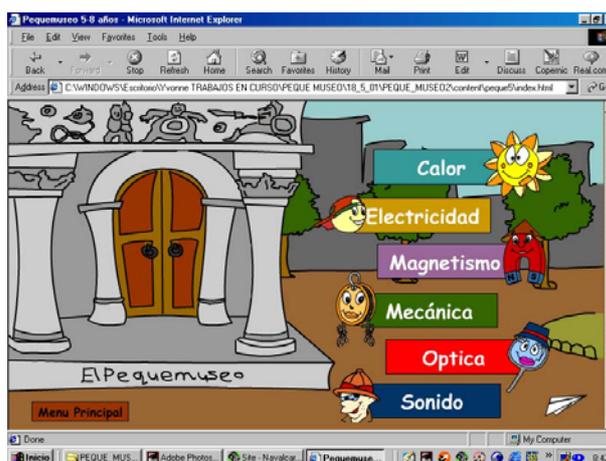
historia de la ciencia que a través de los mismos se narra en las diferentes salas del Museo; estimular su propia creatividad y potenciar actitudes de respeto hacia el entorno, el reciclado de los materiales, o el hábito de visita a los museos.

El Pequemuseo

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología ha desarrollado un CD-ROM interactivo bajo el título, *El Pequemuseo*, en el que se tratan múltiples aspectos de la ciencia, en concreto de la física, con el fin de divulgar la ciencia y el patrimonio científico que el Museo alberga entre los escolares de 5 a 12 años, dada la buena acogida que la *versión piloto*¹⁴ del mismo tuvo el pasado año. En este espacio se abordan de forma entretenida y comprensible para ellos las diferentes rama de la física como; el calor, la electricidad, la mecánica, el magnetismo, la óptica, o la acústica, por medio de dibujos y personajes de ficción que guían a los chavales por los distintos contenidos del CD de forma divertida y amena, permitiéndoles entrar en contacto, en ocasiones con aspectos de la ciencia completamente nuevos para ellos. En el CD se distinguen dos grupos de edad: escolares con edades comprendidas entre los 5 y 8 años, y entre los 8 y 12 años. La temática es idéntica en ambos casos, pero lógicamente el enfoque de los contenidos y metodología seguida varía de uno a otro.

1. Metodología:

En ambos grupos de edad la transmisión de la información se realiza de forma oral, recurriendo al texto escrito de manera muy breve y puntual, en el caso de los más jóvenes, y a escritos algo más extensos en el segundo grupo, pero siempre con la intención de remarcar lo que previamente se ha escuchado.



Sólo en algunas ocasiones se ofrece información gráfica como complemento a la oral, como en el caso de las descripciones y datos identificativos (nombre, nº de inventario y datación) de los instrumentos científicos del Museo que se muestran, o algunas aclaraciones puntuales sobre algún aspecto concreto del tema tratado.

Los dibujos que guían la navegación por el CD-ROM también han sido especialmente elegidos. Se ha buscado “personalizar” las diferentes temáticas con personajes de ficción

¹⁴ En esa *versión piloto* se desarrollaron tres temáticas diferentes para tres grupos de edad también distintos: Calor (5-8 años), Óptica (8-12 años) y Sonido (12 a 14 años). MNCT, *El Pequemuseo*, Madrid: Secretaría General Técnica (Ministerio de Educación y Cultura), 2000

como D. Sol (calor), D. Electrón (electricidad), D. Imán (magnetismo), Dª Polea (mecánica), Dª Lupa (óptica) y el rockero (sonido).

Cada uno nos habla de su tema, y acompañado de otros personajes (niños y niñas), responde a las distintas cuestiones que éstos le plantean, introduciendo los contenidos científicos como en un guión, de forma clara y sencilla.

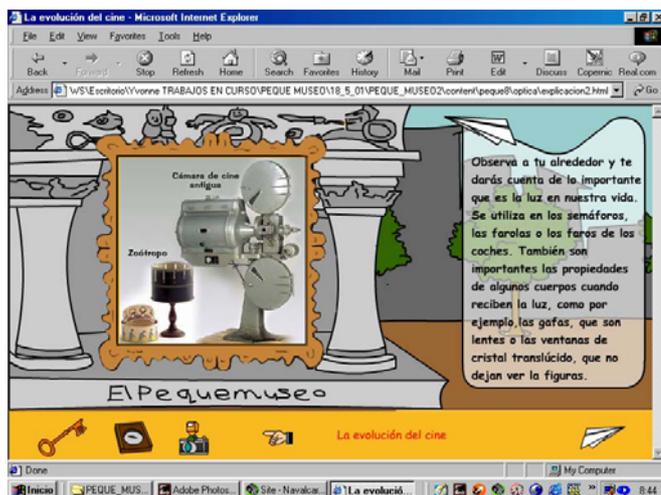


En ambos grupos, cada tema y los contenidos del mismo se desarrollan en un escenario gráfico concreto, de forma que los personajes forman parte de historias diferentes, resultando el conjunto más atractivo, dinámico y sorprendente para el joven. Los escenarios que se escogieron para desarrollar cada tema son los que figuran en la siguiente tabla:

	5 a 8 años	8 a 12 años
CALOR	Una casa	Un día de acampada
ELECTRICIDAD	D. Electrón se disfraza de Volta	Una casa
MAGNETISMO	China	Un viaje en barco
MECÁNICA	Interior de una nave espacial	Interior de una fortaleza medieval
ÓPTICA	Historia de detectives	Parque de atracciones
SONIDO	Safari fotográfico por África	Concierto didáctico

A lo largo de cada temática los contenidos se entremezclan con multitud de actividades y juegos: puzzles, sopas de letras, crucigramas, laberintos, seguir trayectorias según instrucciones, relacionar con flechas, completar palabras, juegos de selección, asociación, y clasificación, buscar diferencias, relacionar objetos con sus sombras, descubrir dibujos escondidos, etc. que, relacionados con la materia a tratar, el joven debe resolver, de forma intuitiva en ocasiones y razonada en otras.





Hemos querido conseguir con ello despertar en el niño la curiosidad por la ciencia en general y el patrimonio científico e industrial en particular, que aparece reflejado en el CD-ROM de forma natural, como algo inherente a la propia Ciencia.

Finalmente, y para hacer más dinámica las propuestas del CD, algunas de las explicaciones se acompañan de animaciones cuyos efectos visuales favorecen el aprendizaje como en el caso de los movimientos de traslación y rotación de la Tierra, el de los planetas en sus órbitas o el del Sol en el cielo, el funcionamiento interno del oído, el eco, el transporte de la electricidad y las centrales de producción, el movimiento de algunos operadores sencillos, como fabricar una brújula, etc.

2. Los contenidos

En cuanto a la selección de los temas y contenidos que debería incluir el *Pequemuseo*, ésta se llevó a cabo teniendo en cuenta distintos criterios:

- Los resultados obtenidos de la *versión piloto*, cuya adecuación hemos podido evaluar de manera satisfactoria en encuentros relacionados con la divulgación científica para el público en general, como la Feria por la Ciencia de Madrid o en eventos como el Día Internacional de los Museos, y a través de las opiniones que sobre el mismo nos transmiten los visitantes que llegan a nuestro Museo y nos demandan un CD-ROM más completo en esa misma línea.
- El *Curriculo* abierto y flexible para la Educación Primaria que propone la LOGSE.
- La propia experiencia que el Museo ha podido acumular a lo largo de los últimos años, en lo que a la transmisión de conocimientos se refiere, por medio de las visitas guiadas que el personal especializado realiza a las distintas salas; o la experiencia de los ciclos de charlas y talleres, donde la comunicación para con esos mismos grupos escolares se realiza de forma más directa e interactiva.

En virtud de ello, los temas y contenidos conceptuales que el *Pequemuseo* desarrolla se recogen en la *tabla 1*, donde han sido agrupados en función de los dos grupos de edad que en él se tratan, y en la que no obstante, no se reflejan aquellos aspectos científicos e históricos que surgen de forma colateral en los propios juegos y actividades.

Con este CD esperamos provocar en el joven su interés por las ciencias físicas y los instrumentos científicos, la historia de la ciencia y sus experimentos, que se familiarice con el

manejo del ordenador como una herramienta útil para el aprendizaje, y desarrolle actitudes hacia la conservación del medio ambiente y el patrimonio científico, la utilización racional de los recursos o el hábito de visita a un Museo.

1.- Tabla de temas y contenidos científicos* del CD-ROM *El Pequemuseo*

CONTENIDOS		
	5-8 años	8-12 años
	<ol style="list-style-type: none"> 1. La sensación de calor 2. La relación humo-calor 3. El contraste calor-frío 4. Los cambios de temperatura 5. Cómo se transmite el calor 6. La relación calor-movimiento 7. El termómetro 8. La olla a presión 9. Los tejidos y el calor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Constitución de la materia 2. Estados de la materia 3. Cambios de estado 4. Diferencia entre calor y temperatura 5. El efecto invernadero
ELECTRICIDAD	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volta un sabio muy sabio... 2. La electricidad de las pilas 3. Las pilas contaminan 4. La luz artificial: la bombilla 5. El transporte eléctrico 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La carga eléctrica: cargas positivas y negativas. 2. La corriente eléctrica: continua y alterna. 3. Materiales buenos y malos conductores de la electricidad 4. Las centrales de producción eléctrica.
MAGNETISMO	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué son los imanes? 2. La forma de los imanes 3. La brújula 4. Los puntos cardinales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Materiales magnéticos 2. Los imanes: imán natural e imán artificial 3. Los polos de un imán 4. El magnetismo de la Tierra 5. La brújula
MECÁNICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. La fuerza de gravedad 2. La ingravidez 3. Movimientos de la Tierra: traslación y movimiento. 4. El día y la noche 5. El Sistema Solar y los planetas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las fuerzas. Tipos de fuerzas 2. Los operadores mecánicos 3. La polea 4. La palanca 5. La rueda 6. Los engranajes 7. Las máquinas. Tipos de máquinas
LUZ	<ol style="list-style-type: none"> 1. El ojo 2. ¿De qué está formada la luz? 3. Luz natural y luz artificial 4. La velocidad de la luz El arco iris El microscopio 5. El telescopio 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es la luz? 2. Las fuentes de luz 3. Los espejos Los cristales y las lentes 4. La composición de la luz 5. La luz y las sombras 6. El cine
SONIDO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción 2. Las partes de oído 3. ¿Cómo oímos? 4. ¿Qué es el eco? 5. Diferentes tipos de sonidos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El oído y el sonido 2. Los tipos de orquestas 3. La orquesta sinfónica. Sus instrumentos. 4. Distrib. de los instrumentos en la orquesta. 5. Otras formas de producir distintos sonidos 6. Otras curiosidades sobre el sonido

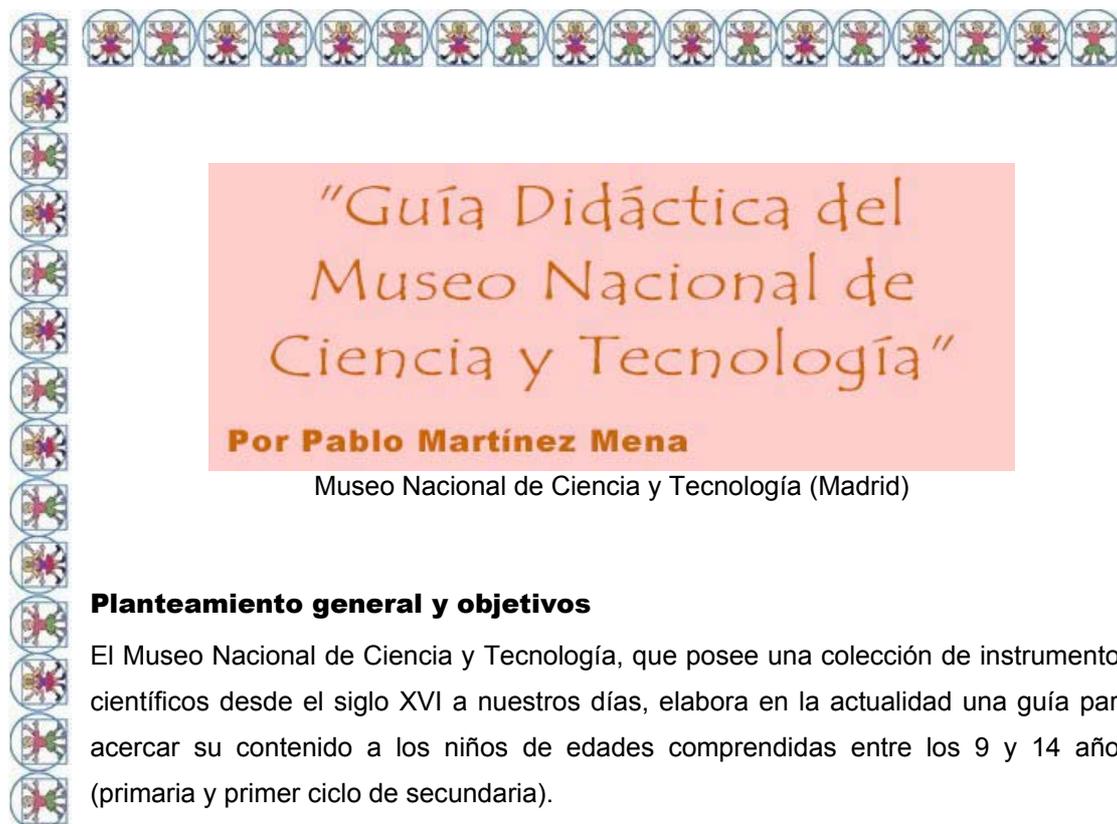
* Los contenidos de *Calor* para 5-8 años y *Óptica* para 8-12 años, fueron desarrollados en el proyecto piloto, que se completa con *Sonido* para otro grupo de edad diferente que no ha sido tratado en este CD-ROM, el de 12-14 años.

Conclusiones

Los Museos de la Ciencia, deben ofrecer al público en general un moderno programa de divulgación científica en el que la transmisión y el estímulo por el conocimiento de los distintos saberes científicos se realice de forma sencilla, clara, y directa. Debe preocuparse por buscar un lenguaje accesible y al alcance de todas las edades, generar y compartir inquietudes, y estimular en fin la propia curiosidad del visitante.

Charlas y debates científicos, talleres, publicaciones y guías especializadas, programas interactivos, *tours* virtuales por internet, etc, son sólo algunos de los recursos didácticos que complementan el discurso expositivo del Museo, que debe ser abierto y flexible, permeable a los cambios y avances científicos y tecnológicos que cada vez se producen a mayor velocidad.

Innovar en este sentido, buscar nuevas formas de comunicación, crear y diseñar actividades y materiales didácticos para el público en general, y el de infantil y primaria en particular, que nos permita difundir la ciencia y el patrimonio científico es, en resumen, uno de los objetivos principales que el Museo persigue.



"Guía Didáctica del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología"

Por Pablo Martínez Mena

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (Madrid)

Planteamiento general y objetivos

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, que posee una colección de instrumentos científicos desde el siglo XVI a nuestros días, elabora en la actualidad una guía para acercar su contenido a los niños de edades comprendidas entre los 9 y 14 años (primaria y primer ciclo de secundaria).

La guía pretende ser un apoyo a la visita de éstos al Museo, de manera que sea más entretenida y más provechosa, que se despierte en ellos el interés y la curiosidad por el mundo

en que vivimos. Utiliza fundamentalmente la colección del Museo como medio introductorio a la labor científica y técnica. Esto proporciona un enfoque alternativo a los usuales de mostrar fenómenos naturales y experiencias de laboratorio. Las leyes de la naturaleza, la historia de la ciencia y sus protagonistas se exponen mediante elementos tan fascinantes como desconocidos por los niños: los instrumentos científicos.

Contenidos

El índice de la guía es el siguiente (entre paréntesis el tema del capítulo):

Los Museos están llenos de sorpresas

¿Qué hacen los científicos?

Miles de estrellas (Matemáticas, Astronomía y Navegación)

El movimiento se demuestra andando (Mecánica)

Rrrrruidos y sonidossss (Acústica)

¡Hágase la luz! (Óptica)

¡Electrizante! (Electricidad y Magnetismo)

A mal tiempo, buena cara (Meteorología)

Caliente, caliente... (Calor)

Los secretos de la Naturaleza (Biología, Geología y Química)

¿Cómo avanza la tecnología! (Tecnología: comunicaciones, vida cotidiana...)

Viajes extraordinarios (Transportes)

¿Qué me pasa, doctor? (Medicina)

Tiempos precisos (Relojes mecánicos)

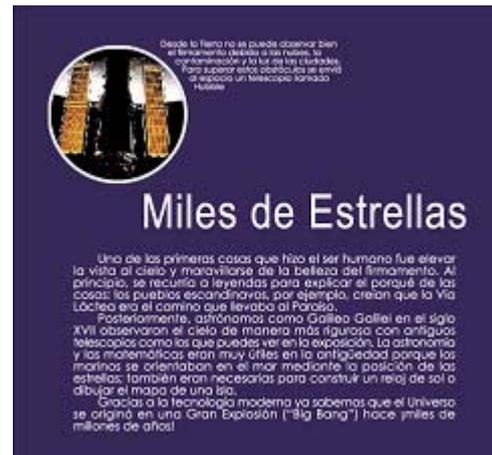
Glosario

En la selección de los contenidos se ha tenido en cuenta el currículo diseñado para educación primaria y primer ciclo de secundaria, así como la facilidad de comprensión. Uno de los principales obstáculos en la relación de los niños con los Museos es el desconocimiento que tienen de las labores y objetivos de los mismos.

En el primer capítulo **Los Museos están llenos de sorpresas** se exponen brevemente las tareas de adquisición de piezas o restauración, así como otras actividades en las que los niños tienen mucho que hacer y decir como talleres, charlas, visitas guiadas...

El segundo capítulo **¿Qué hacen los científicos?** trata la importancia de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad, haciéndose una breve mención de algunos científicos españoles y sus logros (que son poco conocidos por el público en general). Cada uno de los capítulos siguientes está dedicado a una de las áreas temáticas en que está dividida la exposición del Museo (astronomía, mecánica...) y que como se puede apreciar en el índice abarcan un amplísimo rango de disciplinas científicas y técnicas. Al final de la guía se

encuentra un glosario con el propósito de fijar los términos y piezas más relevantes (que se destacan en el texto con una tipografía especial) y de dar información adicional.

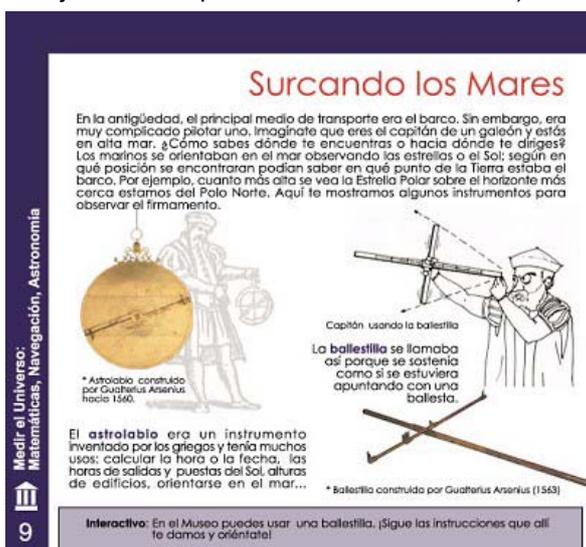


Estructura

Cada capítulo empieza con una atractiva fotografía a toda página. La segunda página contiene una introducción elemental a la historia de la disciplina que se trata, así como su impacto en nuestra vida diaria a través de sus aplicaciones. En las siguientes páginas de cada capítulo se describen los instrumentos científicos.

Recursos

El diseño gráfico de la guía constituye un factor fundamental a la hora de atraer la atención del joven lector, por lo que se ha cuidado mucho la presentación de los contenidos. Los instrumentos científicos pueden ser poco llamativos a primera vista para un niño, por eso las explicaciones sobre su funcionamiento pretenden ser muy claras y atractivas, acompañadas siempre que ha sido posible de ilustraciones que estén relacionadas con situaciones familiares a los niños (por ejemplo, introducir un teodolito con unos piratas que están dibujando el mapa de un tesoro escondido).



Para evitar el aspecto monótono y serio de un catálogo se introducen elementos no relacionados directamente con las piezas de que se trata, tales como cuadros sobre científicos famosos, anécdotas, actividades para realizar en casa, chistes... así como información de algunos de los últimos avances científicos y técnicos que probablemente hayan escuchado en los medios de comunicación.

Los contenidos, en cuanto a dificultad e interés, son probados por niños de diferentes edades y también se cuenta con el asesoramiento de profesores. También se incorporan consejos y noticias que fomenten el respeto al entorno natural.

Uso de la guía

La guía no pretende dar una explicación exhaustiva del contenido de la exposición o de la historia de la ciencia, sino servir de estímulo para una visita posterior a su lectura, de manera que el niño venga al Museo con curiosidad e interés, además de servir de elemento de referencia durante la visita. Para este último uso se ha dado a la guía la misma ordenación que la exposición, además de relacionar siempre cada capítulo con su situación en el edificio e incorporar explicaciones sobre los montajes interactivos.

Las visitas guiadas del MNCT

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología ofrece a sus visitantes la posibilidad de ser guiados por monitores. La filosofía de este servicio es que, a la hora de hacer llegar al visitante los mensajes que se quieren transmitir con la exposición, y de explicar la colección del Museo, la labor de un monitor adecuadamente formado es insustituible.

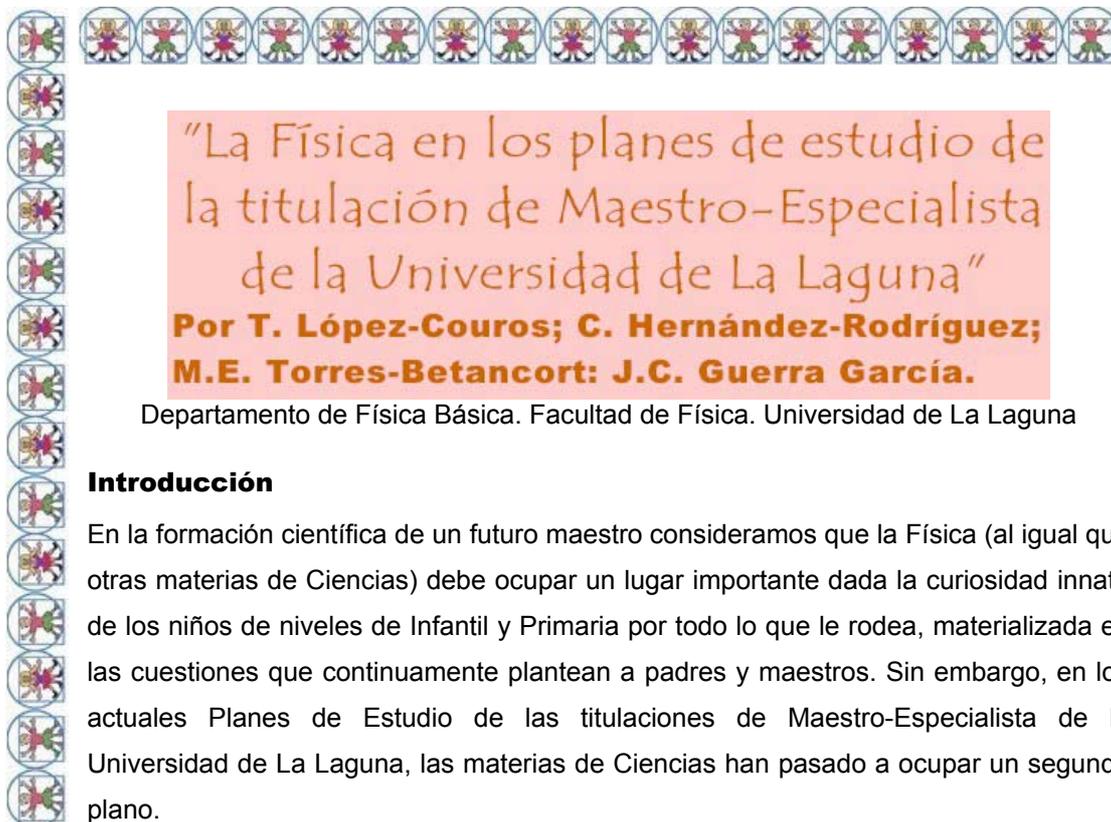
El perfil de los monitores que se encargan de las visitas es el de recién licenciados en ciencias (física, química...) o estudiantes de último curso de la carrera. Siendo la colección del Museo de instrumentos científicos e industriales, es necesario un conocimiento bastante profundo en estas disciplinas para poder exponer sus principios de manera sencilla a un público que generalmente sólo tiene conocimientos básicos. La formación de los guías en disciplinas tales como pedagogía o museología se completa mediante cursos, seminarios... En la selección de los guías no se tienen en cuenta sólo aspectos académicos sino también el entusiasmo y el interés por los aspectos relacionados con la enseñanza, factores primordiales en una labor de comunicación como la que estamos tratando.

Los monitores son los responsables de la redacción del contenido de las visitas guiadas, elaborando varios modelos para adecuarse a los distintos tipos de público que puedan tener (estudiantes de primaria, bachillerato, adultos...) Hoy en día ya no se considera al visitante como un mero receptor pasivo de la información desplegada en un Museo, sino que la relación Museo – visitante se basa en la participación activa de este último (interactividad). En este esquema, el papel de los monitores es el de estimular al público a reflexionar sobre lo que está percibiendo con preguntas y comentarios. Así mismo, los monitores juegan un papel fundamental al servir de nexo entre el profesorado, asesorándole a la hora de adaptar a la visita a las necesidades del curso.



PÓSTERS





“La Física en los planes de estudio de la titulación de Maestro-Especialista de la Universidad de La Laguna”

Por T. López-Couros; C. Hernández-Rodríguez; M.E. Torres-Betancort; J.C. Guerra García.

Departamento de Física Básica. Facultad de Física. Universidad de La Laguna

Introducción

En la formación científica de un futuro maestro consideramos que la Física (al igual que otras materias de Ciencias) debe ocupar un lugar importante dada la curiosidad innata de los niños de niveles de Infantil y Primaria por todo lo que le rodea, materializada en las cuestiones que continuamente plantean a padres y maestros. Sin embargo, en los actuales Planes de Estudio de las titulaciones de Maestro-Especialista de la Universidad de La Laguna, las materias de Ciencias han pasado a ocupar un segundo plano.

En el caso particular de la Física, antes de 1992 los alumnos que elegían la especialidad de Ciencias cursaban una asignatura, con este nombre, que era anual y obligatoria. A partir de ese año, desaparece esa especialidad y surgen las de Infantil, Primaria, Educación Física, Musical y Lengua Extranjera.

Preocupados por este tema, hemos trabajado para poder incluir una asignatura relacionada con Física en cada una de ellas. Se ha conseguido en cuatro especialidades, pero son optativas y sólo podemos tratar una pequeña parcela de la Física. No obstante, estamos empeñados en conseguir que los alumnos que elijan nuestras asignaturas adquieran una formación más integral en esta materia y al mismo tiempo que estos conocimientos los adapten (tanto conceptos como experiencias) a los diferentes niveles en sus clases, para lo cual proponemos una metodología específica en cada una de las especialidades. Dentro de ellas se han incluido una serie de asignaturas optativas relacionadas con el campo de la Física y agrupadas todas ellas en el tercer curso.

ESPECIALIDAD	ASIGNATURA	CRÉDITOS
Ed. Infantil	La Física en la Ed. Infantil.	4,5
Ed. Primaria	Física, Medio y Tecnología.	6
Ed. Física	La Física en el Deporte	6
Ed. Musical	La Física del Sonido	6
Ed en Lengua Extranjera		

Trinidad López Courros, Cecilio Hernández Rodríguez, Juan Carlos Guerra García, Manuel Balaño Torres Betancor.
Dpto de Física Básica, Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Fco. Sánchez S/N, 38071, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

RESUMEN

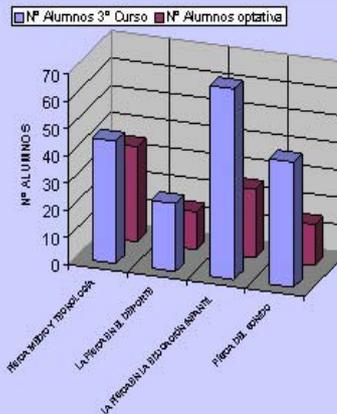
En la formación científica de un futuro maestro consideramos que la Física (al igual que otras materias de Ciencias) debe ocupar un lugar importante dada la curiosidad innata de los niños de niveles de Infantil y Primaria por todo lo que le rodea, materializada en las cuestiones que continuamente plantean a padres y maestros. Sin embargo, en los actuales Planes de Estudio de las titulaciones de Maestro-Especialista de la Universidad de La Laguna, las materias de Ciencias han pasado a ocupar un segundo plano. En el caso particular de la Física, antes de 1992 los alumnos que elegían la especialidad de Ciencias cursaban una asignatura, con este nombre, que era anual y obligatoria. A partir de ese año, desaparece esa especialidad y surgen las de Infantil, Primaria, Educación Física, Musical y Lengua Extranjera.

Preocupados por este tema, hemos trabajado para poder incluir una asignatura relacionada con Física en cada una de ellas. Se ha conseguido en cuatro especialidades, pero son optativas y sólo podemos tratar una pequeña parcela de la Física. No obstante, estamos empeñados en conseguir que los alumnos que elijan nuestras asignaturas adquieran una formación más integral en esta materia y al mismo tiempo que estos conocimientos los adapten (tanto conceptos como experiencias) a los diferentes niveles en sus clases, para lo cual proponemos una metodología específica en cada una de las especialidades.

ASIGNATURAS DE FÍSICA EN LA TITULACIÓN DE MAESTRO ESPECIALISTA (207 CREDITOS)



RELACIÓN DE ALUMNOS TOTALES DEL CURSO RESPECTO A LOS MATRICULADOS EN LAS ASIGNATURAS DE FÍSICA



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

OBJETIVOS

- Adquirir los fundamentos básicos de Física que les permita ayudar a identificar y a interpretar los fenómenos físicos del entorno del niño.
- Desarrollar la curiosidad científica, el deseo de conocer y comprender.
- Desarrollar el espíritu de colaboración y el sentido de la responsabilidad necesarios para un trabajo experimental en común.
- Estimular el interés por la experimentación y propiciar el método sistemático y riguroso en el trabajo experimental.
- Adaptar experiencias y actividades al nivel del niño al que irán dirigidas.

METODOLOGÍA

- Breve exposición del profesor de los conceptos y fundamentos físicos básicos implicados en cada tema.
- Realización de experiencias de laboratorio en grupos reducidos.
- Planteamiento y resolución de supuestos prácticos representativos.
- Visitas a centros específicos donde se puedan observar aplicaciones reales de los fundamentos y conceptos estudiados en el aula.
- Utilización de material audiovisual.

Objetivos y metodología

La idea básica de incluir asignaturas de Física dentro de la nueva titulación de Maestro-Especialista responde a los siguientes objetivos:

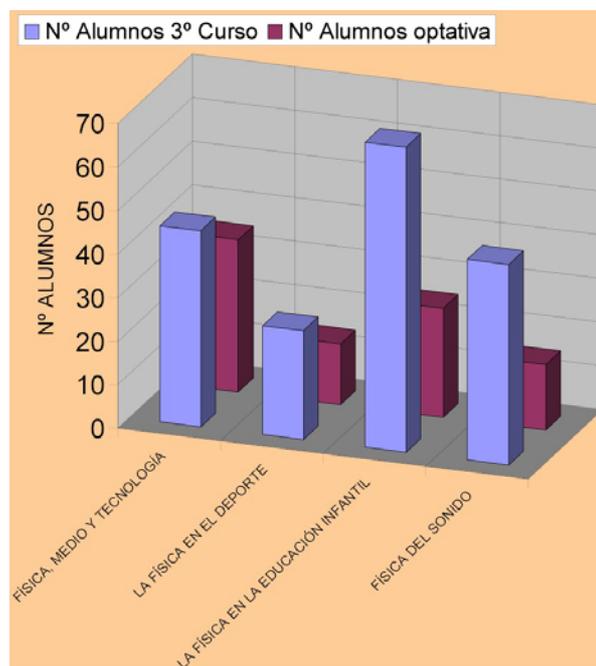
1. Adquirir los fundamentos básicos de Física que les permita ayudar a identificar y a interpretar los fenómenos físicos del entorno del niño.
2. Desarrollar la curiosidad científica, el deseo de conocer y comprender.
3. Desarrollar el espíritu de colaboración y el sentido de la responsabilidad necesarios para un trabajo experimental en común.
4. Estimular el interés por la experimentación y propiciar el método sistemático y riguroso en el trabajo experimental.
5. Adaptar experiencias y actividades al nivel del niño al que irían dirigidas.

Para la consecución de estos objetivos proponemos una metodología específica para cada una de ellas que globalmente puede resumirse en los siguientes puntos:

1. Breve exposición del profesor de los conceptos y fundamentos físicos básicos implicados en cada tema.
2. Realización de experiencias de laboratorio en grupos reducidos.
3. Planteamiento y resolución de supuestos prácticos representativos.
4. Visitas a centros específicos donde se puedan observar aplicaciones reales de los fundamentos y conceptos estudiados en el aula.
5. Utilización de material audiovisual

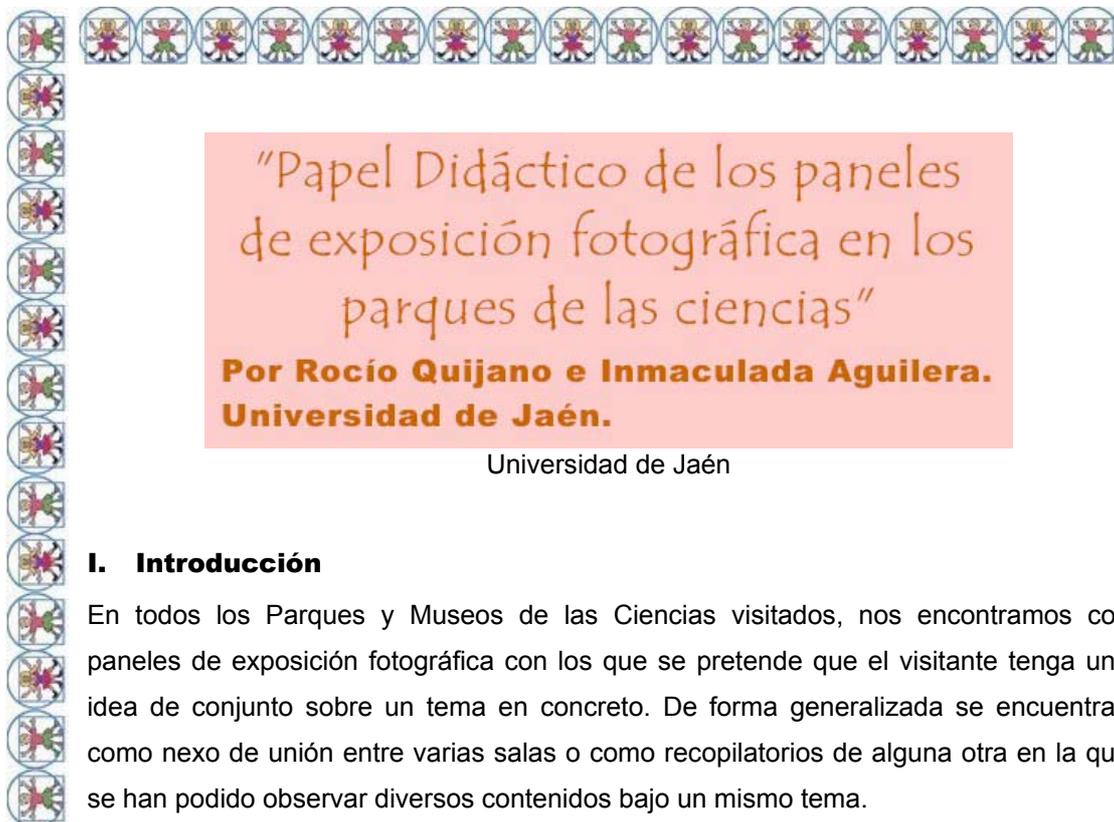
Participación del alumnado

El número de alumnos que han optado por las asignaturas de Física dentro de cada especialidad es especialmente significativo en Educación Infantil y Educación Física con respecto al total de alumnos matriculados en el tercer curso de la titulación, aunque la participación en las otras especialidades nos da unos porcentajes aceptables si tenemos en cuenta el carácter optativo de las mismas.



En la figura del margen puede verse la estadística del número de alumnos de cada optativa respecto al total de alumnos matriculados.





"Papel Didáctico de los paneles de exposición fotográfica en los parques de las ciencias"

**Por Rocío Quijano e Inmaculada Aguilera.
Universidad de Jaén.**

Universidad de Jaén

I. Introducción

En todos los Parques y Museos de las Ciencias visitados, nos encontramos con paneles de exposición fotográfica con los que se pretende que el visitante tenga una idea de conjunto sobre un tema en concreto. De forma generalizada se encuentran como nexo de unión entre varias salas o como recopilatorios de alguna otra en la que se han podido observar diversos contenidos bajo un mismo tema.

Tras haber seleccionado un panel de exposición fotográfica –con la temática “un desarrollo insostenible”-, hemos realizado un trabajo en el que se cuestiona y se plantea la idoneidad didáctica de la estructuración de la información ofrecida en esos paneles. Presentamos, igualmente, una reflexión sobre la sucesión de los contenidos expuestos fotográficamente. Finalizamos con una propuesta con esos mismos contenidos o alguna modificación de éstos.

II. Metodología

Al ser un estudio en el que se realiza un análisis observacional, empleamos un método de investigación en el que se analizan una serie de criterios relacionados con las ideas, temas o conceptos que se transmiten.

Citamos las siguientes variables que creemos son importantes en este tipo de trabajo:

- Selección de los contenidos generales del panel.
- Selección del contenido fotográfico.
- Texto seleccionado y expuesto en el panel.
- Coherencia de la disposición de las imágenes fotográficas.
- Disposición de las frases de texto en el módulo.
- Relación del texto con las imágenes inmediatamente cercanas.
- Asociación de imágenes entre sí.
- Presencia de ideas e interpretaciones adecuadas para la comprensión de los contenidos por parte del visitante.

- Existencia de relaciones entre los conceptos referentes al tema del panel de exposición y aspectos cotidianos próximos e interesantes para el visitante.

III. Resultados

En el pasillo en el que se encuentran los paneles de exposición fotográfica seleccionados se observan veintiocho fotografías y ocho frases, todas ellas en torno al tema “un desarrollo insostenible”.

Antes de entrar al túnel del módulo aparece un texto escrito:

“Los países desarrollados han conseguido su actual bienestar económico, sanitario y cultural gracias a la industrialización iniciada en el siglo pasado. Los países menos ricos tienden a desarrollarse siguiendo el mismo modelo porque, a pesar de sus inconvenientes, ofrece innegables ventajas frente a la pobreza y el subdesarrollo. Pero el excesivo consumo de recursos naturales, la producción creciente de residuos contaminantes y el frecuente despilfarro de la sociedad de consumo, hacen pensar que este modelo de desarrollo puede resultar ya insostenible, tal como manifiestan Organismos Internacionales como la ONU. A partir de ahora, países y ciudadanos deberían adoptar una decisión sobre los modelos de desarrollo que mantienen. Estos, de manera simplificada, podrían ser: a) Seguir como hasta ahora, aunque sea disfrazando o negando la realidad de lo que ocurre y los conocimientos que las ciencias nos proporcionan. b) Introducir dentro del actual sistema importantes correcciones que lo hagan compatible con la conservación de la naturaleza y la solidaridad internacional. Es la teoría del desarrollo insostenible. c) Renunciar de forma absoluta al modelo actual de desarrollo, renunciando también a sus ventajas e inconvenientes.”

Además, aparecen dos pantallas de televisión en las que se emiten imágenes en las que se observa al hombre prehistórico; al mismo tiempo una “voz en off” plantea si es realmente necesario renunciar al modelo actual de desarrollo para frenar la degradación de la naturaleza. Encima de cada una de las pantallas se pueden leer las frases que corresponden, claramente, a las concepciones extremas de nuestro modelo de desarrollo:

“¿Es necesaria una explotación desenfrenada de todos los recursos del planeta?”

“¿Es necesario prescindir de todos los avances tecnológicos y de los recursos energéticos utilizados por el hombre?”

Tras estas dos pantallas, el visitante se sumerge en una composición de imágenes y textos que cuestionan, de forma global, el modelo actual de desarrollo intentando –por parte de los organizadores- provocar interrogantes en el observador y planteamientos de actuación que serían necesarios para alcanzar un “desarrollo sostenible”.

Las fotografías contienen las siguientes imágenes: un contenedor de vidrio, envases de plástico de diversos tipos, el incendio de un bosque, varias autovías, una manifestación a favor

del 0,7 %, dos niños africanos malnutridos, un parque eólico, paneles solares, un invernadero, una foca, una granja avícola, un cultivo forestal junto a un bosque, una chimenea de una fábrica, una explotación petrolífera, un coche echando humo por el tubo de escape, un coche eléctrico, un grupo de participantes en la cumbre de Río'92, la panorámica de una ciudad, un petrolero incendiándose, una planta de reciclaje de residuos, un cultivo con un invernadero al fondo, un bosque, un vertedero incontrolado junto a un bosque de pinos, un bosque después de un incendio, la limpieza de una zona costera después de un vertido de petróleo, aguas residuales industriales, el EDAR de una industria y una autovía junto a una montaña.

Los textos que acompañan a las imágenes son las siguientes (se les va a asignar una letra para identificarlas posteriormente):

- *FRASE A: Los países ricos deben aportar más dinero, la ONU recomienda el 0,7 % de su riqueza, para ayudar a un desarrollo de los países más pobres menos agresivo con el medio ambiente.*
- *FRASE B: Extender la educación ambiental y científica. Fomentar la investigación ambiental y el desarrollo de las tecnologías más eficaces y respetuosas con el medio ambiente.*
- *FRASE C: Es necesario limitar el crecimiento mundial de la población, especialmente de los países pobres. Uno de los mejores medios para conseguirlo consiste en ayudarles en su desarrollo.*
- *FRASE D: Reducir nuestros consumos superfluos, de la gasolina al agua potable, supone reducir la agresión global al medio ambiente.*
- *FRASE E: Utilizar energías más limpias y fomentar las renovables, sobre todo la eólica y solar. Preferir el gas a otros combustibles, la gasolina sin plomo, el tren...*
- *FRASE F: Los consumidores pueden influir cada día para que se extiendan los productos más respetuosos con el medio ambiente y fomentar el ahorro y reciclaje.*
- *FRASE G: Incluir los costes ambientales dentro de los costes económicos de las industrias (depuración de aguas residuales, eliminación de residuos tóxicos, reducción del impacto ambiental, etc.)*
- *FRASE H: Se hace imprescindible una autoridad mundial en temas ambientales. Una especie de "ONU ambiental", aceptada por todos los países en la reunión indicada en Río de Janeiro.*

Hay que decir que este módulo se encuentra al final de una sala donde el visitante ha podido percibir las principales características de nuestro planeta, junto a alguno de los problemas más importantes de carácter global, con el objetivo de inducir en el observador un cambio de actitud que le ayude a poner en práctica posibles soluciones a estos problemas.

Tras lo expuesto, y después de estudiar los criterios indicados en la metodología, podemos decir que los resultados de esta investigación son los que exponemos a continuación:

- Pensamos que el tema escogido para este módulo es muy adecuado ya que es un compendio de ideas que pretenden cambiar las actitudes del observador con respecto a la conservación del medio en el que vive ya que depende, en gran parte, de su comportamiento el que la evolución de nuestra sociedad derive o no hacia una situación de desarrollo sostenible.
- Los contenidos fotográficos así como los de texto, considerados individualmente, son buenos en general, aunque se podrían cuestionar algunos de ellos como son: De las ocho frases que se exponen en el módulo sólo tres (D, E y F) implican al visitante de forma directa. El resto se limita a señalar malas actuaciones sin dar soluciones.
- Además realizaríamos los siguientes cambios en la redacción de los textos:
 - En la frase A se realiza una pequeña modificación siendo el resultado: “Los países ricos deben adoptar un modelo de desarrollo sostenible y ayudar a los más pobres en la consecución de este mismo objetivo”.
 - En la frase C la redacción quedaría: “Es necesario limitar el crecimiento mundial de la población para lograr un uso racional y sostenible de los recursos naturales y así no desembocar en el agotamiento de los mismos”.
 - En la frase E el resultado sería: “Utilizar energías más limpias y fomentar las renovables, como la eólica y solar. Optar por el gas frente a otros combustibles, utilizar la gasolina sin plomo, fomentar el uso del tren...”
 - En la frase G la modificación quedaría como sigue: “Incluir los costes ambientales dentro de los costes económicos de las empresas (depuración de aguas residuales, eliminación de residuos tóxicos) así como incluir las herramientas de gestión ambiental en las políticas de la administración pública”.

En cuanto a las fotografías, tras una breve ojeada no se aprecia demasiada coherencia con el objetivo marcado por los diseñadores del panel, es más, incluso no se llega a detectar la conexión entre alguna imagen con la temática del panel -puede ser chocante para el visitante-. En el caso de la imagen que representa una foca o una granja avícola uno se llega a preguntar qué conexión tienen con el resto de lo visualizado en el módulo. Incluso en otras cuestas trabajo buscar una conexión real como en el caso de la fotografía en la que se refleja un cultivo y una arboleda, ¿qué nos quiere representar?, ¿con qué fotografía o texto se puede relacionar directamente?.

También observamos que se podrían agrupar por parejas, en una se indicaría el problema ambiental y en la otra alguna de las soluciones posibles en las que podría estar implicado directamente el observador.

De lo expuesto concluimos que, probablemente, no siempre se va a realizar una interpretación adecuada de los contenidos de estos paneles.

Si estudiamos la coherencia entre la sucesión de las imágenes y su relación con las frases se comprueba que tampoco existe mucha adecuación entre unas y otras. Primero porque están ambas dispuestas al azar y sin conexión alguna, al menos, con los alrededores inmediatos a cada una de las fotografías y textos. Y, segundo, porque dan la sensación de aluvión sobre el visitante. Son tantas las imágenes en un espacio tan reducido que puede llegar a causar una sensación de agobio que induzca un “efecto de huida”, justo lo contrario de lo que se pretende que es la de la invitación a la reflexión, asociación de ideas, conocimientos y comportamientos para llegar a desencadenar en un cambio de actitud referente a la asunción de la racionalidad en el consumo y utilización de bienes. La posible respuesta a esta exposición de ideas “flash” es la de que el niño en edad escolar, incluso el adulto, ignora y pasa de largo ante este módulo, sin provocar la más mínima interacción didáctica con ellos.

Por tanto al existir pocos aspectos cotidianos que aproximen el problema a las personas hacen que éstas no se sientan implicadas ni invitadas a la reflexión y menos aún a un cambio de actitud para frenar o paliar la situación y emprender la búsqueda de soluciones.

IV. Propuesta de secuenciación

No solo realizamos una propuesta en la que se indica la secuencia de imágenes y texto que creemos más coherente, sino que además se presentan unos leves cambios a las imágenes y frases actuales –estos últimos cambios expresados en el apartado anterior-.

- FRASE “A” ⇒ Se debe de quitar la fotografía del 0,7 % y poner una con una persona que esté educando para realizar un trabajo.
- FRASE “B” ⇒ Fotografía “de la reunión RÍO’92”.
- FRASE “C” ⇒ Fotografías: -niños malnutridos-, -calle de un país desarrollado llena de gente (inclusión nueva)-.
- FRASE “D” ⇒ Fotografías “del coche contaminando” y “cultivo-bosque”.
- FRASE “E” ⇒ Fotografías “paneles solares”, “parque eólico” y “incendio de un petrolero”.
- FRASE “F” ⇒ Fotografías “contenedor de vidrio”, “envases de plástico”, “invernadero”, se propone una nueva “alimentos frescos envasados en bandejas de poliestireno” y, FINALMENTE, “granja de gallinas”.
- FRASE “G” ⇒ Fotografías “coche eléctrico”, “incendio forestal” y “bosque quemado”.
- FRASE “H” ⇒ Fotografías “fábrica”, “chimenea”, “EDAR”, “ciudad”, “autovías” y “vertedero incontrolado”.
- Hay una fotografía (“foca”) que no se le encuentra asociación con ninguna otra.

PAPEL DIDÁCTICO DE LOS PANELES DE EXPOSICIÓN FOTOGRÁFICA EN LOS PARQUES DE LAS CIENCIAS

Quijano López, R. y Aguilera Jiménez, I.

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén

RESUMEN

En todos los Parques y Museos de las Ciencias visitados, nos encontramos con paneles de exposición fotográfica en los que se pretende que el visitante tenga una idea general sobre un tema en concreto. De forma generalizada se encuentran como nexo de unión entre varias salas o como recopilatorios de alguna sala en la que se han podido observar diversos contenidos bajo un mismo tema.

Tras haber seleccionado un panel de exposición fotográfica, hemos realizado un trabajo en el que se cuestiona y se plantea la idoneidad de la estructuración de la información ofrecida en esos paneles. Presentamos, igualmente, una reflexión sobre la sucesión de los contenidos expuestos fotográficamente. Para finalizar con una propuesta con esos mismos contenidos o alguna modificación de los mismos.

PANELES SELECCIONADOS

EL "TUNEL" FOTOGRÁFICO ESTÁ DIVIDIDO EN DOS LATERALES QUE SE EXPONEN A CONTINUACIÓN



METODOLOGÍA

CRITERIOS SEGUIDOS EN EL ESTUDIO:

- Selección de los contenidos generales del panel.
- Selección del contenido fotográfico.
- Texto seleccionado y expuesto en el panel.
- Coherencia de la disposición de las imágenes fotográficas.
- Disposición de las frases de texto en el panel.
- Relación del texto con las imágenes inmediatamente cercanas.
- Asociación de imágenes.
- Presencia de ideas e interpretaciones adecuadas para la comprensión de los contenidos por parte del visitante.
- Existencia de relaciones entre los conceptos referentes al tema del panel de exposición y aspectos cotidianos próximos e interesantes para el visitante.

PROPUESTA DE SECUENCIACIÓN

No solo realizamos una propuesta en la que se indica la secuencia de imágenes y texto que creemos más coherente, sino que además se presentan unos leves cambios a las imágenes y frases actuales. (En el texto del artículo se encuentra redactadas las frases al completo).

- FRASE "A": Se debe de quitar la fotografía del 0,7 y poner una con una persona que esté educando para realizar un trabajo.
- FRASE "B": Fotografía "de la reunión RÍO'92".
- FRASE "C": Fotografías: -niños malnutridos-, -calle de un país desarrollado llena de gente (inclusión nueva)-.
- FRASE "D": Fotografías "del coche contaminando" y "cultivo-bosque".
- FRASE "E": Fotografías "paneles solares", "parque eólico" e "incendio de un petrolero".
- FRASE "F": Fotografías "contenedor de vidrio", "envases de plástico", "invernadero", se propone una nueva "alimentos frescos envasados en bandejas de poliestireno" y "granja de gallinas".
- FRASE "G": Fotografías "coche eléctrico", "incendio forestal" y "bosque quemado".
- FRASE "H": Fotografías "fábrica", "chimenea", "EDAR", "ciudad", "autovías" y "vertedero incontrolado".
- Hay una fotografía que no se le encuentra asociación con ninguna otra "foeu".

CONCLUSIONES

- El módulo recopila toda la información obtenida de la sala donde se encuentra para plantear una serie de problemas de carácter global que necesitan ser solucionados, y sus contenidos son adecuados a la idea de "compendio de información".
- A pesar de encontrar unos contenidos adecuados al objetivo propuesto por los diseñadores del módulo, no existe coherencia en la relación de imágenes entre si y de éstas con los textos.
- Tanto algunas de las imágenes como algunas de las frases que se incluyen en el módulo no son muy acertadas y proponemos, por tanto, algunas modificaciones para éstas.
- No se consigue el objetivo de "implicación del visitante en la problemática mundial del desarrollo", ni tampoco se llega a provocar un cambio de actitud ya que no invita a la reflexión al ser una lluvia de información sin demasiada conexión entre si.
- El efecto que causa este módulo es el de la utilización del mismo como pasillo de acceso entre una sala y otra debido al exceso de información en un espacio reducido y, aparentemente, sin conexión.
- No se aprovecha didácticamente el potencial educativo implícito en este tipo de material expositivo.

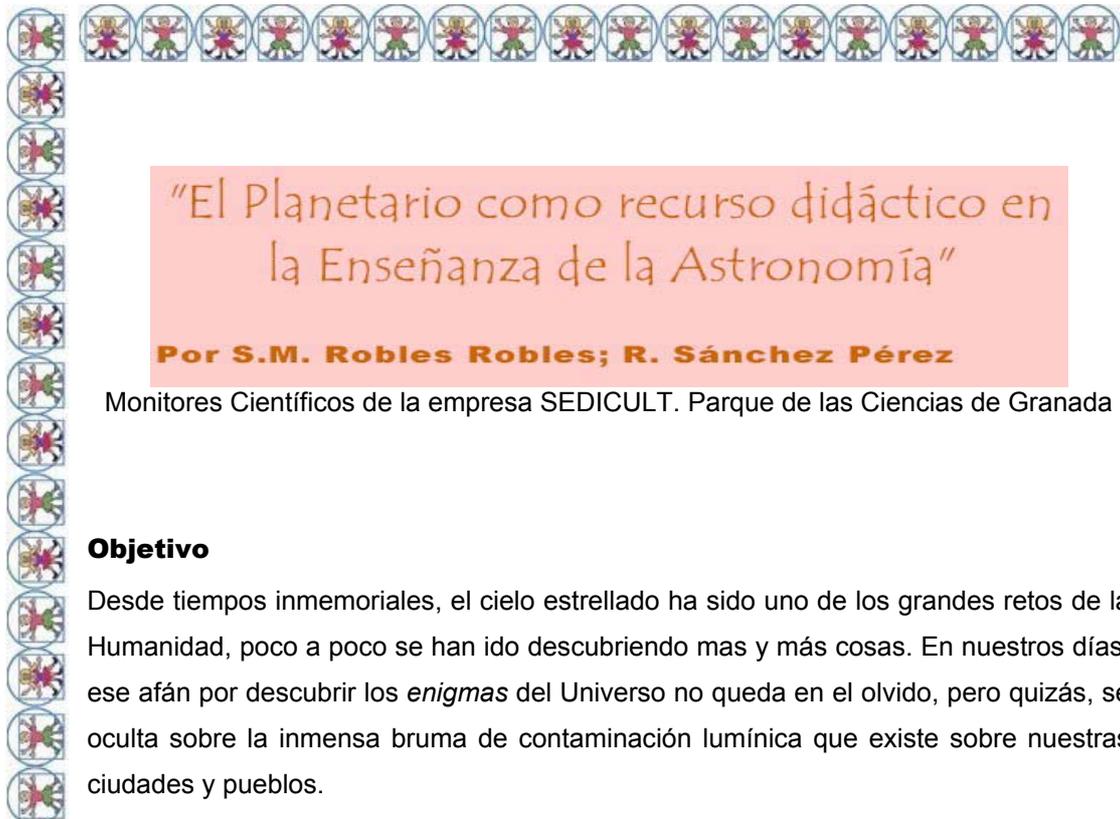
V. Conclusiones

1. El módulo recopila toda la información obtenida de la sala donde se encuentra para plantear una serie de problemas de carácter global que necesitan ser solucionados. Sus contenidos son adecuados a la idea de “compendio de información”.
2. A pesar de encontrar unos contenidos adecuados al objetivo propuesto por los diseñadores del módulo, no existe coherencia en la relación de imágenes entre sí y de éstas con los textos.
3. Tanto algunas de las imágenes como algunas de las frases que se incluyen en el módulo no son muy acertadas y proponemos, por tanto, algunas modificaciones para éstas.
4. No se consigue el objetivo de “implicación del visitante en la problemática mundial del desarrollo”, ni tampoco se llega a provocar un cambio de actitud ya que no invita a la reflexión al ser una lluvia de información sin demasiada conexión entre sí.
5. El efecto que causa este módulo es el de la utilización del mismo como pasillo de acceso entre una sala y otra debido al exceso de información en un espacio reducido y, aparentemente, sin conexión.
6. No se aprovecha didácticamente el potencial educativo implícito en este tipo de material expositivo.

Referencias bibliográficas

- ALEGRE ROIG, C.; BARBA ENCARNACIÓN, LL. y MINGOTE CRISTÓFOL, A. (1993). El impacto medioambiental. *Cuadernos de Pedagogía. Barcelona*. Vol. 211. pp.: 38-39.
- ALLEN, S. (1997). Using Scientific Inquiry Activities in Exhibit Explanatios. *Science Education. Phoenix*. Vol. 81, nº 6. pp.: 715-733.
- BENNETT, J. Y GEORGE, S. (1994). *"La maquinaria del hambre"*. Ed. *El País Aguilar*.
- CALVO, S. y FRANQUESA, T. (1998). Sobre la nueva educación ambiental o algo así. *Cuadernos de Pedagogía. Barcelona*. Nº 267. pp.: 48-54.
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. (1992). “Decreto 105/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las Enseñanzas correspondientes a la Educación Primaria en Andalucía”. (BOJA nº 56 de 20 de junio de 1992).
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. (1992). “Decreto 109/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las Enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria en Andalucía”. (BOJA nº 56 de 20 de junio de 1992).
- DE BLAS ZABALETA, P.; HERRERO MOLINO, C. y PARDO DÍAZ, a. (1991). *Respuesta educativa a la crisis ambiental*. C.I.D.E. Madrid.
- EHRLICH, P.R. Y EHRLICH, A.H. (1994). *La explosión demográfica: el principal problema ecológico*. Salvat.

- GARCÍA GÓMEZ, J. (1997). *La Educación Ambiental vertebradora del Desarrollo Sostenible [en Rosúa Campos, J.L. et al. (Eds.)] "II Congreso Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente"*. Granada.
- HERNÁNDEZ CARDONA, F. X. (1998). Museología y didáctica. Consideraciones epistemológicas. *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. Nº 15. pp.: 31-37.
- HIGUERAS, M^a. M. A. (1994). Jugando a entender el mundo. *Cuadernos de Pedagogía*. Barcelona. Vol. 225. pp.: 58-61.
- PÉREZ, C.; DÍAZ, M^o. P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTIN, M. y CUESTA, M. (1998). *Centros de Ciencia. Espacios interactivos para el aprendizaje. País Vasco. Servicio de la editorial de la Universidad del P. Vasco*.
- SANTACANA, J. (1998). Museos, ¿al servicio de quién?. *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. Nº 15. pp.: 39-49.
- SANZ LÓPEZ, C. Y SÁNCHEZ ALHAMA, J. (1995). *Medio ambiente y sociedad: de la metáfora organicista a la preservación ecológica*. Ed. Ecorama.
- TAJES, M. Y ORELLÁN, M.D. (2001). *Ciencia y Educación Ambiental*. CENEAM. Ministerio de Medio Ambiente. Sin publicar.



"El Planetario como recurso didáctico en la Enseñanza de la Astronomía"

Por S.M. Robles Robles; R. Sánchez Pérez

Monitores Científicos de la empresa SEDICULT. Parque de las Ciencias de Granada

Objetivo

Desde tiempos inmemoriales, el cielo estrellado ha sido uno de los grandes retos de la Humanidad, poco a poco se han ido descubriendo mas y más cosas. En nuestros días, ese afán por descubrir los *enigmas* del Universo no queda en el olvido, pero quizás, se oculta sobre la inmensa bruma de contaminación lumínica que existe sobre nuestras ciudades y pueblos.

Por ello, el Planetario va cobrando cierto peso si queremos conocer un poco mas el cielo, sin necesidad de subirnos a lo alto de una sierra, es decir, cómodamente desde el sillón. Con este estudio, se ha querido comprobar cuánto ha calado la sesión de Planetario en sus visitantes, si

les ha despertado la curiosidad, el *gusanillo* o la afición. Se trataba de ver también cuales eran las dudas mas frecuentes que se les planteaban.

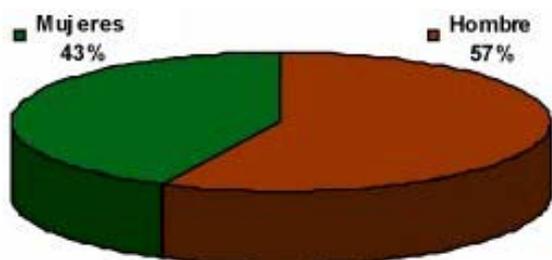
Metodología

El procedimiento seguido ha sido elegir una muestra significativa de todos los visitantes a las sesiones de Planetario, con contenido exclusivamente científico, en total una población de 8278 asistentes (la capacidad del Planetario de Parque de las Ciencias de Granada es de 83 plazas). Una vez elegida la población, lo siguiente era recoger y clasificar todas las consultas efectuadas por los por dichos asistentes. De todas las consultas realizadas se han hecho tres clasificaciones, según la pregunta fuese planteada por un hombre o una mujer, según la edad de la persona y por ultimo según el tipo de duda planteada.

- **Según edad**, se ha hecho siguiendo el esquema estándar (Papalia et al, 1992): INFANCIA desde 5 hasta 11 años (la edad mínima de acceso al Planetario es de 5 años), ADOLESCENCIA desde 12 hasta 20 años, JUVENTUD desde 21 hasta 45 años, MADUREZ desde 46 hasta 65 años, y *SENECTUD* de más de 65 años. Se han añadido las consultas planteadas por personas con *necesidades educativas especiales*.
- **Según tipo de pregunta**, atendiendo a siete categorías, *CLASE A*, preguntas sobre el material técnico existente en el Planetario, *CLASE B*, específicas sobre el desarrollo de las sesiones vistas, *CLASE C*, sobre investigación espacial, *CLASE D*, acerca de conocimientos generales de Astronomía, *CLASE E*, preguntas planteadas a partir de errores conceptuales, *CLASE F*, de observaciones astronómicas, y *CLASE G*, otras. Realizadas las clasificaciones pertinentes, las consultas fueron englobadas en cada una de ellas, de manera que los resultados obtenidos tras un análisis estadístico simple se exponen a continuación.

Resultados: Dudas planteadas

Tras considerar a una población de 8278 asistentes, el número de preguntas realizadas fue 274, sólo el 3.31% del total de dicha población.

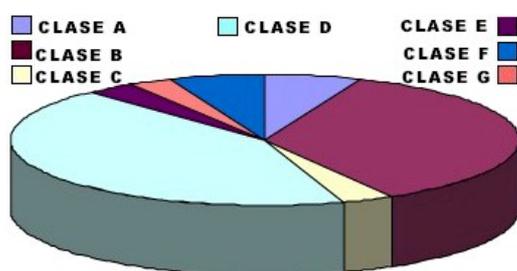
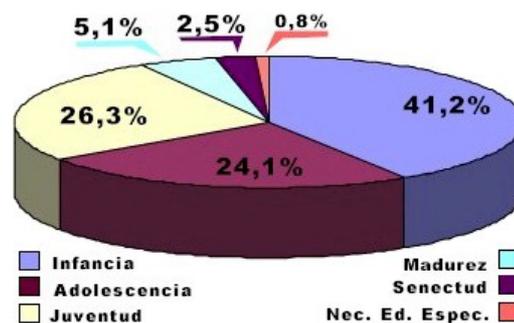


¿Hombres, mujeres?. ¿Quién “da” más?

De todas las preguntas realizadas, resultó que en los hombres el Planetario despierta la curiosidad más que en las mujeres, aunque la diferencia prácticamente no es significativa, 157 (57.3%) frente a 117 (42.7%).

Al aumentar la edad, ¿Aumenta el rubor, o el desconocimiento?

Por edades se ha obtenido que a medida que va aumentando la edad, el número de consultas va descendiendo, salvo en el caso de la Juventud siendo algo superior dicho número que en la Adolescencia. Infancia 113 (41.2%), Adolescencia 66 (24.1%), Juventud 72 (26.3%), Madurez 14 (5.1%), Senectud 7 (2.5%) y con Necesidades Educativas Especiales 2 (0.8%).



Diversidad de dudas tras la sesión

Del escaso número de consultas realizadas, se ha encontrado que la gran mayoría corresponde a cuestiones generales de Astronomía (que no se han visto en las sesiones), seguido muy de cerca por las consultas planteadas sobre el desarrollo específico de cada sesión de Planetario; 118 (43.1%), frente a 97 (35.4%).

Conclusión

Tras realizar la investigación, clasificar y analizar las consultas planteadas, hemos obtenido que tras una sesión en el Planetario el número de preguntas planteadas es bastante pobre, a pesar de que el desconocimiento de la Astronomía es muy común en la Sociedad. Tan sólo los más pequeños han sido los que más se han animado a consultar las dudas surgidas durante la sesión. Ellos han sido los más predispuestos a entablar una conversación sobre las cosas que ignoraban o que ya sabían e intuían. Con estas edades (5-11 años) las necesidades de preguntarlo todo son muy grandes, traduciéndose sobremanera en el Planetario. A medida que las edades de los asistentes van aumentando, casi proporcionalmente, el número de preguntas va disminuyendo, aunque, no, a buen seguro, las dudas creadas; ¿cuál es el problema entonces?, la respuesta, creemos, es muy fácil, cuando pasamos de la infancia a la adolescencia, de ésta a la juventud y así paulatinamente hasta que llegamos a la senectud, nos ruborizamos más fácilmente y aumenta el miedo de preguntar en público, esto es más fuerte que la necesidad de preguntar, por lo que puede ser la razón de este descenso tan considerable de consultas.

Por otra parte, la mayor parte de las preguntas registradas iban en la línea de conocer un poco más el desconocido “mundo” de la Astronomía, es también muy lógico, al ver una sesión astronómica, que quien se atreve a preguntar lo hace para resolver casi todas sus dudas, que por supuesto, se salen del contexto de una sesión de Planetario de tan sólo 25 o 35 minutos.

Queremos plantear dos propuestas a los resultados obtenidos: La primera es aumentar el interés por los Planetarios, como el gran recurso para la correcta enseñanza de la Astronomía, entre el público en general, planteándolo como la única herramienta que puede hacer frente, hoy por hoy, a la contaminación lumínica. La segunda consiste en motivar a los visitantes para que consulten todas las dudas que tengan o se les planteen durante la sesión. Lógicamente, estas propuestas van en la línea de despertar el “gusanillo” o la afición por la Astronomía, sin olvidar que sobre las luces de las ciudades se esconde el mismo cielo que podemos observar en el Planetario, desde el “sillón”.



“Ambientalizar la Escuela Infantil (0-3 años): Una experiencia de innovación compartida”

M. Arpí Acebrón; A. Sabanés Parramón; L. Sánchez Hidalgo;
Equip Escola Bressol-Gespa;
Coordinación: M. Espinet y R. Tarín
Fundació Escola Bressol-Gespa; Depto. Didáctica de la Mat. y de les CC.EE.; ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona

La “Escola Bressol Gespa”: Una escuela abierta al medio

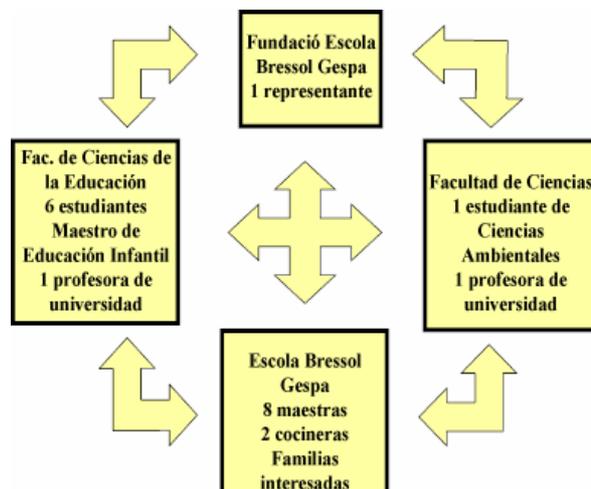
La “Escola Bressol Gespa” está situada en el campus de la UAB. Se creó en el 1975 y pertenece a la “Fundació Privada Gespa” formada por personal de gestión de la universidad, maestros y representantes del ayuntamiento de Cerdanyola del Vallès. La escuela acoge unos 60 niños y niñas de entre 4 meses y 3 años de edad organizados en seis grupos incluyendo 10 adultos.

La escuela se encuentra inserta en un contexto rico y estimulante:

- Contexto educativo: Catalunya mantiene una fuerte tradición histórica de valoración de la educación infantil y de defensa de su institucionalización.
- Contexto social y cultural: Disponibilidad de recursos sociales, culturales, y profesionales en el campus.
- Contexto natural: Diversidad natural y fácil acceso de los niños y niñas al medio que les rodea.
- Trayectoria: El curso pasado se inició el proyecto de ambientalización centrado en la temática de los residuos.

¿Quién participó? Una comunidad de aprendizaje.

El proyecto de ambientalización de la “Escola Bressol Gespa” se ha llevado a cabo con la colaboración de diferentes personas con el objetivo de construir auténticas comunidades de aprendizaje.



¿Dónde se encuentra esta escuela? El Campus de la UAB.

La Universitat Autònoma de Barcelona es una de las primeras universidades catalanes en implantar programas innovadores para el desarrollo de universidades sostenibles. Estos programas se han centrado en la iniciación de procesos de ambientalización tanto a nivel de gestión como también del currículum. La universidad se encuentra ubicada en un campus cerca de Barcelona y acoge diariamente unas 40.000 personas entre estudiantes, personal docente y no docente.

- 1990 Primera universidad española que pone en marcha programas de gestión de los residuos de laboratorios.
- 1992 Primera universidad española que ofrece programas de Ciencias Ambientales.
- 1996 La Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB acepta ser centro experimental para el programa de residuo mínimo.
- 1998 Se inicia el proyecto de ambientalización de la Facultad de Ciencias de la Educación.
- 2000 Diseño de un plan de gestión y mejora forestal que desarrolla la Agenda 21 en relación a la Biodiversidad.

La ambientalización de la escuela a nivel de gestión: La ecoauditoría sobre biodiversidad. Objetivos, Fases del proceso, Diagnóstico, Acciones de mejora.

Objetivos

La ecoauditoría sobre biodiversidad pretende promover la reflexión entre los educadores y las familias, la construcción de conocimiento y la implantación de acciones de mejora del funcionamiento del centro para que la escuela se transforme en un agente de conservación y enriquecimiento de la biodiversidad de su entorno.

Fases del proceso: 1. Diagnóstico

¿Cuál es la diversidad biológica de la escuela? ¿Qué especies animales y vegetales se encuentran dentro del edificio? ¿Qué especies animales y vegetales se encuentran en el patio y en las zonas exteriores de la escuela? ¿Qué animales y plantas se encuentran en el entorno cotidiano de las familias?

2. Acciones de mejora:

- Traer fotos sobre las plantas que conviven en casa
- Hacer una plantada de hierbas aromáticas en el patio
- Creación de un huerto escolar basado en la permacultura en el patio de la escuela
- Creación de un estanque dentro del recinto de la escuela
- Dejar zonas vírgenes en los bosques del patio de la escuela
- Adaptación de un itinerario de naturaleza para los más pequeños y sus familias
- Tapar las verjas con plantas
- Apadrinamiento de los árboles de la escuela por parte de las familias de los niños y niñas del último curso

La ambientalización de la escuela a nivel de currículum (0-3 años). Unidades didácticas sobre educación ambiental (El huerto). Objetivos y Actividades.

3. Objetivos

Las unidades didácticas diseñadas tienen el objetivo de desarrollar nuevas maneras de comprender, actuar y valorar la diversidad de entornos naturales en el que viven nuestros alumnos. El reto que nos planteamos fue crear un nuevo entorno en la escuela: un huerto ecológico y educativo adecuado para los más pequeños y sus familias.

4. Las actividades

Las actividades que se realizaron con los niños y niñas fueron del mismo tipo pero adaptadas a los intereses y habilidades de cada grupo de alumnos.

- Actividades sensoriales: manipulación de diversos tipos de suelos (arcilla, arena y humus), manipulación de diversos tipos de semillas (zanahoria, lentejas, arroz, mijo, etc.)
- Actividades narrativas: creación de cuentos ambientales sobre nuestro huerto que favorecen el establecimiento de relaciones entre los elementos de este medio (animales, plantas, personas y condiciones ambientales)
- Actividades plásticas: representación del huerto a través de la creación de murales con materiales naturales, plásticos y fotográficos.
- Actividades de observación e interacción con el medio: realización de las acciones de mantenimiento del huerto de la escuela, salida a un huerto cercano, observación y cuidado de seres vivos en el aula,
- Actividades de juego simbólico: Juego por rincones (la casa y los utensilios de la vida cotidiana).

¿Qué pretendemos?

1. Construir una escuela infantil basada en la responsabilidad hacia los valores de una sociedad comprometida con la sostenibilidad del medio.
2. Diseñar, probar y evaluar propuestas de intervención educativa sobre la Biodiversidad en el aula e implicar a las familias en el desarrollo de una escuela sostenible.

- Realizar una ecoauditoria ambiental: Llevar a cabo una diagnosis, seleccionar unas acciones, y realizar una evaluación del funcionamiento del centro sobre la Biodiversidad.

Establecer contactos con otras escuelas interesadas y difundir nuestro trabajo en diversos foros educativos tanto de educación ambiental como de educación infantil.

AMBIENTALIZAR LA ESCUELA INFANTIL (0-3): UN TRABAJO COLECTIVO SOBRE BIODIVERSIDAD

Mariona Espinet*, Rosa Tarín*, Marta Solano** & Escola Bressol Gespa***
 * Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, UAB; ** Ciències Ambientals, UAB; *** Campus UAB
 Congreso Nacional "La Ciencia en la Educación Infantil y Primaria", Parque de las Ciencias de Granada, 5-8 de Septiembre 2011

LA "ESCOLA BRESSOL GESPA": UNA ESCUELA ABIERTA AL MEDIO

La "Escola Bressol Gespa" está situada en el campus de la UAB. Se creó en el 1975 y pertenece a la "Fundació Privada Gespa" formada por personal de gestión de la universidad, maestros y representantes del ayuntamiento de Cerdanyola del Vallès. La escuela acoge unos 60 niños y niñas de entre 4 meses y 3 años de edad organizados en seis grupos incluyendo 10 adultos. La escuela se encuentra inserida en un contexto rico y estimulante:

- Contexto educativo: Catalunya mantiene una fuerte tradición histórica de valoración de la educación infantil y de defensa de su institucionalización.
- Contexto social y cultural: Disponibilidad de recursos sociales, culturales, y profesionales en el campus.
- Contexto natural: Diversidad natural y fácil acceso de los niños y niñas al medio que les rodea.
- Trayectoria: El curso pasado se inició el proyecto de ambientalización centrado en la temática de los residuos.

¿QUIEN PARTICIPÓ?: UNA COMUNIDAD DE APRENDIZAJE

El proyecto de ambientalización de la "Escola Bressol Gespa" se ha llevado a cabo con la colaboración de diferentes personas con el objetivo de construir auténticas comunidades de aprendizaje.

Ellemtó ecològic escolar de l'Escola Bressol Gespa

¿DONDE SE ENCUENTRA ESTA ESCUELA?: EL CAMPUS DE LA UAB

La Universitat Autònoma de Barcelona es una de las primeras universidades catalanas en implantar programas innovadores para el desarrollo de universidades sostenibles. Estos programas se han centrado en la iniciación de procesos de ambientalización tanto a nivel de gestión como también del currículum. La universidad se encuentra ubicada en un campus cerca de Barcelona y acoge diariamente unas 40.000 personas entre estudiantes, personal docente y no docente.

- * 1990 Primera universitat espanyola que posa en marxa programes de gestió dels residus de laboratoris
- * 1992 Primera universitat espanyola que ofereix programes de Ciències Ambientals
- * 1996 La Facultat de Ciències de l'Educació de la UAB accepta ser centre experimental per al programa de residu mínim
- * 1998 S'inicia el projecte d'ambientalització de la Facultat de Ciències de l'Educació.
- * 2000 Disseny de un plan de gestió y mejora forestal que desarrolla la Agenda 21 en relación a la Biodiversidad

Manipulació experimental de diferents tipus de terra

Manipulació experimental de mescla d'aigua i sòl

Las famílies col·laboren en la construcció del huerto de l'escola

Observació de les primeres fruites del huerto

Col·laboració en les tasques del huerto

LA AMBIENTALIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA ESCUELA

OBJETIVOS
 La ecoauditoria sobre biodiversidad pretende promover la reflexión entre los educadores y las familias, la construcción de conocimiento y la implantación de acciones de mejora del funcionamiento del centro para que la escuela se transforme en un agente de conservación y enriquecimiento de la biodiversidad de su entorno.

FASES DEL PROCESO
DIAGNOSIS:
 ¿Cuál es la diversidad biológica de la escuela? ¿Qué especies animales y vegetales se encuentran dentro del edificio? ¿Qué especies animales y vegetales se encuentran en el patio y en las zonas exteriores de la escuela? ¿Qué animales y plantas se encuentran en el entorno cotidiano de las familias?

ACCIONES DE MEJORA:

- * Traer fotos sobre las plantas que conviven en casa
- * Hacer una plantada de hierbas aromáticas en el patio
- * Creación de un huerto escolar basado en la permacultura en el patio de la escuela
- * Creación de un estanque dentro del recinto de la escuela
- * Dejar zonas vírgenes en los bosques del patio de la escuela
- * Adaptación de un itinerario de naturaleza para los más pequeños y sus familias
- * Tapar las verjas con plantas
- * Apedrinamiento de los árboles de la escuela por parte de las familias de los niños y niñas del último curso

LA AMBIENTALIZACIÓN CURRÍCULAR (0-3): UNIDADES DIDÁCTICAS SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL (EL HUERTO)

OBJETIVOS
 Las unidades didácticas diseñadas tienen el objetivo de desarrollar nuevas maneras de comprender, actuar y valorar la diversidad de entornos naturales en el que viven nuestros alumnos. El reto que nos planteamos fue crear un nuevo entorno en la escuela: un huerto ecológico y educativo adecuado para los más pequeños y sus familias.

LAS ACTIVIDADES
 Las actividades que se realizaron con los niños y niñas fueron del mismo tipo pero adaptadas a los intereses y habilidades de cada grupo de alumnos.

- * Actividades sensoriales: manipulación de diversos tipos de suelos (arcilla, arena y humus), manipulación de diversos tipos de semillas (zanahoria, lentejas, arroz, mijo, etc.)
- * Actividades narrativas: creación de cuentos ambientales sobre nuestro huerto que favorecen el establecimiento de relaciones entre los elementos de este medio (animales, plantas, personas y condiciones ambientales)
- * Actividades plásticas: representación del huerto a través de la creación de murales con materiales naturales, plásticos y fotográficos.
- * Actividades de observación e interacción con el medio: realización de las acciones de mantenimiento del huerto de la escuela, salida a un huerto cercano, observación y cuidado de seres vivos en el aula.
- * Actividades de juego simbólico: Juego por rincones (la casa y los utensilios de la vida cotidiana).

¿QUÉ PRETENDEMOS?

- 1.º Construir una escuela infantil basada en la responsabilidad hacia los valores de una sociedad comprometida con la sostenibilidad del medio
2. Diseñar, probar y evaluar propuestas de intervención educativa sobre la Biodiversidad en el aula e implicar a las familias en el desarrollo de una escuela sostenible
3. Realizar una ecoauditoria ambiental: Llevar a cabo una diagnosis, seleccionar unas acciones, y realizar una evaluación del funcionamiento del centro sobre la Biodiversidad.
4. Establecer contactos con otras escuelas interesadas y difundir nuestro trabajo en diversos foros educativos tanto de educación ambiental como de educación infantil.

ÍNDICES



I. Índice Alfabético de Conferencias

CONFERENCIAS	AUTORES	PÁGINA
• “La Ciencia como un legado europeo”.....	Delgado Barrio, Gerardo	29
• “Ciencia y Cultura”.....	Fernández Rañada, Antonio	32
• “¿Por qué, cómo y cuándo enseñar Ciencia?”.....	López Sancho, José María	31
• “El diálogo de la Educación y la Ciencia visto por un historiador del Mundo Clásico”.....	Olmos Romera, Ricardo	13
• “El papel de los museos en la Enseñanza de la Ciencia”.....	Páramo Sureda, Ernesto	34
• “La Didáctica de las Ciencias como puente entre la Ciencia de los científicos y la Ciencia escolar”.....	Perales Palacios, Fco. Javier	33
• “La industria del conocimiento”.....	Tiemblo Ramos, Alfredo	29
• “El experimento casero y la motivación científica”.....	Yuste Llandres, Manuel	30

II. Índice Alfabético de Comunicaciones

COMUNICACIONES	AUTORES	PÁGINA
• “A través de un armario: Física para los más pequeños”.....	López, J; Pla, M; Cano, E; Lorenzo, N; Pla, I.....	37
• “Actividades didácticas en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología”.....	Martín, RM.....	195
• “Adecuación didáctica del módulo de desertización, basuras y gestión de aguas de museos y parques de las ciencias”.....	Quijano, R; Aguilera, A.....	117
• “Ambientalizar la Escuela Infantil (0-3 años): Una experiencia de innovación compartida”.....	Arpí, M; Sabanés, A; Sánchez, L; Espinet, M; Tarín, R.....	114
• “Descubrir y disfrutar la Ciencia en Cosmocaixa”.....	Romero, L.....	141
• “El árbol conceptual: Una herramienta de programación de actividades escolares en la Enseñanza de la Ciencia”.....	Gómez, MJ; Julve, J; López A, JM; López S, JM; Refolio, MC; Tiemblo, A.....	124
• “Erosionómetro: Aplicación didáctica en las primeras etapas de la Enseñanza Obligatoria”.....	Quijano, R; Aguilera, A.....	46
• “Física en el aula: Dos experimentos sencillos de magnetismo”.....	Gómez, MJ; Julve, J; López A, JM; López S, JM; Refolio, MC; Tiemblo, A.....	51
• “La Ciencia ¡Así de fácil!”.....	Vélez, R; Pacheco, J; Fernández, MLL.....	132
• “La dimensión ética de la formación de docentes para la Ciencia”.....	Weis, R.....	145
• “La investigación-acción en torno a la resolución de problemas ambientales en la Enseñanza de las Ciencias en la formación de Maestros de Infantil y Primaria”.....	Conde, C; Sánchez, S	153

• “La minería a cielo abierto: ¿Ventaja o inconveniente? Elaboración de material didáctico para conocer su realidad”.....	Parras, J; Pinacho, J; Mengual, FV.....	72
• “La motivación científica a través de la observación de fenómenos naturales: El Arco Iris”.....	Carreras, C.....	76
• “Las Ciencias de la Naturaleza en Educación Infantil. El punto de vista de los profesionales y estudiantes de Magisterio”.....	López, MA.....	186
• “Las rocas de los edificios histórico-artísticos: Una propuesta didáctica para el estudio de los diferentes tipos de rocas”.....	Parras, J.....	86
• “Las salidas al medio como recurso en la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la formación de Maestros de Infantil y Primaria”.....	Sánchez,S; Conde, C.....	174
• “¡Qué impere la realidad!: Interpretar la realidad, objeto de la Ciencia, es el mejor recurso para desarrollar la facultad humana del entendimiento”.....	Hernández, JL; Bandera, F; Atrio, S.....	163
• “¿Qué saben los niños del agua al final al final de la Educación Primaria”.....	Fuente, A de la; Carenas, B; Domínguez, C; Olmos, JA.....	94
• “¿Se puede aprender Química en Educación Primaria?: Una propuesta sobre oxidación”.....	Pérez, C; Manuel, E de; Fernández, E....	102
• “Un día en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología: Guía Didáctica del MNCT.....	Martínez, P.....	202
• “Utilización didáctica de los museos de ciencias. Un caso práctico: Talleres de minerales y rocas para Educación Infantil y primer ciclo de Educación Primaria, en el área de exposición del programa <Royal Collection> del Museo de las Ciencias Príncipe Felipe, de Valencia”.....	Díaz, MA.....	181

III. Índice Alfabético de Pósters

PÓSTERS	AUTORES	PÁGINA
• “Ambientalizar la Escuela Infantil (0-3 años): Una experiencia de innovación compartida”.....	Arpí, M; Sabanés, A; Sánchez, L; Espinet, M; Tarín, R.....	222
• “El planetario como recurso didáctico en la Enseñanza de la Astronomía”.....	Robles, SM; Sánchez, R.....	219
• “La Física en los planes de estudio de la titulación de Maestro Especialista de la Universidad de La Laguna”.....	López-Couros, T; Hernández-Rodríguez, C; Torres-Betancort, ME; Guerra, JC.....	208
• “Papel didáctico de los paneles de exposición fotográfica en los parques de las ciencias”.....	Quijano, R; Aguilera, A.....	212

IV. Índice Alfabético de Inscritos por Instituciones

INSTITUCIONES	INSCRITOS	PARTICIPACIÓN
• Centre de Formació y Recursos de Valencia, de la Comunitat Valenciana	Díaz Borrás, MÁ.....	Comunicación
• Centro de Apoyo al Profesorado de Vallecas, de la Comunidad de Madrid.....	Martínez Sanz, A; Pérez Enciso, T.....	Mesas redondas
• Centro de Profesores de Santa Cruz de Tenerife.....	Jiménez Chinae, J C.....	Asistencia
• Centro de Estudios Superiores “Don Bosco”.....	Andrés Vela, P; Atrio Cerezo, S; Bandera de la Riva, F; Hernández Pacheco, JL; Riesco González, M.....	Comunicación y Mesas redondas
• Centro de Estudios Superiores “Don Bosco”.....	Alonso del Pozo, Á; Martínez Garralón, G; Moreno Gómez, E.....	Asistencia
• Centros Familiares de Enseñanza – Asesoría Pedagógica.....	Mary Jane, A.....	Asistencia
• Centros Familiares de Enseñanza de Algeciras.....	Bravo Díaz, M.....	Asistencia
• Colegio Público “Federico García Lorca”, Ceuta.....	Labra Martínez, IM.....	Asistencia
• Colegio Público “Juan Carlos I”, de Ceuta.....	Fuentes Moscoso, R; Ovejero Rodríguez, MJ.....	Asistencia
• Colegio Público “Miguel Berrocal” de Loja, Granada.....	Cuberos Luque, C.....	Asistencia
• Col.legi de Educació Infantil i Primària “Sant Baldiri”, Lliçà D’Amunt, Barcelona.....	Giol Fernández, N.....	Asistencia
• Cosmocaixa - Fundació La Caixa.....	Romero rincón, L.....	Comunicación
• Departamento de Educación y Cultura del Gobierno Foral de Navarra	Echániz Goñi, MJ; Zabalza Vergara, MJ.....	Asistencia
• Instituto Académico de Formación Docente “Oranim”, Israel.....	Weis, Raul.....	Comunicación
• Instituto de Historia, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.....	Olmos Romera, R; Sánchez Palencia, J.....	Conferencia y Mesa redonda
• Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.....	Gómez Díaz, MJ; Julve Pérez, J; León, J; López Álvarez, JM; López Sancho, JM; Pastor Benavides, JM; Refolio Refolio, C; Rubio Bernal, J.; Tiemblo Ramos, A.....	Conferencias, Mesas redondas y Comunicaciones

• Instituto de Enseñanza Secundaria "Juan Carlos I" de Murcia.....	Fernández Garrido, MLI; Pacheco Ortuño, J; Vélez Valero, RM.....	Comunicación
• Instituto de Enseñanza Secundaria "Siete Colinas", Ceuta.....	Sempere Gálvez, T.....	Asistencia
• Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Madrid.....	Martín Latorre, RM; Martínez Mena, P...	Comunicaciones
• Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Madrid.....	Jiménez Albarrán, J; López Campos, R; Sebastián, A.....	Asistencia
• Museu de la Ciència de Barcelona - Fundació La Caixa.....	Arderiú Camarasa, E; Moll Ferre, B.....	Asistencia
• Museu de les Ciències "Príncep Felipe" de València.....	Cubells Gironés, A.....	Asistencia
• Parque de las Ciencias de Granada.....	Páramo Sureda, E; Robles Robles, SM; Sánchez Pérez, R.....	Conferencia y Póster
• Real Sociedad Española de Física.....	Delgado Barrio, G; Herrán, C.....	Conferencia y Mesa Redonda
• Universitat Autònoma de Barcelona - Equip Escola Bressol Gespa.....	Arpí Acebrón, M; Sabanés Parramón, A; Sánchez Hidalgo, L.....	Comunicación y Póster
• Universidad Autónoma de Madrid – Escuela Universitaria de Magisterio "Santa María".....	Alda de la Fuente, E; Domínguez Díaz, C.....	Comunicación
• Universitat de Barcelona.....	López Catalán, J.....	Comunicación
• Universidad de Buenos Aires.....	Weis, Renée.....	Asistencia
• Universidad de Castilla - La Mancha Escuela Universitaria de Magisterio de Albacete.....	Vázquez Moliní, AM.....	Asistencia
• Universidad de Castilla - La Mancha Escuela Universitaria de Magisterio de Ciudad Real.....	Parras Armenteros, J; Pinacho Sánchez, I.....	Comunicaciones
• Universidad Complutense de Madrid.....	Fernández Rañada, A.....	Conferencia
• Universidad de Extremadura - Facultad de Formación del Profesorado de Cáceres.....	Conde Núñez, C; Sánchez Cepeda, S.....	Comunicaciones
• Universidad de Granada – Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.....	Perales Palacios, FJ; Pérez Guzmán, C.....	Conferencia y Comunicación
• Universidad de Granada.....	Cabrerizo, M; Martínez Jiménez, L; Ortega Fraile, O.....	Asistencia

- Universidad de Jaén - Facultad de Ciencias de la Educación..... Aguilera Jiménez, I; Quijano López, R..... Comunicaciones y Póster
- Universidad de La Laguna - Departamento de Física Básica..... López - Couros, T..... Póster
- Universidad Nacional de Educación a Distancia - Depto. de Física de los Materiales, Madrid..... Carreras Béjar, C; Yuste Llandres, M..... Conferencia y Comunicación
- Universidad de Valladolid - Escuela Universitaria de Magisterio de Segovia..... López Luengo, MA..... Comunicación



