

En este artículo se destaca el papel de las experiencias prácticas en la formación científico-didáctica de maestros de la educación Infantil y Primaria. Con la asunción de que el aprendizaje por investigación es el modelo más idóneo para aprender Ciencias, se presentan las experiencias prácticas como actividades imprescindibles en las secuencias de investigación del medio natural y tecnológico. Para ello, se describen tipos de experiencias prácticas para el ámbito escolar y su posible integración en unidades didácticas investigadoras. Todo ello se sitúa, como contexto de aplicación, en la asignatura *Taller de Ciencia Recreativa*, que viene desarrollándose con futuros maestros, desde hace trece años, en la Universidad de Sevilla.

PALABRAS CLAVE: *Aprendizaje por investigación; Ciencia recreativa; Enseñanza de las Ciencias; Experiencias prácticas; Formación inicial de maestros.*

Las experiencias prácticas para el conocimiento del medio (natural y tecnológico) en la formación inicial de maestros

pp. 73-88

73

Ana M^a Criado*

Antonio García-Carmona*

Universidad de Sevilla

Introducción

Muchos de los futuros profesores de Educación Primaria y de Educación Infantil son estudiantes que llegan a la Universidad habiendo tenido malas experiencias con el aprendizaje de la Ciencia. De hecho, una gran parte de ellos ha accedido a la carrera universitaria sin haber optado en Bachillerato por un itinerario científico-tecnológico¹; o bien proceden de

la Formación Profesional, con especialidades generalmente no relacionadas con la Ciencia. Lo cierto es que suelen mostrar cierto rechazo hacia ésta porque su enseñanza la recibieron, en general, con un alto nivel de abstracción y a través de metodologías poco motivadoras e ineficaces para su aprendizaje. Pero, fundamentalmente, porque no llegaron a evidenciar la presencia y utilidad de la Ciencia en la vida cotidiana (García-Carmona, 2006; Gil y Vilches,

* Dirección de contacto: Grupo de Investigación GAIA. (acriado@us.es; garcia-carmona@us.es).

¹ Incluso si en 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (15-16 años) no escogieron asignaturas de Ciencias entre las opcionales que se les ofrece, el último curso donde estudiaron Ciencias obligatoriamente fue en 3º de ESO (14-15 años).

✉ Artículo recibido el 27 de julio de 2011 y aceptado el 10 de agosto de 2011.

2006; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005; Informe Enciende, 2011).

Esto tiene, lógicamente, una repercusión trascendente—generalmente negativa—en la docencia que procesarán los maestros, sobre todo a la hora de plantearse la enseñanza de contenidos de Ciencia escolar con su alumnado. Appleton y Kindt (1999) señalan la falta de confianza en sí mismos de los maestros para enseñar Ciencias como causa de que luego sean poco proclives a ello. Por este motivo, en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias que impartimos a futuros maestros, dedicamos un tiempo importante a la planificación e implementación de experiencias prácticas. Estas suelen ser un buen reclamo para acercar a los estudiantes a la Ciencia. Su realización continuada favorece que los estudiantes las conciban como una actividad habitual e interesante para aprender Ciencias; además, ayuda a que estos abandonen su visión denostada de la Ciencia escolar.

Entre las asignaturas que impartimos con este enfoque, destacamos la que se denomina *Taller de Ciencia Recreativa*. Su finalidad es promover entre los futuros maestros la idea de que se puede aprender (por tanto, enseñar) Ciencia escolar en un clima ameno y divertido. Concretamente, se promueve la realización de experiencias sencillas (de fácil ejecución y con el uso de materiales caseros) sobre fenómenos naturales y artefactos tecnológicos, fácilmente observables en la vida diaria.

En lo que sigue, describimos nuestra visión acerca del sentido de las experiencias prácticas para el conocimiento del medio (natural y tecnológico), los tipos de experiencias prácticas que solemos distinguir, y su posible integración en los procesos de enseñanza/aprendizaje. Luego, hacemos una descripción general de la asignatura de *Taller de Ciencia Recreativa*, destacando los objetivos y competencias que se persiguen, así como la metodología habitual seguida para su desarrollo. Indicamos los requisitos básicos para que una experiencia práctica resulte interesante y atractiva a los estudiantes de maestro; y, finalmente, presentamos las fichas acabadas de algunas de las experiencias prácticas que realizamos con nuestros estudiantes.

Sentido y relevancia de las experiencias prácticas en el aprendizaje de la ciencia escolar básica

En los niveles educativos básicos se sugiere promover una Ciencia escolar que priorice el análisis de aquellos fenómenos fácilmente observables por los escolares en su entorno cotidiano (Campbell y Lubben, 2000; Cañal, Pozuelos y Travé, 2005). Asimismo, se promulga un aprendizaje basado en la indagación (Abd-El-Khalick et al., 2004; Cañal, 2007; García-Carmona, 2011; Wenning, 2005...) mediante el cual, con las adaptaciones oportunas al ámbito educativo y las orientaciones del profesor, los escolares construyan sus conocimientos poniendo en práctica procesos y actitudes propios de la investigación científica. Esto es, que los escolares aprendan identificando y planteando problemas relevantes; realizando observaciones; formulando preguntas; obteniendo, organizando y analizando información; planteando y contrastando hipótesis; haciendo predicciones; identificando el conocimiento disponible necesario para responder a las preguntas científicas, y para obtener, interpretar, evaluar y comunicar conclusiones; etc. Así lo insinúa, además, el currículo oficial de Educación Primaria como vía para desarrollar la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico (MEC, 2006).

En este contexto didáctico, las experiencias prácticas cobran especial relevancia. Éstas pueden ser concebidas como actividades en las que los escolares interaccionan directamente con los objetos tecnológicos y los fenómenos naturales observables en su entorno; de modo que la principal fuente de nueva información es la propia realidad. Desde esta perspectiva, distinguimos los siguientes tipos de experiencias:

- Experiencias de observación y análisis de fenómenos naturales mediante el uso de material de laboratorio escolar, o bien con material casero apropiado.

- Experiencias de diseño y construcción de sencillos dispositivos que permitan observar y analizar fenómenos naturales.

- Experiencias de identificación de diferentes tipos de objetos y sistemas tecnológicos, según diferentes criterios (organización, fundamentos científico-tecnológicos en que se basa, utilidad,...).

- Experiencias de análisis de los componentes de un sistema tecnológico.

- Experiencias de observación y análisis del funcionamiento de algún objeto o sistema tecnológico, atendiendo a la fundamentación científica que hay detrás de ello.

- Experiencias de diseño y construcción de sencillos objetos tecnológicos, emanados de una necesidad o interrogante preestablecido.

A continuación, sugerimos posibles planteamientos para integrar las experiencias prácticas en el transcurso del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia escolar.

Las experiencias prácticas como actividades integrantes de una unidad didáctica investigadora

Resulta especialmente interesante integrar experiencias prácticas, como parte de una unidad didáctica investigadora, porque:

- Son un recurso excelente para promover la formulación de problemas específicos que puedan ser investigados en el aula como parte de una unidad didáctica investigadora.

- Son propicias para generar situaciones en las que los escolares expresen sus conocimientos previos o cotidianos, respecto a algún aspecto del problema a investigar.

- Pueden formar parte del plan de búsqueda de información demandado en el transcurso de la unidad didáctica, de modo que su realización contribuya a la obtención de datos útiles para dar respuesta a los interrogantes planteados.

- Pueden ser planificadas y desarrolladas con objeto de complementar los datos obtenidos en determinadas actividades de la unidad, y facilitar o reforzar, así, la comprensión de algún aspecto del problema abordado.

- Pueden ser idóneas como actividades de construcción general o generalización del conocimiento, en tanto que permitan establecer

un vínculo entre lo aprendido sobre un problema específico y cuestiones relacionadas con otros problemas de la unidad didáctica, o de otras diferentes.

- Pueden ser sumamente útiles a la hora de comunicar resultados de los hallazgos y conclusiones de los escolares, así como actividades de evaluación (autoevaluación, coevaluación, autorregulación del aprendizaje,...), que pueden ser programadas a lo largo de la unidad didáctica.

Los talleres de experiencias prácticas como actividades complementarias al desarrollo de una unidad didáctica investigadora

La organización de talleres de experiencias prácticas es también un recurso especialmente útil para complementar una unidad didáctica investigadora. Estos se organizan, generalmente, con el fin de facilitar o reforzar el aprendizaje de un determinado contenido; o, simplemente –como ya se ha dicho–, porque se percibe como un escenario de aprendizaje recreativo, que estimula el interés y, por tanto, la implicación activa de los escolares en el desarrollo de sus competencias básicas. No en balde su implementación implica, generalmente, sacar a los escolares de la rutina en la que suelen verse inmersos a diario en las escuelas.

Los talleres de experiencias prácticas permiten que los escolares aprendan de un modo sugerente y dinámico, tal y como sugiere el modelo de aprendizaje por investigación. Se parte, además, de la idea fundamental de *aprender de forma amena y divertida*, ya que uno de los alicientes que deben tener estas experiencias complementarias es que se desarrollen en un marco lúdico-afectivo, que impulse positivamente la dinámica del aula.

Para que estos talleres surtan el efecto didáctico deseado, debe evitarse, por tanto, el planteamiento de experiencias superficiales y carentes de un estímulo reflexivo, basadas en el seguimiento estricto de guiones-receta. Asimismo, resulta esencial que las experiencias proporcionen a los escolares unas vivencias

que posiblemente no serán capaces de realizar o sentir por sí solos, sin la ayuda del profesor. Consecuentemente, lo que deben propiciar los talleres de experiencias es que los escolares (García-Carmona y Criado, 2007; Criado, Del Cid y García-Carmona, 2007; Criado y García-Carmona, 2011):

– Se involucren activamente en el proceso de enseñanza/aprendizaje, con el desarrollo de actitudes positivas hacia el conocimiento científico-tecnológico y su aprendizaje.

– Desarrollen la capacidad de planificar y utilizar procedimientos de perfil investigador para la resolución de problemas: emisión de hipótesis, búsqueda y tratamiento de información, observación, descripción, clasificación, control de variables, interpretación de resultados,...

– Incrementen su creatividad y se hagan capaces de diseñar, planificar y construir artefactos que permitan observar y/o reproducir los fenómenos naturales estudiados, o resolver problemas tecnológicos abordables.

– Se sientan los principales protagonistas de procesos de aprendizaje en los que superen obstáculos y dificultades en un clima de cooperación, participación y responsabilidad.

– Se sientan satisfechos de ver reconocido su trabajo, siendo capaces de comunicar a otras personas los conocimientos adquiridos, en un ambiente educativo lúdico y afectivo.

– Y, en general, aprecien que poseer un conocimiento básico de Ciencias es algo que, junto a otros factores, les puede ayudar a ser más autónomos y, quizá, más felices, en la sociedad actual.

Experiencias prácticas en el taller de ciencia recreativa

Descripción y desarrollo de la asignatura de Taller de Ciencia Recreativa

Con todo lo descrito hasta ahora, y en sintonía con el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), desde la asignatura de *Taller de*

*Ciencia Recreativa*², se intenta promover en los estudiantes (futuros maestros) la adquisición tanto de competencias genéricas como específicas. En relación con las competencias específicas, se pretende que los estudiantes:

– Comprendan y expliquen, con ayuda de la Ciencia, situaciones o fenómenos (naturales y tecnológicos) del entorno cotidiano.

– Aumenten su autoconfianza para forjarse de una capacidad básica que les permita realizar experiencias científicas sencillas y divertidas.

– Adquieran especial interés por divulgar contenidos de Ciencia escolar, a través de experiencias sencillas y lúdicas, cuidando que éstas no generen o refuercen posibles obstáculos y errores conceptuales.

El fin de la asignatura es que los estudiantes elaboren proyectos escolares de divulgación científica consistentes, proponiendo para ello el diseño y puesta en práctica de un conjunto de actividades experimentales, sencillas y atractivas, cuyo desarrollo se lleva a cabo en un clima altamente participativo y lúdico.

Para la elaboración de dichos proyectos, se promueve una estrategia didáctica basada en el ya mencionado modelo de aprendizaje por investigación orientada. El proceso parte del planteamiento de situaciones problemáticas de interés docente para los futuros maestros; concretamente, la búsqueda de respuestas a preguntas genéricas como:

– *¿Qué nos gustaría aprender, como futuros maestros, sobre tal o cual fenómeno natural?*

– *¿Qué nos gustaría enseñar sobre dicho fenómeno en Educación Infantil o en Educación Primaria?*

– *¿Cómo podemos enseñarlo en la educación básica a través de sencillas experiencias y en un clima ameno y divertido?*

El lugar habitual para el desarrollo de la asignatura es un aula-laboratorio, donde los estudiantes se organizan en equipos de trabajo.

La asignatura comienza con una actividad en la que se pide a cada equipo una primera reflexión sobre sus propias experiencias como estudiantes de Ciencia, sus carencias, miedos,

² La asignatura se viene impartiendo desde hace 13 años, y consta de 4,5 créditos (3 horas de clase semanales).

inquietudes e intereses como futuros docentes para enseñar contenidos de ésta. Se incluye también, lo que hemos denominado “*meta reflexión*” de los estudiantes sobre qué ingredientes ha de tener una experiencia práctica para que resulte atractiva (se mostrarán algunos resultados más adelante).

Todas estas reflexiones iniciales son luego compartidas entre los diferentes equipos, a fin de hacer un diagnóstico global sobre el punto de partida del grupo-clase para con los objetivos de la asignatura.

Realizado lo anterior, la dinámica general de trabajo consiste en investigar sobre los interrogantes anteriores. Para ello, los equipos parten de sus ideas previas, reflexiones e inquietudes propias, así como de información buscada en distintas fuentes (libros, Internet, revistas...). Se les pide que las decisiones que vayan tomando partan del consenso entre todos los miembros del equipo. Asimismo, durante este proceso, los equipos pueden solicitar ayuda al profesor/a para resolver las dudas o dificultades que les vayan surgiendo. El profesor/a no aportará soluciones inmediatas sino orientaciones que permitan a los estudiantes progresar en su aprendizaje. Para todo esto, el profesor/a despacha con cada equipo durante un tiempo determinado y, si es necesario, moderará discusiones entre los estudiantes introduciendo los matices oportunos, o asumir un papel más activo (exponiendo algún ejemplo, experiencia, etc.) según las necesidades de cada momento. Por tanto, se trata de una estrategia didáctica que sintoniza con la idea *vigostkiana* del aprendizaje como proceso socioconstructivo.

Semanalmente, cada equipo implementa, a modo de microenseñanza, alguna de las experiencias que integra su proyecto de divulgación científica. En su implementación se hace partícipe al resto de compañeros del grupo-clase, con lo cual, todos los equipos hacen la experiencia y cumplimentan la ficha correspondiente.

El objetivo de ello –junto con todo lo anterior– es, por un lado, que los estudiantes vayan desarrollando las distintas competencias (genéricas y específicas) previstas para la asignatura; y, por otro, recibir la crítica constructiva de los

demás compañeros y del profesor/a, a fin de ir puliendo paulatinamente su proyecto.

Para cada actividad del proyecto, los equipos confeccionarán una ficha con los apartados siguientes:

1. *Título de la actividad (en forma de pregunta, sugerente, con carácter lúdico).*
2. *Objetivos y relación con el currículum escolar.*
3. *Tiempo empleado (en la preparación y en la realización).*
4. *Materiales necesarios .*
5. *Procedimiento (con dibujos para hacer claras y breves las descripciones).*
6. *¿Por qué ocurre? Explicación científica (con dibujos aclaratorios sobre dicha explicación).*
7. *Descripción de lo que se observa y ocurre en la puesta en escena, interactividad...*
8. *Dificultades encontradas, relación de motivos por los que puede que no salga el resultado esperado, y (en su caso) medidas a tomar.*
9. *Bibliografía.*

Conviene señalar aquí que en otras asignaturas del área, con mayor extensión y carácter troncal, las fichas de las experiencias prácticas incluyen, además, otros aspectos didácticos relevantes, con vistas a su posible realización en un aula de Infantil o Primaria. Estos aspectos son:

1. *¿Qué objetivo(s) y con qué orientación educativa se puede realizar esta experiencia con escolares de la etapa...? (En su caso, indicar dificultades u obstáculos específicos de los escolares sobre el contenido curricular, que podrían superarse mediante un enfoque bien orientado de la experiencia).*
2. *¿Qué saben los niños de una edad concreta acerca del fenómeno(s) que se manifiesta en esta experiencia?*
3. *¿Cómo adaptar esta experiencia a los escolares de los distintos niveles de la etapa (desde los más pequeños hasta los preadolescentes)?*
4. *Bibliografía didáctica.*

Si no se encuentran datos específicos en la literatura didáctica para ilustrar los apartados 2 y 3 anteriores, se propone una indagación piloto con una pequeña muestra de escolares

accesible a los futuros maestros (encontramos apropiada para tal fin una muestra de entre 10 y 20 escolares). El instrumento de recopilación de la información, la forma de aplicarlo y de tratar e interpretar la información, son previamente abordados en clase.

¿Qué hace que una experiencia sea atractiva?

Como hemos dicho, esta actividad se realiza con el objetivo de tener un criterio de selección inicial de las experiencias a proponer en la asignatura, y un análisis posterior de las que se lleven a cabo. La estrategia para obtener la información se explica a continuación.

Primero, y durante unos 15 minutos, los estudiantes evocan experiencias científicas co-

nocidas, ya sea en el ámbito escolar o fuera de él (exposiciones científicas, museos de ciencia, programas de TV, etc.), que les resultaron atractivas y las describen a sus compañeros de equipo. Para ello, deben indicar las características que poseen dichas experiencias, atendiendo a: a) el contenido científico tratado, b) el tiempo de ejecución, c) el material empleado, y d) el procedimiento seguido.

Seguidamente, se realiza una puesta en común. En ella participan todos los grupos, pero eludiendo, en la exposición de cada uno, repetir los aspectos que ya se hayan mencionado con anterioridad, salvo que se trate de matizaciones.

Tras la realización de esta actividad en los diferentes cursos, se llega a la relación de características básicas, indicadas en la tabla 1, que, según los futuros maestros, deben poseer las experiencias para que resulten atractivas y recreativas.

En cuanto al contenido

- Que sea inesperado, sorprendente, raro, original, novedoso. Si bien debe guardar una relación equilibrada con lo cotidiano: no demasiado alejado de lo conocido, ni tan conocido que se sepa el resultado de antemano.
- Que nos haga pensar, que sirva para desmentir o confirmar hipótesis:
 - Que “rompa nuestros esquemas” porque no sale lo esperado, o parecen procesos inexplicables a primera vista, o paradojas, ...
 - Que sirva para confirmar que una teoría vale y funciona.
 - Que aclare el fundamento científico de procesos de la vida cotidiana.
- Que el proceso tenga una evolución visible (algo que se mueve, que cambia de color...), con ausencia de “distractores” que despisten sobre lo que debe ser el centro de atención.
- Si es algo conocido, que la puesta en escena sea sofisticada y original.
- Que se pueda participar o que la experiencia se pueda reproducir personalmente.

En cuanto al tiempo

- Cortas de duración, pues es preferible una evolución rápida del proceso. Por lo general, si una experiencia dura más de 20 minutos podría dar lugar a que, por cansancio, los escolares perdieran el interés.
- Aunque hay experiencias (biológicas, meteorológicas, etc.) que, por sus características, consiguen mantener la atención y el interés a pesar de durar más tiempo. La experiencia puede ser lenta y ser atractiva si se crea expectación y el deseo de verificar qué va a ocurrir o si ocurrirá lo esperado. Lo esencial es que los cambios sean perceptibles y se seleccionen los momentos de interés.
- Que el tiempo de preparación no sea excesivo.

En cuanto al material

- Que se usen materiales familiares, caseros y de fácil manejo, para que luego se puedan reproducir las experiencias en el ámbito escolar.
- Que el material sea variado y novedoso.
- Que implique “cambios de utilidad”: que la utilidad que se le da al material sea distinta a la que se le da normalmente.
- A menudo, si conlleva algún peligro (evitable con precaución y de escasa entidad), resulta más atractiva al alumnado.

En cuanto al procedimiento

- La experiencia resultará más atractiva, en principio, si es una experiencia guiada, con pasos claros (pero no siguiendo literalmente una receta).
- Que no falle.
- Si la experiencia implica una secuencia de muchos pasos, ello no es un impedimento para que sea atractiva si el contenido tiene un interés real. Podría perder atractivo si la secuencia de pasos a seguir fuera tan compleja que el que la va a realizar se pierda. Pero, por otra parte, en un planteamiento investigador, el descubrimiento por parte de los alumnos de esos pasos a seguir puede producir igualmente interés.
- El atractivo puede aumentar si se presenta haciéndonos preguntas sobre el funcionamiento de algo muy conocido y que damos ya por explicado. Ejemplo: ¿Cómo se produce el sonido de una guitarra? (puesta en escena).
- Que no implique un esfuerzo desmedido para conseguir los resultados.

Tabla 1. Resultados del sondeo a los estudiantes de Maestro sobre las características que ha de tener una experiencia práctica para que resulte recreativa.

Ejemplos de experiencias prácticas realizadas en el Taller de Ciencia Recreativa

A continuación se describen, a modo de ejemplo, algunas de las experiencias que se realizan en clase, mostrando la ficha que se construye una vez finalizada la puesta en escena de la experiencia, y donde todos los estudiantes de la clase han realizado la experiencia, agrupados en equipos.

Experiencia 1: Un toque de color en la pared: decoración con irisaciones de agua

– *Orientación educativa y relación con el currículum escolar.* Se trata de aprender a reproducir a voluntad irisaciones como las que accidentalmente se pueden visualizar en la vida cotidiana, generalmente provocadas al paso

de la luz a través de cristales biselados, cristal de roca, o algunos objetos geométricos contruidos con material plástico transparente. Se pretende, además, entender cómo se forman, manejando los conceptos de reflexión, refracción y dispersión de la luz. La experiencia está relacionada con el contenido sobre *propiedades de los materiales y comportamiento ante la luz*, incluido en el bloque *Materia y energía*, del currículo para el área de Conocimiento del Medio de Educación Primaria. En Educación Infantil, se plantearía como una experiencia recreativa de cátedra, en caso de que los niños no tenga todavía la habilidad psicomotriz necesaria para orientar el espejo hacia la pantalla.

– *Tiempo empleado (en la preparación y en la realización).* La preparación requiere 2 minutos, aproximadamente, y la realización entre 3 y 10 minutos.

– *Materiales o recursos necesarios:*

- * Luz directa del Sol.
- * Recipiente transparente (de plástico o cristal) de, al menos, 15 cm de profundidad.
- * Un espejo rectangular de unos 10 cm de longitud.
- * Pantalla donde se proyecte el espectro coloreado: zona blanca de pared, techo, cartulina o folio (para este último se colocará una carpeta o cartón detrás porque el folio es muy translúcido).

– *Procedimiento.* Para proyectar irisaciones provocadas por el agua en una pantalla, se colocan el recipiente con agua y el espejo orientado de tal modo que los rayos procedentes del Sol incidan en el espejo bajo el agua, y su reflejo se proyecte en la pantalla. El esquema se muestra en la figura 1.

– *Descripción de lo que se observa y ocurre en la puesta en escena (a rellenar, después de hacer la experiencia).* Una vez que se consigue enviar “el reflejo” de la luz solar hacia la pantalla, y el agua queda completamente en reposo, observaremos una serie de franjas horizontales coloreadas en dicha pantalla, siguiendo los colores del arco iris: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta. Conviene poner atención en que siempre encontramos esa secuencia y que en los extremos siempre está el mismo color.

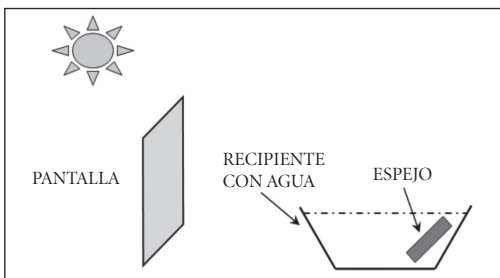


Figura 1. Disposición de los materiales respecto al Sol.

– *¿Por qué ocurre? Explicación científica.* La luz procedente del Sol es “luz blanca”. La luz blanca es una combinación de “luces” (valores de longitudes de onda), de todos los colores que el ojo puede percibir (la luz procedente de una bombilla es mucho más pobre en componentes coloreados y muchos tubos luminosos

de anuncios sólo emiten luz de un color). La dispersión de la luz blanca es la descomposición de ésta en sus componentes coloreados (Figura 2). Se puede producir cuando la luz atraviesa un medio como, por ejemplo, el metacrilato, el cristal de roca, el vidrio de ventana o el agua.

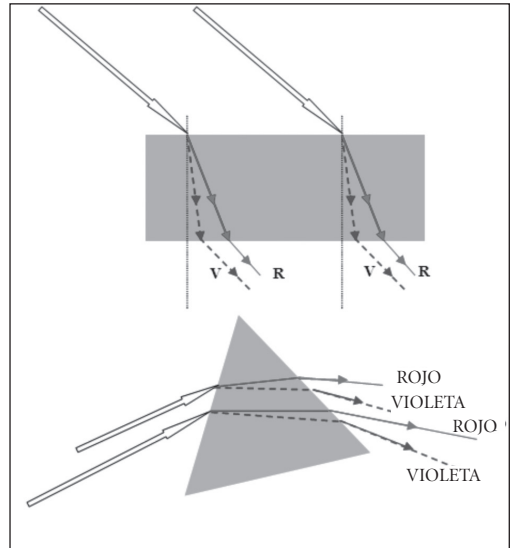


Figura 2. Dispersión de la luz al atravesar un objeto transparente de caras paralelas y un objeto de caras no paralelas (para simplificar, en los dibujos sólo se indican los colores extremos del espectro de luz descompuesta: el rojo y el violeta; el resto de colores irían ubicados entre ambos).

El vidrio y el metacrilato también son medios dispersivos, pero con ellos no siempre se obtienen irisaciones; por ejemplo, cuando la luz atraviesa un cristal de caras paralelas como el cristal de la ventana, los rayos salen paralelos confundiendo con el resto de rayos de luz blanca. Sin embargo, si el vidrio es un prisma de base triangular, cuando la luz blanca lo atraviesa y sale por la otra cara, no paralela a la primera, los rayos de los diferentes colores experimentan desviaciones todavía más acusadas al salir (Figura 2). Por tanto, se forma el espectro coloreado de la luz.

En esta experiencia, el prisma se obtiene con una fuente de cristal con agua, un espejo y luz solar. Los fenómenos que dan lugar a la

formación del espectro coloreado de la luz en la pantalla son los siguientes:

1. Una refracción y dispersión: el haz de luz blanca pasa del aire al agua y experimenta un desvío en su trayectoria que cuando se debe a un cambio de medio se llama refracción. Debido a que dicha refracción (desviación) es diferente según el color de la luz, los rayos coloreados siguen trayectorias diferentes y se separan. El rojo es el que menos se desvía de la recta original y el violeta el que más lo hace (Figura 3)³.

2. Reflexión de cada rayo en el espejo. Cada rayo coloreado incide en un punto diferente del espejo y experimenta la consecuente reflexión en él.

3. Una segunda refracción ocurre a cada rayo, al salir del agua al aire, acentuándose la divergencia entre los rayos de cada color.

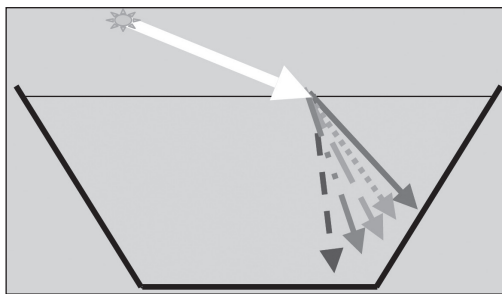


Figura 3. Dispersión de la luz al atravesar el agua.

La figura 4 muestra un esquema del proceso completo de la experiencia.

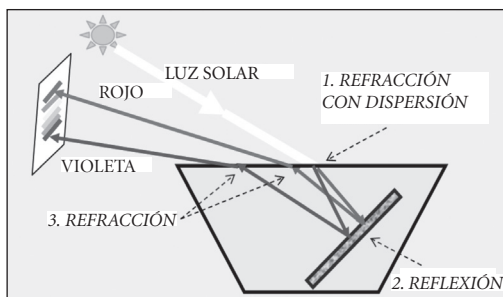


Figura 4. Proyección de irisaciones formadas por el agua sobre una pantalla.

– *Dificultades encontradas, relación de motivos por los que puede que no salga el resultado esperado, y (en su caso) medidas a tomar:*

1. Que haya viento y entonces no sale la experiencia porque el agua no se queda en reposo. En este caso, lo que observamos en la pantalla son las ondas del agua.

* Resguardarse en una habitación e intentar captar la luz que entra a través de una ventana, o utilizar un cristal para tapar el recipiente.

2. Que al sostener el espejo con la mano transmitamos un ligero temblor al agua.

* Sostener el espejo con algún objeto que haga las veces de tope.

3. Que el Sol esté demasiado bajo.

* Con un recipiente de mayor profundidad y orientando el espejo más verticalmente se puede conseguir un espectro tan vistoso como en horas en las que el sol esté alto en el cielo.

4. Que se nuble y no dispongamos de luz directa del Sol.

* Se puede usar una lámpara eléctrica potente como el foco halógeno de un retroproyector, pero sale un espectro muy pobre ya que la luz artificial carece de todas las frecuencias que posee la luz solar.

5. Que no se sepa dónde colocar la pantalla para captar los rayos procedentes del espejo.

* Pensar hacia dónde saldrán los rayos reflejados por el espejo (olvidando el agua) y ubicar la pantalla en ese lugar.

– *Bibliografía.*

ALVARENGA-MÁXIMO. (1976). *Física*. México D. F.: Harla.

CALVANI, P. (1988). *Juegos científicos*. Madrid: Pirámide.

MARTÍN, L. (1991). *Mis libros de ciencia: Vol. 2. El color*. Barcelona: Emeká Editores.

TIPLER. (1992). *Física*. Barcelona: Reverté.

SERIE DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA “EL MUNDO DE BEAKMAN”. *Capítulo sobre cómo se forma el arco iris* (“Beakman’s World”). Directed by Jay Dubin. Executive producer: Mark Waxman. Produced by Robert Heath), emitida a finales de los 90

³ Su explicación científica, según el nivel de formulación que deseemos establecer, implica utilizar los conceptos de longitud de onda y frecuencia, que eludimos en el contexto educativo que nos ocupa. Creemos que sin llegar a este análisis más profundo del fenómeno, la experiencia resulta ya de interés didáctico suficiente para los fines que se propone.

en el programa “*El club de las ideas*”, de Canal Sur Televisión, y posteriormente en el programa “*Cuatrosfera*”, de la cadena Cuatro.

Experiencia 2: La estratificación y segregación. ¿Quién tiene preferencia el pesado o el ligero? Ó ¡no te esfuerces, agítalos y se separan solos!

Para comenzar, se plantearían las siguientes cuestiones:

– ¿Sabes cómo separar los componentes de diferente tamaño de una mezcla de partículas granulares?

– Si agitamos vigorosamente un recipiente que contiene una mezcla de frutos secos, ¿cuál es la distribución más lógica de frutos secos en la superficie?:

a) Homogénea, con parecido porcentaje de frutos secos de todos los tamaños.

b) Predominarán arriba los frutos secos menos pesados.

c) Predominarán arriba los frutos secos de mayor tamaño.

– *Orientación educativa y relación con el currículo escolar.* Se pretende realizar una experiencia recreativa (por lo curioso del resultado) orientada a explicar un tipo de procedimiento de separación o segregación de componentes de una mezcla de componentes granulares, fácilmente adaptable al ámbito escolar. Para centrar ideas y conseguir aislar un criterio de separación de los componentes granulares, se acotan variables usando objetos de un único material poco denso. La experiencia está relacionada con el contenido de *mezclas y separación de sus componentes*, incluido en el bloque *Materia y energía* del currículo para el área de Conocimiento del Medio de Educación Primaria. También se puede asociar a fenómenos relativos a la segregación y estratificación mostrada en determinadas formaciones geológicas. En Educación Infantil se plantearía como una experiencia recreativa en la que unos compañeros pretendan sorprender a otros cuando observen emerger golosinas o pequeños juguetitos tras la agitación del recipiente.

– Materiales necesarios:

* Recipiente (de plástico o cristal), de al menos 15 cm de profundidad, donde quepa el material granular.

* 2kg de lentejas (arroz u otro material granular).

* Objetos *densos* (móvil, piezas macizas de metal,...) y *objetos poco densos* (corchos de botellas, caramelos y 3 bolas de corcho blanco de diferentes tamaños) que se puedan enterrar en el recipiente con el material granular.

– Procedimiento:

Prueba 1. Los estudiantes tienen por delante recipientes con lentejas. En el centro se ha colocado una visible bola de acero, y enterrados, por ejemplo, una bola de corcho y un caramelo. Se les pide que agiten horizontalmente los recipientes sin levantarlos de la mesa y observen lo que ocurre.

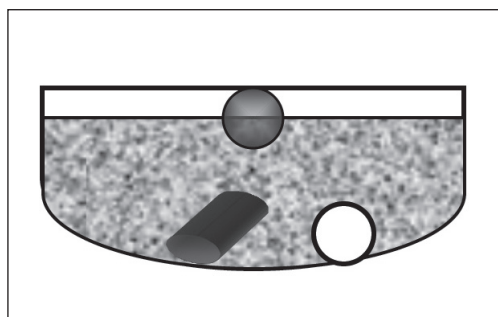


Figura 5. Prueba de agitación de objetos en una mezcla granular.

Prueba 2. Los estudiantes prueban a enterrar en las lentejas los objetos que tengan a mano, agitan el recipiente y observan lo que ocurre.

Prueba 3. En este momento se aborda la búsqueda de un criterio claro que permita predecir el orden en el que saldrán a flote. El problema a tratar es si el peso o el tamaño (volumen) de los objetos es la variable que determina su separación y la prioridad con la que salen a flote entre las lentejas. Para ello, se fija la variable densidad empleando objetos de diferente tamaño pero del mismo material con baja densidad. Esto permite poner a prueba la

hipótesis del criterio “*peso*”. Esta hipótesis se concreta en que *los menos pesados saldrán antes que los más pesados*. La experiencia se puede realizar enterrando tres bolas de corcho blanco de diferentes tamaños (Figura 6), y se procede a agitar el recipiente como antes.

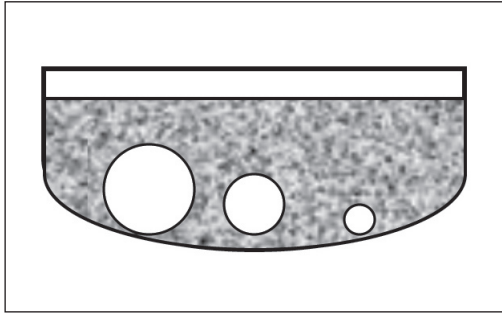


Figura 6. Prueba de agitación de objetos del mismo material y poco denso.

– *Descripción de lo que se observa y ocurre en la puesta en escena (a rellenar, después de hacer la experiencia)*. En la *prueba 1* se observa cómo, a medida que el recipiente se agita, la bola de acero se hunde y comienzan a salir a flote objetos que estaban ocultos (corcho, caramelos,...). Los elementos de menor densidad salen los primeros (Figura 7).

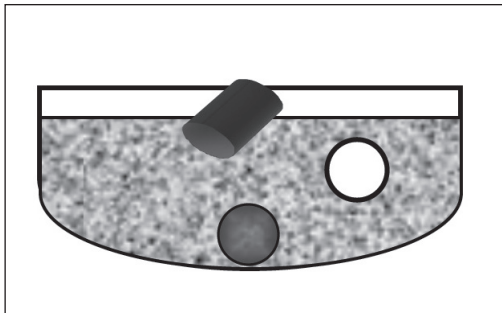


Figura 7. Resultado de la prueba 1.

En la *prueba 2* los estudiantes van realizando las comprobaciones que deseen (prueban con gomas, mecheros, llaves, el móvil,...) y llegan a la conclusión de que los objetos densos se hunden y los objetos de densidad baja salen a flote, habiendo también casos intermedios. Sin embargo, todavía el criterio que determina

el orden en el que algunos objetos salen a flote puede estar confuso. Y en la *prueba 3* se observa que salen las bolas en orden de tamaño decreciente: la primera en salir es la grande y la última la más pequeña (Figura 8).

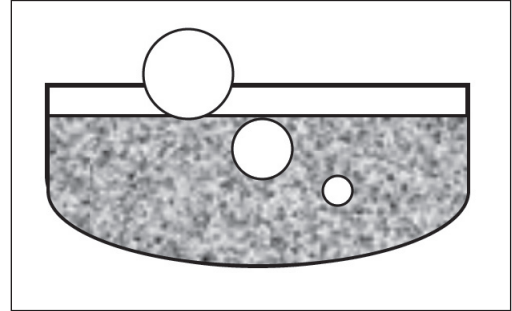


Figura 8. Resultado de la prueba con objetos del mismo material poco denso.

– *¿Por qué ocurre? Explicación científica*. Como primera aproximación, se puede decir que cuando se agita una mezcla de materiales granulares (arena y canicas, avellanas y nueces) se producen huecos continuamente debajo de los granos, de manera que los de menor tamaño tienen más posibilidades de caer y llenar el espacio que queda disponible en los huecos. Este mecanismo depende principalmente del tamaño de las partículas (y también, en parte, de su densidad). Este comportamiento se conoce como “efecto nuez del Brasil”, asociado al comportamiento de los frutos secos enlatados y titulados con dicho nombre. Cuando se abre la lata, los frutos secos no están homogéneamente mezclados sino segregados por tamaños. Arriba, cerca de la superficie, predominan los de mayor tamaño. Las nueces tienden a acumularse en la parte superior, lo cual parece contraintuitivo, pues son más gruesas y pesadas que las avellanas (y demás frutos secos).

Rigurosamente hablando, este fenómeno, consistente en la segregación de partículas mediante agitación mecánica, no tiene una explicación simple, pues realmente intervienen muchos factores, tales como las características (tamaño, densidad...) de las partículas, el tipo de recipiente (forma, tamaño, rugosidad de las paredes...), la forma de agitar el recipiente (ho-

rizontal o vertical, frecuencia...), tal como se expone en la bibliografía que se sugiere.

– *Dificultades encontradas, relación de motivos por los que puede que no salga el resultado esperado, y (en su caso) medidas a tomar.* Si algunos de los objetos a comparar se sitúan cerca de las paredes del recipiente, el fenómeno puede verse alterado. Por tanto, es aconsejable evitar la colocación de las bolas cerca de las paredes para que no interfieran más variables que la del tamaño de los granúlos.

– *Bibliografía:*

CABRERIZO, M. (2008). Stand de Física Recreativa: “Experimentos XL” VI Feria de la ciencia de Sevilla. <http://www.cienciacompartida.org/yhttp://www.cienciadirecta.com/espanol/web/noticias/rectaenlaviferiadela-cienciadesevill.asp>. (Sitios Web consultados en julio de 2011).

Webs del profesor GARCIA MOLINA: <http://www.fisimur.org> (consultada en septiembre de 2010) y <http://www.seed.slb.com/es/scictr/lab/brazilnut/index.htm> (consultada en septiembre de 2009).

Experiencia 3: Construye un termómetro

– *Orientación educativa y relación con el currículo escolar.* La construcción de un termómetro implica, por un lado, comprender y manejar conceptos tales como temperatura, calor, efectos del calor sobre los cuerpos, presión de un gas, transmisión de la presión en un fluido y capilaridad; los cuales se integran dentro del bloque *Materia y energía*. Por otro lado, como se trata de construir un termómetro con diferentes variantes (tubos capilares y sustancias termométricas) para comprender sus propiedades y el papel que juegan en el dispositivo (cambiar la sensibilidad del aparato de medida), la experiencia también guarda relación con el bloque *Objetos, máquinas y tecnologías* del curriculum para el área de Conocimiento del Medio. En Educación Infantil se plantearía como una experiencia de cátedra en la que los escolares participasen verificando el efecto de colocar sus manos en el termómetro.

– *Tiempo de preparación y realización.* La preparación del termómetro suele oscilar entre 5 y 10 minutos, y la verificación de su funcionamiento, menos de un minuto.

– *Materiales necesarios (Figura 9):*

- * Bote de cristal de paredes delgadas con tapón hermético perforable (los de agua o suero de 100 ml, que acompañan a algunas medicinas para inyección, funcionan muy bien).
- * Alcohol /agua.
- * Tinte para el alcohol /agua: barra procedente de un rotulador escolar azul o rojo.
- * Tubos de cristal de unos 20 cm de longitud y con diámetro interior de diferentes grosores: capilares de 1 mm, 5 mm, y tubo de ≈ 10 mm.
- * Guantes y gafas protectores, ante una posible ruptura del capilar.

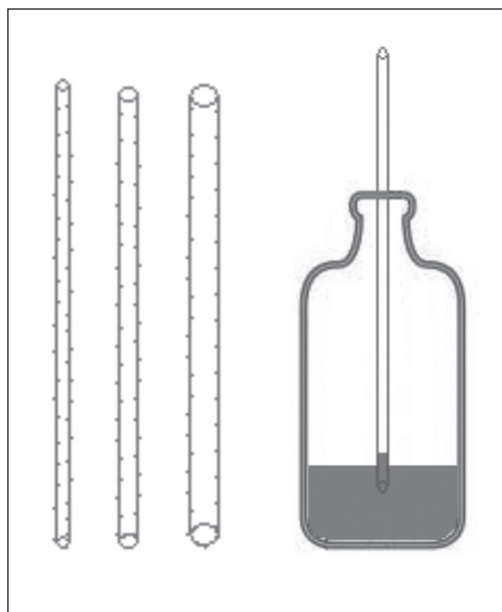


Figura 9. Elementos básicos para construir el termómetro.

– *Procedimiento: construcción del termómetro con variantes.* El problema a abordar consiste en la construcción del dispositivo, verificando los diferentes comportamientos de un capilar de distinto grosor, y de un líquido ter-

mométrico con diferente volatilidad y diferente coeficiente de dilatación térmica. Se emitirán las hipótesis respectivas a cada caso antes de proceder a la comprobación.

1. Se cubre el fondo del botecito con el líquido termométrico. Se prueba en un bote con alcohol y en otro con agua (coloreados). El objetivo es verificar la diferente sensibilidad del aparato con uno y otro.

2. Perforación de los tapones de goma herméticos: A falta de herramienta *ad hoc* (usando guantes protectores), la goma de cada tapón se perfora con un destornillador fino y después se amplía el diámetro del hueco mediante un bolígrafo hasta que adquiera un diámetro adecuado al capilar.

3. Usando guantes protectores, se atraviesa cada tapón con capilares de diferente tamaño.

4. Prueba de los termómetros: una vez construidos varios termómetros (con agua y con alcohol), con capilares de diferentes diámetros interiores, aplicamos las manos al bote y veremos como el líquido asciende por el tubo (Figura 10).

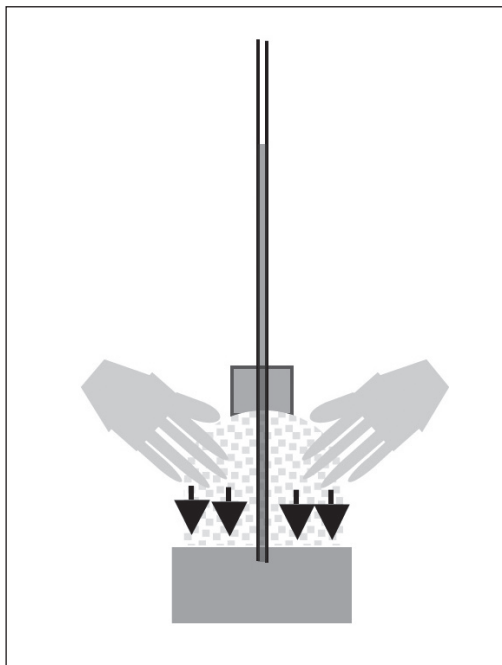


Figura 10. Explicación científica del funcionamiento de este termómetro.

– *Descripción de lo que se observa y ocurre en la puesta en escena (a rellenar después de hacer la experiencia).* Hechas las pruebas correspondientes, se verifica que con el alcohol el termómetro es mucho más sensible que con el agua. También se observa con claridad una sensibilidad creciente a medida que el tubo interior es más delgado. De hecho, los termómetros que se proponen en muchas experiencias donde el material es una cañita de refresco, resultan de lo más decepcionantes debido a que la cañita posee un diámetro excesivo para la pequeña dilatación del líquido que se produce con el calor de las manos.

Cuando se tapa el botecito con el tapón que tiene atravesado el capilar, se observa una ligera elevación del líquido en el interior del tubo, antes de transferirle calor. Y una curiosidad: cuando se hacen pruebas con toda una clase de estudiantes universitarios, se observa que, en general, los chicos consiguen elevar la columna de alcohol más eficientemente que las chicas. Es frecuente que alguno consiga, incluso, “sacar de escala” el dispositivo y hacer rebosar el alcohol, que se eleva rápidamente por el tubo capilar. En el caso de alguna chica, ha ocurrido que tenía las manos tan frías que la columna de líquido coloreado ha descendido en vez de elevarse.

– *¿Por qué ocurre? Explicación científica.* Un termómetro clásico, al que emula el que hemos construido, es un dispositivo que posee una *sustancia termométrica*. Una sustancia es *termométrica* si posee una propiedad que varía en el mismo sentido que su temperatura. Se usan como sustancias termométricas: (a) mercurio, alcohol, (b) determinados metales, y (c) determinados gases. Sus propiedades termométricas son, respectivamente: volumen, resistencia eléctrica y presión.

En este termómetro, la sustancia termométrica idónea es el alcohol (líquido y gaseoso). Hay realmente dos propiedades termométricas que traducen sus cambios de temperatura: por una parte, la presión del gas que sobrenada el líquido y, por otra, el volumen del líquido.

Al calentar con las manos, se observa que el líquido sube por el capilar, debido a dos mo-

tivos: al aumentar su temperatura, aumenta la presión del gas compuesto por aire y alcohol evaporado, y éste empuja sobre la superficie del líquido, transmitiéndose esta presión a todos sus puntos a consecuencia del Principio de Pascal. Además, al aumentar la temperatura del líquido, éste se dilata y se expande por el único camino libre: el tubo capilar.

– *Dificultades encontradas, relación de motivos por los que puede que no salga el resultado esperado, y (en su caso) medidas a tomar:*

1. La introducción del capilar en el tubo de goma es una operación delicada, ya que debe haber un ajuste hermético y al hacer fuerza sobre el capilar éste se puede partir.

* La operación debe hacerse con guantes y el capilar se puede mojar en agua jabonosa para disminuir el rozamiento.

2. Una cuestión crítica es el ajuste hermético del tapón de goma pues si quedan grietas, cuando aumente la presión en el interior del bote, el gas saldrá por ellas y no empujará el líquido. Eso suele ocurrir con el envejecimiento de la goma del tapón al cabo del tiempo.

* Se reemplazarán los tapones viejos que, una vez probados, no funcionen.

– *Bibliografía:*

CRIADO, A. M. (1995). Apuntes de la asignatura *Física General* de la diplomatura de *Maestro de la especialidad de Ciencias*.

GARCÍA-CARMONA, A. (2002). El termómetro de Galileo como instrumento didáctico en el aula de Física. *Revista Española de Física*, 16(2), 46-49.

El planteamiento de experiencias prácticas con mayor o menor grado de enfoque investigador, como las expuestas, constituye un recurso didáctico y formativo idóneo en la formación inicial de maestros para el conocimiento del medio natural y tecnológico. El desarrollo de la asignatura *Taller de Ciencia Recreativa* nos ha permitido comprobar su incidencia positiva. Los estudiantes reconocen mayoritariamente que la asignatura les cambia su perspectiva respecto a la Ciencia escolar y la manera de enseñarla, en contraste con los efectos negativos de la (inadecuada) educación científica que ellos recibieron en las etapas educativas anteriores.

REFERENCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S.; DUSCHL, R.; LEDERMAN, N. G.; MAMLOK-NAAMAN, R.; HOFSTEIN, A.; NIAZ, M.; TREAGUST, D. y TUAN, H. L. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- APPLETON, K. y KINDT, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teacher's practices. *International Journal of Science Education*, 21(2) 155-168.
- CAMPBELL, B. y LUBBEN, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situation. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252.
- CAÑAL, P.; POZUELOS, F. J. y TRAVÉ, G. (2005). *Proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Díada Editora.
- CAÑAL, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 9-19.
- CRIADO, A. M.; del CID, R. y GARCÍA-CARMONA, A. (2007). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamento y utilidades didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 123-140.
- CRIADO, A.M. y GARCÍA-CARMONA, A. (2011). *Investigando las máquinas y artefactos. Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*. Sevilla: Díada.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2006). ¿Qué visión de la Física tiene el alumnado de los niveles básicos de enseñanza? *Revista Española de Física*, 20(3), 44-47.
- GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A. (2007). Investigar para aprender, aprender para enseñar. Un proyecto orientado a la difusión del conocimiento escolar sobre Ciencia. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 73-83.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2011). *Aprender Física y Química mediante secuencias de enseñanza investigadoras*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, extraordinario 2006, 295-311.

INFORME ENCIENDE (2011). *Análisis, reflexiones y propuestas para un acercamiento de la ciencia al mundo escolar que promueva en los niños el interés por la ciencia, el aprendizaje científico y una visión no estereotipada de la empresa científica y sus protagonistas*. Madrid: COSCE. Disponible en: http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf.

MEC (2006). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establece las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. BOE núm. 293, de 8 de diciembre de 2006.

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A. y MANASSERO, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las

ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2). Consultado el 05/02/2011 en: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf.

WENNING, C. J. (2005). Implementing inquiry-based instruction in the science classroom: A new model for solving the improvement-of-practice problem. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 2(4), 9-15. Disponible en: <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo> (última consulta: 08/07/2011).

ABSTRACT

Practical experiences for the knowledge of natural and technological environment in the initial training of teachers.

This paper emphasizes the importance of practice experiences in science education of early childhood and primary school pre-service teacher training. Considering the inquiry-based learning as the best pattern for learning science, the practice experiences are showed as the more direct way of investigating the natural and technological world. The kinds of practice experiences that can be carried out in primary school are described, as well as their integration in an inquiry teaching sequence. As an example of all above said, the subject called Taller de Ciencia Recreativa is described. This subject has being implemented in University of Seville with pre-service primary school teachers since thirteen years ago.

KEYWORDS: *Inquiry-based learning; Enjoyable science; Science education; Practical experiences. Pre-service teacher training.*

RÉSUMÉ

Les expériences pratiques pour la connaissance de l'environnement (naturel et technologique) dans la formation initiale des enseignants.

Cet article souligne le rôle des expériences pratiques en matière de formation scientifique et pédagogique des enseignants de l'école infantile et primaire. Avec l'hypothèse que l'apprentissage par recherche scolaire est le modèle le plus approprié pour l'apprentissage des sciences, présente des expériences concrètes comme des activités essentielles dans la séquence de recherche et de l'environnement technologique. Il décrit les types d'expériences pratiques à l'école et de leur éventuelle intégration dans les unités d'enseignement de l'enquête. Cela a été appliqué à l'atelier loisirs Sciences sujet, dans le développement des futurs enseignants à l'Université de Séville pendant treize ans.

Mots-clé: *Apprentissage par la recherche; Des sciences de loisirs; Sciences de l'éducation; L'expérience pratique; La formation initiale des enseignants.*

