

UNIR EDITORIAL

# Didáctica de las Ciencias Naturales

## en Educación Primaria

David G. Jara, M.<sup>ª</sup> José Cuetos  
y Ana Isabel Serna



UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DE LA RIOJA

**unir**

Primera edición: febrero de 2015

© David González Jara, M<sup>a</sup> José Cueto Revuelta y Ana Isabel Serna Romera, 2015.

© de las imágenes: los autores, iStockphoto, Shutterstock

Reservados todos los derechos de esta edición para

© Universidad Internacional de La Rioja, S. A.

Gran Vía Rey Juan Carlos I, 41

26002 Logroño (La Rioja)

[www.unir.net](http://www.unir.net)

ISBN: 978-84-16125-49-4

Depósito legal: LR-68-2015

Impreso en España – *Printed in Spain*

También disponible en *e-book*

Queda rigurosamente prohibida sin autorización por escrito del editor cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra, que será sometida a las sanciones establecidas por la Ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

# Índice

Prólogo		13
PRIMERA PARTE. LA CIENCIA: UNA HERRAMIENTA PARA EL CONOCIMIENTO		
Capítulo 1. El conocimiento científico		19
1.1. Un animal especial		19
1.2. La interpretación de la realidad: entre la necesidad y la quimera		21
1.3. Un camino para interpretar la realidad: la ciencia		24
1.4. El conocimiento científico como herramienta democrática		29
1.5. La ciencia en el contexto actual		32
1.6. Características de las ciencias experimentales. El método científico		36
Capítulo 2. La ciencia en el aula de Primaria		43
2.1. Las ciencias en la Educación Primaria: ¿una necesidad?		43
2.2. Estrategias para la enseñanza de las ciencias		50
2.2.1. Lenguaje adaptado		51
2.2.2. Medios audiovisuales		65
2.2.3. Experiencias		84
2.2.4. Trabajo por proyectos		88
2.3. Elementos que configuran la docencia de las ciencias		93
2.3.1. Objetivos		94
2.3.2. Indicadores de conducta		104
2.4. Enfoques pedagógicos para la enseñanza de las ciencias		105
2.4.1. Enseñanza basada en modelos		110
2.4.2. Perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad		113
Capítulo 3. El punto de partida de la enseñanza de las ciencias: los conceptos previos		115
3.1. ¿Qué son los conceptos previos?		115
3.2. Extraer los conceptos previos		121

3.2.1. Los conceptos previos: en realidad no tan heterogéneos	121
3.2.2. Estrategias que nos permiten conocer los conceptos previos de los alumnos	125
3.3. ¿Cómo llevar a cabo un cambio conceptual?	139
Capítulo 4. Las actividades científicas	143
Introducción: la importancia de las actividades científicas	143
4.1. Clasificación de las actividades científicas	144
4.2. Cómo diseñar las actividades científicas	145
4.3. Las principales actividades en el área de las ciencias experimentales	146
4.3.1. El trabajo de laboratorio	147
4.3.2. El trabajo de campo	163
Capítulo 5. Evolución cognitiva durante la Educación Primaria	169
Introducción	169
5.1. Características de los niños de 6-7 años	171
5.2. Características de los niños de 8 y 9 años	173
5.3. Características de los alumnos de 10 y 11 años	175
5.4. El ciclo del agua según las diferentes etapas del desarrollo cognitivo	177
<b>SEGUNDA PARTE. PEQUEÑOS PROYECTOS PARA GRANDES PERSONAS</b>	
Capítulo 6. Una ciencia que enseñe a observar	187
Introducción	187
6.1. Actividad 1: Hago y veo mi silueta	188
6.2. Actividad 2: Desfile de moda de vertebrados e invertebrados	192
6.3. Actividad 3: Vemos cómo crece el moho	201
6.4. Actividad 4: El ojo del huracán	204
6.5. Actividad 5: La planta viajera	210
Capítulo 7. Una ciencia que tocar	217
Introducción	217
7.1. Actividad 1: Fabrico un jardín con tapones	218
7.2. Actividad 2: Realizamos la vendimia	221
7.3. Actividad 3: Palpamos la democracia	225
7.4. Actividad 4: Bingo de pájaros	231
7.5. Actividad 5: Jugamos con los sentidos	239

Capítulo 8. Una ciencia para saborear	243
Introducción	243
8.1. Actividad 1: Una Luna muy sabrosa	244
8.2. Actividad 2: El relieve de la pizza española	247
8.3. Actividad 3: El fútbol brujo y la macedonia de frutas	253
8.4. Actividad 4: La saliva y el mercadillo de tintas	260
8.5. Actividad 5: A la caza de sabores	266
Capítulo 9. Una ciencia que se puede oler	273
Introducción	273
9.1. Actividad 1: El olor de un terremoto	274
9.2. Actividad 2: El ambientador ecológico y la crema de manos	278
9.3. Actividad 3: El olor de un laboratorio en el aire	280
9.4. Actividad 4: El olor de la salud: las vacunas y los medicamentos	287
9.5. Actividad 5: ¿A qué huele la vida?	293
Capítulo 10. Una ciencia que se escucha	299
Introducción	299
10.1. Actividad 1: El ruido de los estados del agua	300
10.2. Actividad 2: Sonido de huesos	305
10.3. Actividad 3: Escucho a la naturaleza: programa de radio	308
10.4. Actividad 4: ¡Qué jaleo! La boda de los gallos y las gallinas	313
10.5. Actividad 5: Soñar el sonido	317
Capítulo 11. Una ciencia para ser persona	321
Introducción	321
11.1. Actividad 1: Taller de quejas y arreglos	322
11.2. Actividad 2: Crezco por dentro y por fuera	325
11.3. Actividad 3: Homenaje a nuestros héroes y heroínas	327
11.4. Actividad 4: Cuido mi ciudad, es mi medio ambiente habitual	330
11.5. Actividad 5: Saber ver la Tierra	338
Bibliografía	343

## Capítulo 4. Las actividades científicas

### **Introducción: la importancia de las actividades científicas**

En el área de las ciencias, la teoría y la práctica deben complementarse para lograr un aprendizaje significativo de los discentes. En capítulos anteriores ya hemos visto cómo el trabajo experimental debe estar ligado a los conocimientos teóricos, ya que para lograr el mayor grado cognitivo posible se deben emplear los diversos tipos de actividades científicas, conjuntamente con los desarrollos teóricos que se imparten en el aula. Las actividades científicas son valiosas porque permiten conocer los conceptos previos, ilustran la teoría, desarrollan habilidades manipulativas, mejoran la capacidad de resolución de problemas, incrementan la socialización y la motivación de los alumnos y conducen a un cambio positivo en la actitud y visión hacia la ciencia. Por ello la actividad científica es una estrategia excepcional para que los alumnos se adentren en los conocimientos científicos y consigan adquirir múltiples objetivos relacionados con los contenidos, las destrezas y las actitudes.

Para alcanzar estos objetivos se debe llevar a cabo el desarrollo de la teoría y de la práctica de forma coordinada y continuada en el tiempo, y las experiencias elegidas deben estar en concordancia con los conocimientos previos de los alumnos, recordando siempre que no se trata de generar un conocimiento científico sino un conocimiento escolar. En estas actividades se debe impulsar la participación activa del alumno y la elaboración de los trabajos experimentales debe ser tenida en cuenta en el proceso de evaluación.

## 4.1. Clasificación de las actividades científicas

Como casi siempre, el resultado de una clasificación dependerá del criterio, más o menos subjetivo, que se utilice. Se pueden diferenciar las actividades científicas utilizando tres criterios:

### *Por su ámbito de realización*

- **Actividades científicas de aula:** se realizan dentro del aula habitual en la que suelen estar los alumnos, y en la que transcurre casi todo su día escolar.
- **Actividades científicas de laboratorio:** que se realizan en un lugar concreto del centro escolar: el laboratorio.
- **Actividades científicas de campo:** este tipo de actividades se realizan fuera del centro escolar, ya sea en una salida al campo, o en una visita al jardín o al patio del colegio.
- **Actividades caseras:** el nombre de este tipo de actividades se refiere a aquellas que se podrían realizar en las casas de los alumnos, utilizando el material que suele haber en cada una, pero también se pueden hacer en el centro escolar.

### *Por el carácter de su resolución*

- **Actividades científicas abiertas:** son aquellas en las que se desconoce totalmente el posible resultado. Es el alumno, casi sin ayuda, el que planea y realiza la actividad científica.
- **Actividades científicas cerradas:** en este caso hay que seguir las instrucciones dadas por el docente, habitualmente por escrito, y obtendremos el resultado que el profesor había previsto. Este tipo de actividades no dejan ninguna iniciativa personal al alumno, por este motivo también son llamadas tipo receta: «echa los ingredientes y te saldrá».
- **Actividades científicas semiabiertas o semicerradas:** como su nombre nos indica, son una mezcla de las dos anteriores. El profesor da a los alumnos una guía de lo que pueden realizar, pero se deja a estos, con la supervisión del docente, introducir nuevas

variables. En este tipo de actividades resulta fundamental diseñar actividades que no acaben convertidas en «recetas» de trabajo.

En Primaria es muy conveniente la práctica dirigida y controlada por el docente, y, debido al nivel cognitivo y el bagaje científico de los alumnos, las actividades se centrarán en la comprobación de algún hecho o fenómeno, asociación de los hechos observados a teorías o leyes que conoce, análisis de datos y obtención de conclusiones.

#### *Por sus objetivos didácticos*

- **Actividades científicas de logro de habilidades y destrezas:** aunque el fin principal sea el expuesto, es obvio que los alumnos adquirirán otros aspectos relacionados con los contenidos.
- **Actividades científicas de verificación:** este tipo de actividades suelen resultar muy conflictivas porque la realidad es que normalmente no se verifica casi nada, y el alumno puede pensar que lo que dice el profesor es erróneo. Por ejemplo, si en una ciudad que no esté al nivel del mar se les propone a los alumnos (sin darles otros datos) verificar que el agua bulle a 100° C, estos comprobarán que su agua bullendo no alcanza jamás esta temperatura.
- **Actividades científicas de predicción:** son las propias en las que se pretende averiguar si la hipótesis de trabajo propuesta se verifica o no.
- **Actividades científicas inductivas** (obtención de una ley científica): estas agrupan, en realidad, la realización de muchas actividades científicas, de las que pretende deducir una conclusión más general.

## **4.2. Cómo diseñar las actividades científicas**

A la hora de diseñar cualquier actividad científica se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Objetivos:** reflexiones sobre lo que se pretende conseguir con su realización, tanto desde el punto de vista científico como didáctico.
- **Planteamiento teórico:** sitúa la experiencia dentro del contexto científico en el que se enmarca su realización.
- **Material:** instrumentos y material fungible precisos para el desarrollo de la experiencia.
- **Instrucciones o método:** se dan las normas para su realización (con advertencias de posible peligrosidad, que en Primaria debe ser nula).
- **Cuestiones, conclusiones, comentarios, aplicaciones:** para que el alumno obtenga la respuesta buscada o a través de la realización de la actividad científica o de información complementaria.

Además, todo profesor, antes de proponer la realización de una actividad científica que ha diseñado, debe realizarla él con anterioridad para observar incidencias, peligrosidad, etc.

A continuación se presentan los criterios más importantes que deben guiar la selección de las actividades científicas:

- Que el material sea de fácil acceso: que los alumnos lo puedan encontrar fácilmente.
- Que favorezcan el aprendizaje del contenido científico.
- Que desarrollen el intelecto y la manipulación.
- Que mejoren el pensamiento creativo y la resolución de problemas.
- Que incrementen la actitud científica, hacia la ciencia y hacia el trabajo práctico.
- Que favorezcan la integración en el entorno.
- Que diversifiquen el aprendizaje: de diferentes niveles de comprensión y que contemplen contenidos de otras áreas.

### 4.3. Las principales actividades en el área de las ciencias experimentales

En este último apartado vamos a describir con mayor profundidad la didáctica empleada en las principales actividades que podemos desarrollar en el área de las ciencias experimentales:

- El trabajo de laboratorio.
- El trabajo de campo.

#### 4.3.1. El trabajo de laboratorio

El laboratorio escolar debe servir para la experimentación y la comprobación de la teoría impartida en el aula, aunque también se puede implementar antes de desarrollar los contenidos como estrategia para conocer las preconcepciones de nuestros alumnos y saber cómo abordar y plantear el tema dentro del aula.

Este recurso metodológico permite a los alumnos realizar experimentos, aprender a manejar aparatos sencillos, contrastar conceptos teóricos y comprobar hipótesis obtenidas durante la aplicación del método científico. Además suscita la curiosidad de los niños, les permite dar un mayor sentido y valor a la explicación de los fenómenos naturales y les lleva a plantearse más interrogantes, sobre todo de su realidad más inmediata. Gracias a la experimentación, los niños aprenden de forma autónoma a descubrir el mundo que les rodea. No hay que olvidar que los niños son curiosos por naturaleza y a través de su deseo de explorar se les puede ayudar a aprender, pues en las actividades de laboratorio, además de observar, medir y experimentar, se consigue que los alumnos desarrollen una serie muy importante de capacidades cognitivas y procedimentales. Entre ellas podemos destacar:

- La memorización, la creatividad y la imaginación. Los niños no solo describen lo observado, sino que también accionan conocimientos anteriores, los reorganizan y los elaboran como nuevos, utilizando memoria e imaginación.
- La objetividad o intersubjetividad de la experimentación, sin que la opinión personal influya en la interpretación de los datos obtenidos.
- La paciencia y la perseverancia ante la espera de obtención de resultados.
- La predicción, el análisis y la síntesis. Es muy importante la realización de una observación sistemática, anotar puntualmente

- los datos obtenidos y saber cómo extraer las conclusiones relevantes del experimento realizado.
- La resolución de problemas para dar respuesta a las preguntas planteadas.
  - La motricidad fina y la coordinación óculo-manual. En laboratorio se realizan actividades manuales que en ocasiones necesitan cierta precisión.
  - El rigor científico. Exactitud o precisión en todas las operaciones científicas.
  - La claridad de expresión. Los alumnos deben aprender progresivamente esta forma de expresión. Deben aprender a organizar y fundamentar sus ideas, y expresarlas con precisión y objetividad. Pueden expresarse a través del discurso oral o escrito, la realización de esquemas y dibujos. Los alumnos adquieren un dominio progresivo y comprensivo del vocabulario científico. Hay que tener en cuenta las peculiaridades del lenguaje científico (es objetivo, preciso y en muchas ocasiones tiene un significado diferente que en la vida cotidiana), así como las diferencias y características generales del discurso escrito y oral. Respecto a la elaboración del dibujo como medio de comunicación de las ideas asimiladas, hay que destacar que en las ciencias lo importante no es la belleza, la estética o la composición de los dibujos. Se trata de que al concentrarse para realizar los trazos de los dibujos detecten y se detengan en los detalles o «las partes» que se les podían haber pasado por alto en la observación «del todo», es decir en descomponer el total de objeto en el conocimiento de sus partes. En función de la edad de los alumnos pueden facilitárseles fichas con dibujos en los que los alumnos solo deben colorear. Lo importante es que refleje una realidad significativa para ellos.
  - Aprendizaje cooperativo. Gran parte del trabajo de laboratorio se lleva a cabo en parejas o pequeños grupos, lo que propicia un trabajo colaborativo.

En resumen, se fomenta una enseñanza más activa y participativa donde se impulsa el método científico y el espíritu crítico.

Aunque hablamos de trabajo de laboratorio, este no tiene por qué circunscribirse de forma exclusiva a este lugar, ya que es cierto que en muchas ocasiones las experiencias planteadas pueden realizarse cómodamente en el aula, sin recurrir al laboratorio. Por ejemplo, la germinación de una semilla y la evolución de su crecimiento o el estudio de la metamorfosis del gusano de seda en mariposa son dos actividades perfectamente factibles para ser realizadas en el aula. Hay que ser conscientes de que trabajar dentro del aula resulta mucho más cómodo, pues no tenemos que preparar el laboratorio ni movilizar a los alumnos. Sin embargo, será necesario utilizar el laboratorio en el caso de precisar materiales concretos, como colecciones de minerales, rocas y fósiles; el esqueleto o maquetas del cuerpo humano, materiales de vidrio o los juegos de pesas; así como instrumentos específicos como balanzas o lupas binoculares o para la colocación de terrarios o acuarios que necesitan el agua y el uso de los fregaderos y las instalaciones del laboratorio.

Respecto a las actividades, no es necesario, ni tampoco recomendable, realizar complejas experiencias que los alumnos no lleguen a comprender o tengan dificultades para realizar; las experiencias deben ser sencillas, de fácil realización y deben ajustarse al nivel cognitivo de los alumnos a los que van dirigidos, teniendo en cuenta su nivel intelectual, destrezas y habilidades.

### ***Desarrollo del trabajo de laboratorio***

Tal y como comentábamos anteriormente, el desarrollo de actividades fuera del aula, en este caso en el laboratorio, presenta algunos inconvenientes. En primer lugar el número de alumnos que se aconseja para trabajar en el laboratorio es reducido (máximo unos 15 alumnos), por lo que para organizar estas actividades en muchos casos se hace necesario la existencia de un profesor de desdoble que se encargue de trabajar con el resto de alumnos en el aula o con actividades alternativas, que pueden ser o no de carácter práctico. En segundo lugar hay que favorecer el trabajo en grupo y la discusión de resultados, por lo que debemos crear grupos, y aunque el número de alumnos en cada grupo es variable y dependerá de la actividad a realizar, en general será como máximo de 4 alumnos. Es conveniente nombrar un responsable de cada equipo que organice el material y se asegure de que este que-

de limpio y ordenado tras la práctica. Por último, la preparación de actividades en el laboratorio implica una planificación previa por parte del docente: elaboración de la experiencia, puesta en práctica previa y posterior análisis de su utilidad; y la limpieza y recogida de materiales tras su utilización.

El papel desempeñado por el profesor en las actividades experimentales no se debe limitar al diseño, a la preparación previa de la práctica y al análisis posterior de los resultados obtenidos por los alumnos, sino que además debe:

- Proporcionar problemas y actividades planificadas adecuadas a la edad y a las características de los alumnos.
- Ayudar a los alumnos a formular hipótesis.
- Permitir que los alumnos hablen de sus descubrimientos. Es muy útil y necesario comparar los resultados obtenidos con los de los otros grupos. Los alumnos pueden tener diferentes ideas de una misma realidad, es adecuado que expresen el modelo mental construido, lo analicen y lo reconstruyan de nuevo en el caso de que sea erróneo. Esto facilita la comparación de los resultados y el tener una percepción del modo en que han trabajado los alumnos. Además los estudiantes aprenden que hacer ciencia no solo se refiere a las manipulaciones características del trabajo de laboratorio, sino también al aspecto de comunicación de resultados, pieza clave en la construcción del aprendizaje.
- Ayudar a los alumnos a buscar pautas, patrones o tendencias en los datos encontrados.
- Guiar a los alumnos a extraer conclusiones basadas en pruebas.

A continuación se detallan las diversas estrategias que se pueden llevar a cabo en el trabajo experimental agrupadas en las etapas básicas del método científico: *obtención de información, formulación de hipótesis e interpretación de datos, y obtención de conclusiones y resultados*. Muchas de ellas pueden realizarse fuera del entorno del laboratorio, pero todas ellas son parte de la experimentación, que consiste en reproducir un fenómeno bajo unas condiciones controladas para realizar observaciones, analizar y obtener conclusiones.

## 1. Obtención de información

Lo primero es plantear de forma concreta qué problema se va a investigar. La información se obtiene de la *observación*, que nos permite conocer todas las cualidades, propiedades y circunstancias de un fenómeno u objeto de nuestro entorno. En este punto es muy importante diferenciar entre la observación y la interpretación. Se hace una interpretación cuando existe una experiencia previa, y en muchas ocasiones es muy difícil evitar interpretar los fenómenos observados.

No obstante, observar no significa solo mirar, ya que no implica únicamente el sentido de la vista, sino también percibir. Y para ello se usan todos los órganos de los sentidos. Se toma el objeto, palpando, presionando, oliendo, agitando, y si es el caso degustando, siempre teniendo presente que existen ocasiones en las cuales los sentidos del gusto y del olfato pueden ser peligrosos para el observador. Por ejemplo, si los alumnos observan una hoja de un árbol pueden utilizar:

- La *vista* para conocer la forma, el color, el tamaño, etc.
- El *olfato*, sobre todo si rompen la hoja; pueden percibir el olor de esa hoja, que además en muchos casos será exclusivo de ese vegetal y puede ayudar a que lo reconozcan.
- Si *tocan* la hoja pueden conocer el borde (dentado, liso, etc.), la superficie (cerosa, aterciopelada, etc.) y el tamaño.
- Si utilizan el sentido del *gusto* (en el caso de los vegetales, el profesor debe conocer previamente ese vegetal y saber si posee alguna sustancia tóxica) también les proporcionará conocimientos.
- Con el *oído*, si agitan la hoja o la doblan hasta que se rompa, pueden conocer su carnosidad, su dureza...

### *Tipos de observación*

Las observaciones pueden ser cualitativas cuando describimos una cualidad o cuantitativas cuando describimos qué cantidad. Las observaciones cuantitativas proporcionan una mejor descripción del objeto que las cualitativas.

Del mismo modo pueden ser directas e indirectas.

La observación directa es aquella que no necesita ningún instrumento óptico, se puede realizar en cualquier momento y, como se aplican todos los sentidos, el conocimiento es más global. La observación indirecta es aquella en la que se utiliza algún instrumento óptico que mejora los detalles de la observación.

Hay muchos instrumentos ópticos que se pueden emplear en función de la actividad desarrollada, como son el telescopio, los prismáticos, la cámara de fotos y de vídeo... pero en la etapa de la Educación Primaria hay tres instrumentos ópticos básicos, que son: la lupa de mano, la lupa binocular y el microscopio óptico.

#### *LUPA DE MANO O SENCILLA*

Una lupa es una lente convergente provista de un mango para sujetarla. Sirve para ver objetos gruesos a los que la luz les llega desde arriba. La lupa suele proporcionarnos cuatro aumentos (4x).

#### *Ventajas:*

- Es muy fácil de adquirir (es asequible porque es barata, y es accesible porque la podemos encontrar casi en cualquier papelería). Permite que cada alumno tenga su propia lupa y la lleve consigo.
- Es muy fácil de manejar. Su uso no es complicado.
- Ofrece una alta motivación, ya que facilita conocer muchos detalles que no se aprecian a simple vista.
- No aleja de la realidad, ya que solo aumenta un poco el tamaño del objeto.
- Permite que los niños apliquen varios sentidos al observar, y así el conocimiento del objeto a observar es más global y completo.

#### *Inconvenientes:*

- Aumenta poco aquello que estamos observando (4x).

Por todo esto, la lupa sencilla es el instrumento óptico que preferentemente se debe utilizar en la Educación Primaria, ya que al no alejar

de la realidad, siempre sabemos qué es lo que estamos observando. No es necesario tener ninguna capacidad de abstracción, destreza de la que carecen los niños del primer ciclo de esta etapa.

#### *LUPA BINOCULAR*

La lupa binocular, con unos 40 aumentos (40x), nos permite ver un campo grande porque consta de dos lentes: una divergente en el ocular y otra convergente en el objetivo.

#### *Ventajas:*

- Nos permite observar con más aumentos (x20 o x40) y, por lo tanto, apreciamos más detalles de los que podemos observar a simple vista.
- Al tener dos oculares, vemos en tres dimensiones (con relieve).

#### *Inconvenientes:*

- No es fácil de conseguir (tiene un precio alto y solo se adquiere en establecimientos especializados). Aleja de la realidad, muchas veces lo que vemos a través de los oculares no se puede identificar y resulta difícil reconocer el objeto o ser vivo que estamos observando.
- Su manejo es relativamente complicado. Solo observamos con un sentido: la vista. Ocasionalmente también nos dará información el olfato si lo que estamos observando emite de forma natural alguna emanación perceptible.

Por todo lo anterior, la lupa binocular es un instrumento óptico que se puede utilizar en el tercer ciclo de Educación Primaria, ya que, aunque al alejarnos ligeramente de la realidad no siempre sepamos qué es lo que estamos observando, por otro lado supone una gran motivación para el niño.

## MICROSCOPIO ÓPTICO

El microscopio puede producir imágenes muy ampliadas de objetos muy pequeños. El microscopio óptico (figura 38) tiene dos lentes o sistemas de lentes que son los oculares y los objetivos. Consta de los siguientes elementos:

1. Un sistema de iluminación que comprende:
  - la fuente de iluminación
  - el diafragma para regular la cantidad de luz que pasa por el condensador
  - el condensador que concentra la luz sobre la preparación.
  
2. Un sistema de lentes compuestos por:
  - el ocular, que es la lente por la que se realiza la observación
  - los objetivos, lentes intercambiables situadas en el revólver.
  
3. Una parte mecánica integrada:
  - la base
  - la columna
  - la platina sobre la que se coloca la preparación
  - el macrómetro, tornillo que sirve para efectuar un enfoque rápido
  - el micrómetro, tornillo que sirve para efectuar un enfoque fino
  - el revólver, la pieza giratoria en la que se encuentran los objetivos.

El aumento total del microscopio se entiende multiplicando los aumentos del ocular y de los objetivos, cada uno de los cuales lleva impreso el número de aumentos en proporción (5x, 10x, 15x...).

Para conservar cualquier muestra primero hay que prepararla, situando la muestra sobre una pieza de cristal llamada portaobjetos, que se cubre con otra pieza de menor tamaño de cristal más fino denominada cubreobjetos. En ocasiones las preparaciones se tiñen para ver mejor los diferentes componentes que aparecen en ella (con colorantes como rojo congo, azul metileno...).



**Figura 38.** Componentes de un microscopio óptico.

***Ventajas:***

- Al utilizar este instrumento conseguimos apreciar muchos detalles, ya que podemos conseguir hasta 1.200 aumentos.

***Inconvenientes:***

- No es fácil de conseguir (tiene un precio alto y solo se adquiere en establecimientos especializados).
- Aleja mucho de la realidad: lo que vemos a través del ocular no es fácil identificar si no sabemos previamente el objeto o ser vivo que estamos observando.
- Su manejo es muy complicado para un niño de las primeras etapas de la Educación Primaria.
- Solo podemos observar aplicando la vista.
- Necesitamos preparaciones transparentes (cuyo montaje es difícil).
- Únicamente se ve en dos dimensiones (sin relieve).

Estos inconvenientes hacen que este último instrumento de observación no esté a la altura de la madurez psicológica de la mayoría de los niños de Educación Primaria, ya que es necesario tener capacidad de abstracción para que su uso sirva para adquirir algún contenido, y esto aún no se ha logrado en esta etapa. Aunque se puede utilizar con una finalidad propedéutica, y realizar experimentos sencillos que permitan acercar esta herramienta a los niños, y de esta forma no sea desconocida para ellos al comenzar la Educación Secundaria. Así, se pueden realizar experiencias muy sencillas como observar las capas de una cebolla, el sarro de los dientes o las bacterias presentes en el yogur.

**Papel del profesor:** el papel que desempeñará el profesor, como en casi todas las actividades de ciencias, será el de guía. Este guiar es fundamental, ya que si dejamos a los alumnos que observen libremente, puede ocurrir que se queden en detalles que no tienen importancia o en peculiaridades que no nos interesan. Los alumnos comienzan siendo incapaces de distinguir entre lo que nosotros podemos considerar relevante o intrascendente en una observación. Al comienzo debe promover oportunidades a sus alumnos para que realicen observaciones muy amplias, teniendo en cuenta que para ello debe proporcionarles:

- *Objetos interesantes de observar:* abundan en su entorno y pueden traerlos a clase. Es conveniente que el profesor dé una pequeña introducción de lo que se expone porque, de esta manera, se incrementa la información que los alumnos pueden obtener de sus observaciones.
- *Instrumentos de observación:* dejar a su alcance lupas de mano y binoculares, que previamente conocen y dominan su manejo.
- *Tiempo suficiente para observarlos:* es conveniente mantener una exposición en clase de los materiales que han traído, y dejarles que los miren, huelan, toquen y escuchen. Mientras se mantiene la exposición, los alumnos pueden aprovechar «ratos perdidos» para observarla. Dar tiempo a que observen es una parte importante de la organización del profesor.
- *Invitaciones a que observen:* algunos alumnos se lanzan a observar sin necesidad de animarles, pero otros se resisten más y pueden

distraerse fácilmente tras una mirada superficial. Estos últimos alumnos pueden recibir ayuda de un comentario del profesor que les anime a hacerlo, mejor que realizarles una pregunta, que puede inquietarlos.

- *Comentarios acerca de lo observado*: hablar sobre las observaciones ayuda al alumno a encontrar sentido a lo que ha visto, a ajustar su comprensión. Si el alumno descubre que otros dicen cosas diferentes de las suyas, volverá a observar con más cuidado. El cambio hacia la concentración es una señal de progreso en la observación. La discusión proporciona al profesor información importante acerca de si los alumnos han observado lo que debían encontrar. También en esta discusión el profesor se puede enriquecer, ya que los alumnos pueden haberse dado cuenta de cosas que a él se le habían pasado por alto.

Resumiendo, un profesor ayuda al desarrollo de la observación si:

- Proporciona oportunidades (material y tiempo) y estímulo para que sus alumnos hagan observaciones centradas.
- Permite que los niños hablen informalmente sobre sus observaciones.
- Descubre de qué se han dado cuenta y qué interpretación hacen de ello.
- Dispone observaciones en pequeños grupos para ser expuestas en clase.

Además, para poder realizar la observación correctamente es necesario que el profesor realice previamente la observación, para prever posibles incidencias y poder así orientar con claridad, guiar hacia puntos concretos de observación y llevar a cabo la observación de manera ordenada.

## 2. Formulación de una hipótesis e interpretación de datos

Inmediatamente tras la realización de una observación surgen preguntas como por qué, cómo, cuánto... Para poder responder a estos interrogan-

tes se debe formular una hipótesis. La formulación de hipótesis busca dar una respuesta en forma anticipada a un problema más general. Para comprobar las hipótesis pueden ser necesarias las estrategias de comparar, clasificar e identificar, medir, estimar y controlar variables que conforman algunos de los objetivos relacionados con las destrezas que, tal y como se analizó en capítulos previos, deben adquirir los niños durante la Educación Primaria. Por su importancia vamos a volver a analizar estas destrezas, pero en este caso bajo el foco de la experimentación científica:

### ***Comparar, clasificar e identificar***

Estas actividades intelectuales también se trabajan de forma habitual en la vida cotidiana y permiten al individuo ejercitar el análisis, la síntesis, la abstracción y la generalización. Este es el principal motivo por el que, erróneamente, se piensa que son procesos que se aprenden de manera espontánea, y que solo tienen que ver con la percepción. Pero en realidad están íntimamente ligados con el pensamiento y son operaciones lógicas que se deben trabajar y potenciar en las actividades de aula. La metodología científica que debemos aplicar a la hora de generar un conocimiento escolar utiliza con frecuencia estas tres destrezas:

- Comparar: permite determinar las características de lo que se confronta, buscando semejanzas y diferencias. (Requisito: saber observar)
- Clasificar: consiste en agrupar entidades siguiendo un criterio establecido. (Requisito: saber observar y, también, comparar)
- Identificar: consiste en reconocer un objeto, organismo, fenómeno o hecho en función de sus características.

### ***Medir***

Consiste en cuantificar una observación tomando como base un patrón de referencia. Las mediciones pueden realizarse con patrones de medida arbitraria cuando se usan parámetros que no son exactamente iguales (pasos, pies, palmas...) o cuando se emplean unidades oficiales (metros, litros, gramos...). En la tabla 12 podemos ver las principales magnitudes con las que se van a trabajar y los instrumentos más habituales de medición en la Educación Primaria.

Aunque es importante que los alumnos adquieran destrezas en el uso de algunos instrumentos de medida sencillos, resulta muy interesante, sobre todo en las primeras edades, que los niños empleen patrones de medida elegidos por ellos mismos, como el largo de un pie o la anchura de su mano, ya que de este modo el alumno es capaz no solo de fomentar su imaginación y creatividad, sino que también se hace más consciente de sus proporciones y de una mejor asimilación del proceso de la medición.

**Tabla 12. Magnitudes que se trabajan en la Educación Primaria y sus principales instrumentos de medida**

MAGNITUD	INSTRUMENTO DE MEDIDA
Longitud	Regla, cinta métrica.
Volumen	Probeta, vaso de precipitado
Masa	Balanza
Tiempo	Reloj, cronómetro

**Fuente:** *Elaboración propia.*

### **Estimar**

Consiste en adivinar el valor de una variable sin realizar ninguna operación de medida en sentido estricto. Pero para poder realizar procesos de estimación, que constituyen un grado de mayor complejidad dentro del proceso cognitivo, es necesario que los niños manejen adecuadamente la destreza de la medición.

### **Controlar variables**

Cuando se experimenta es necesario trabajar con variables. En ciencia se entiende por variable todo aquello que puede afectar o modificar los resultados de la experimentación. Existen tres tipos de variables:

- Variable independiente: factor que el investigador altera o modifica a voluntad para observar los efectos que ello provoca.

- Variable dependiente: es aquella que depende de la variable independiente, es decir, se modifica a causa de ella.
- Variable constante o controlada: es aquella que no se altera o modifica durante la investigación; de este modo solo se observa el efecto que tiene la variable seleccionada o independiente.

Veamos en un sencillo ejemplo quién es cada una de estas variables:

*Imaginemos que vamos a realizar un experimento para ver la eficiencia de la aplicación de fertilizante en una planta. En este experimento la variable independiente (lo que cambio) sería la cantidad de fertilizante, la variable dependiente (lo que observo) el crecimiento de las plantas, y la variable controlada (lo que mantengo igual) que apliquemos el fertilizante siempre al mismo tipo de plantas, es decir que si elegimos rosales, todas las plantas serán rosales, no en unos casos rosales y en otros tulipanes. Una posible hipótesis a verificar sería: «si agrego una mayor concentración de fertilizante a la planta esta crece más rápido y mejor».*

Un aspecto que debemos tener en cuenta cuando implementemos actividades de experimentación con nuestros alumnos en las que queremos que aprendan a controlar las variables es que para que el resultado de un experimento sea fiable y los niños puedan comprender mejor cómo afecta cada variable, lo más adecuado es que en cada experimento se vayan modificando las variables de una en una. De lo contrario no se puede conocer con certeza el factor cuya modificación genera los resultados obtenidos, y los alumnos serán incapaces de elucidar la relación entre las variables y el resultado que se está produciendo.

### 3. Conclusiones y comunicación de resultados

Es de gran importancia recoger los datos de lo que vamos haciendo y obteniendo. Sobre esos datos podremos pensar, interpretarlos y llegar a una conclusión.

Existen muchas formas de comunicar los resultados; así se puede usar la palabra escrita, verbal, diagramas, tablas de datos, gráficos...

Nosotros vamos a centrarnos en dos de estas herramientas: las tablas y gráficos y los informes de laboratorio.

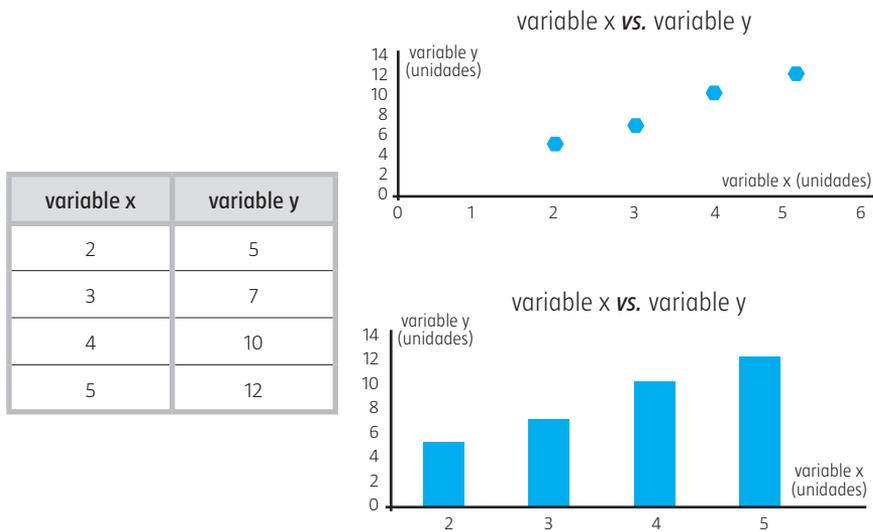
### ***Tablas y gráficos***

Las tablas facilitan la recogida de los datos ya que permiten que solo de un vistazo se puedan observar fácilmente los resultados e inferir la existencia de pautas. Pero además, las tablas constituyen un instrumento muy útil ya que a partir de ellas se pueden confeccionar gráficos. En la tabla de datos, estos se ordenan en columnas en las que se señalan las unidades correspondientes, mientras que en los gráficos se describen y reflejan los resultados de los experimentos recogiendo las variaciones de una variable en función de otra.

A continuación vamos a recordar los pasos que se deben seguir con el objetivo de elaborar un gráfico:

1. *Se coloca el título (también puede hacerse como paso final).*
2. *Se dibujan los ejes de coordenadas, que son la línea vertical y horizontal y corresponden respectivamente al «eje y» (donde se coloca la variable dependiente) y el «eje x» (donde se representa la variable independiente).*
3. *En cada eje se coloca el nombre de la variable y sus unidades.*
4. *El punto de intersección de los ejes corresponde al punto cero u origen.*
5. *Hay que graduar la escala de cada eje (se puede usar una graduación distinta en cada uno de los ejes).*
6. *Se ubican correctamente los datos o valores a representar que estarán previamente ordenados en una tabla de datos.*

Existen diversos tipos de gráficos: de puntos, de barras, de sectores... eligiendo para cada representación el más adecuado (figura 39).



**Figura 39.** Izquierda: Tabla de datos. Derecha arriba: Gráfico de puntos. Derecha abajo: Gráfico de barras. Elaboración propia.

Cada vez que se realiza un gráfico de una serie de datos, se obtiene una curva según los datos conocidos, pero a partir de la propia gráfica se pueden obtener otros datos que no están representados en la tabla original. De este modo se pueden realizar interpolaciones (cada vez que se busca un nuevo dato entre dos datos conocidos), extrapolaciones (que consiste en predecir datos que no se obtuvieron de modo directo en la experimentación) o buscar tendencias (hacia dónde «tienden» los datos representados, si se incrementa su valor o disminuye o si sigue algún tipo de distribución).

Conviene comenzar con ensayos donde los niños sean capaces de encontrar pautas que relacionen los datos recogidos de modo sencillo. De este modo, con la ayuda del profesor pueden extraer conclusiones, que es lo que verdaderamente da sentido a la experimentación realizada y permite que las actividades científicas sean motivadoras.

### ***Informe de laboratorio***

Se trata de un documento escrito sobre las actividades científicas que se han realizado. Estos informes constan de una serie de apartados concretos, que de forma resumida se recogen a continuación:

- **Título** en la primera hoja y la fecha.
- **Introducción** o pequeña explicación en la que se da a conocer el problema a investigar y los objetivos que se plantean.
- **Procedimiento**: con el planteamiento de la hipótesis a trabajar.
- **Metodología**: se trata del diseño experimental a utilizar, el listado de materiales utilizados y las variables empleadas.
- **Resultados y datos obtenidos**: es la parte del informe donde se describen las observaciones y mediciones realizadas. Puede ser necesario organizar las mediciones en tablas de datos con su correspondiente número y título, e igualmente confeccionar gráficos. Se pueden incluir dibujos, esquemas...
- **Interpretación de resultados**: es la parte más importante del informe, en ella se establece la relación entre las variables dependientes e independientes, así como su análisis e interpretación.
- **Conclusiones**: con todo el análisis del apartado anterior, los alumnos pueden concluir si la hipótesis fue verdadera o falsa y argumentar su respuesta.
- **Bibliografía**: para recoger los libros y documentos consultados, ya sean en papel o formato digital. Se puede realizar por orden alfabético de los autores, indicando el tipo de texto, editorial, año de publicación y el enlace web.

Obviamente para realizar este informe es muy importante dominar y tener ciertas nociones de cómo realizar la investigación, lo que puede resultar muy complejo para niños de Primaria. Sin embargo, es muy importante que poco a poco los alumnos vayan adquiriendo el bagaje científico, y para ello pueden trabajar partes de la indagación científica de modo aislado o bien realizar sencillas experimentaciones y diseños experimentales que sean capaces de entender, en los que aprendan a realizar las medidas, las gráficas y cálculos necesarios para obtener resultados, así como las conclusiones que pueden derivarse de tales resultados. Además es recomendable que los alumnos dispongan de un cuaderno de trabajo o cuaderno de laboratorio donde de forma individual los alumnos recojan las actividades realizadas aunque se haya trabajado en grupos. En el cuaderno los niños registran datos y resul-

tados así como también su pensamiento y sus emociones, describen procedimientos, realizan esquemas, dibujos...

#### 4.3.2. El trabajo de campo

Son actividades que se realizan fuera del aula, muy diversas y dirigidas a que los alumnos tomen contacto directo con el medio y realicen experiencias. Plantear este tipo de actividades conlleva la ruptura de la dinámica escolar diaria, y constituye en sí mismo algo motivador. Lo fundamental es abrir y ampliar el campo de vivencias de los alumnos, que les posibilite establecer relaciones entre lo que ven y conocen. Pero deben ser vistas por los alumnos como un momento de trabajo y no de ocio. Para ello hay que preparar guías y cuestionarios para que los alumnos participen lo más activamente posible.

Es recomendable desarrollar alguna actividad consecuente al regresar a la escuela para ayudar a integrar las experiencias de las salidas a las actividades progresivas del curso. Así, del mismo modo que con el trabajo de laboratorio, en el trabajo de campo se debe aprender a utilizar el cuaderno de campo, para ir detallando las actividades realizadas, pues de su correcto manejo depende la calidad de los resultados finales.

Las anotaciones en el cuaderno dependerán del trabajo a desarrollar, y siempre deben recogerse los siguientes puntos:

- Fecha de la salida.
- Hora y estado del tiempo.
- Localización, con la referencia a algún lugar fácilmente identificable.
- Se convierte en obligatorio ilustrar las observaciones con esquemas o bocetos sencillos.

Con el objetivo de analizar más detalladamente los trabajos de campo vamos a dividirlos en dos categorías:

- Excursiones e itinerarios.
- Visitas a museos, industrias y talleres.

### *Excursiones e itinerarios*

Tradicionalmente el trabajo de campo se realizaba con la finalidad de que los alumnos comprobaran in situ los aspectos teóricos vistos en el aula. Las experiencias de campo proporcionan una serie de oportunidades de aprendizaje que no pueden brindar los laboratorios. El trabajo de laboratorio consiste en manejar una serie de variables únicas, mientras que otras variables se mantienen constantes o bajo control. Por el contrario el trabajo de campo engloba la totalidad de variables implicadas en las interrelaciones de los seres vivos y el entorno. En la actualidad se presentan como oportunidades para desarrollar un enfoque de resolución de problemas donde de modo individual o en pequeños grupos emprenden una tarea en una zona geográficamente delimitada con los siguientes objetivos:

- Analizar y sensibilizar sobre problemas de nuestro entorno, por ejemplo un incendio forestal.
- Contrastar diferentes puntos de vista de un problema, por ejemplo verificar si en nuestro barrio hay contenedores de reciclaje.
- Desarrollar habilidades y destrezas: técnicas de muestreo de aves o de vegetación.
- Ampliar conocimientos trabajados: identificación de árboles por sus hojas en el parque.
- Fomentar las actitudes de compañerismo, responsabilidad, paciencia, constancia, prevención de accidentes...
- Aprender técnicas de recogida y conservación de material vivo (uso de botes, etiquetado de muestras, recolección de plantas...), suelos, utilización de instrumentos de análisis (lupas de bolsillo, prismáticos para observación de aves, cámaras de fotos, receptores GPS, brújulas...), manejo de mapas geológicos y topográficos...
- Estudiar las especies del entorno y su comportamiento, los impactos ambientales, elementos del paisaje, formaciones geológicas... Se debe evitar el coleccionismo de especies y fomentar el cuidado del entorno.

Si se realizan en el entorno local se pueden crear fuertes vínculos con el medio, de modo que en su vida adulta se sientan comprometidos

por su región y su desarrollo. Hay que plantear problemas lo suficientemente amplios para permitir el surgimiento de algunos enigmas para investigaciones futuras.

Se pueden aprovechar los recursos cercanos a los centros escolares para que estas prácticas puedan realizarse en horario oficial y con un bajo o nulo coste económico para los padres (figura 40).



**Figura 40.** Niños de excursión en una granja-escuela cercana al colegio.

Por tanto, el trabajo de campo no tiene por qué ser una actividad apartada del enclave escolar, en un entorno «exótico» o al que lleve mucho tiempo el desplazarse.

Otras oportunidades para realizar trabajo de campo con flora y fauna indígenas y exóticas las brindan los zoológicos, museos y jardines botánicos.

Por supuesto, las excursiones e itinerarios deben ser preparados con anterioridad a la salida del centro. Es fundamental que el profesor realice previamente la actividad, anote las paradas de interés, tenga en cuenta factores condicionantes (lluvia, imprevistos...) y el tiempo necesario que necesitan sus alumnos para la realización de las actividades propuestas.

De esta forma el profesor debe preparar:

- Una lista del equipo indispensable del que debe informar a sus alumnos días antes de la salida del centro escolar (tipo de ropa y calzado recomendado, protector solar, necesidad de llevar agua y alimentos en función de la duración de la excursión, materiales a emplear...).
- Las actividades que van a realizar los alumnos y sus objetivos, con un cronograma realista, ya que no se puede esperar que los alumnos realicen las tareas a la misma velocidad que el docente, y además hay que calcular algo de tiempo para descanso, diversión y discusión.

- Un plano del área, que se dará a los alumnos, con las paradas previstas.
- Asegurarse de que todos los alumnos que asisten tienen la autorización de sus padres o tutores y el seguro escolar.

### ***Visitas a museos, industrias y talleres***

Hay una gran cantidad de *museos* en función de la orientación de la actividad propuesta, de Zoología, Botánica, Geología, Paleontología, Etnología, observatorios astronómicos o atmosféricos, planetarios, acuarios... accesibles para todos los públicos. Y cada vez más, ya no son un mero paseo por vitrinas o paneles sino que permiten el aprendizaje interactivo, donde se plantean diversos talleres y actividades prácticas, así como el manejo de instrumentación y material científico de diversa índole.

Generalmente estas visitas son guiadas por personal especializado del lugar que se visita, por lo que el descubrimiento es realizado por los alumnos con ayuda de guías preparadas para ello.

Las *visitas a industrias y talleres* son otros recursos de gran interés, ya que los alumnos pueden conocer directamente procesos y transformaciones difíciles de reproducir en el aula. También ayuda a comparar un proceso industrial con uno artesanal. Se pueden realizar visitas a industrias de diversos sectores: alimentación, productos de limpieza, materiales ópticos, centrales generadoras de energía, de reciclaje, depuradoras y potabilizadoras... Las visitas a industrias se deberían proponer a los alumnos de Primaria de más edad que sean capaces de alcanzar la comprensión de los procesos productivos, ya que los alumnos más pequeños pueden quedarse solo con la existencia de «grandes máquinas». Sin embargo, los talleres son adecuados para los alumnos de Primaria ya que muestran procesos más sencillos y cercanos al alumno. En este aspecto el sector alimentario destaca especialmente (como las panaderías artesanas o fábricas de chocolate), ya que se les da la oportunidad a los niños de realizar ellos mismos los productos que se elaboran de primera mano.

Al igual que en las excursiones e itinerarios es imprescindible que el profesor prepare previamente la actividad, conociendo el programa

y contactando con las personas que van a guiar la visita. En estas visitas se obtienen trípticos, guías y material didáctico, que asimismo son fuente de nuevas ideas para incorporar al aula.

## Bibliografía

- Aguaded, J. I. y Cabero, J. (2002). *Educación en red: Internet como recurso para la educación*. Málaga: Aljibe.
- Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Nargund, V. y Weiland, I. S. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years. *The Journal of Science Education and Technology*, 20, 5, 537.
- Alsina, A. (2006). *Cómo desarrollar el pensamiento matemático de 0 a 6 años*. Barcelona: Editorial Octaedro.
- Antón, B. (2000). *Educación Ambiental*. Madrid: Editorial Escuela Española.
- Appleton, K. y Kindt, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teacher's practices. *International Journal of Science Education*, 21(2), 397-419.
- Aramburu Ordozgoiti, F. (2000). *Medio Ambiente y Educación*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Austin, R. (comp.) (2009). *Deja que el mundo exterior entre en el aula*. Madrid: Ediciones Morata.
- Aviram, R. (2002). ¿Conseguiré la educación domesticar a las TIC? Ponencia presentada en el II Congreso Europeo de Tecnología de la Información, Barcelona.
- Bahamonde, N., Bulwik, M. y Tignanelli, H. (2011). *Ciencias Naturales, Serie Cuadernos para el aula. Consejo Federal de Cultura y Educación*. Buenos Aires: Gráfica Pinter.
- Baird, C. (2001). *Química ambiental*. Barcelona: Reverté.
- Balanskat, A., Blamire, R. y Kefala, S. (2006). The ICT Impact Report. *A Review of Studies of ICT Impact on Schools in Europe*. Bruselas: European Schoolnet, European Commission.

- Benarroch, A. y Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), 289-304.
- Biscarri, J. (2000). Condicionantes contextuales de las atribuciones de los profesores respecto al rendimiento de sus alumnos. *Revista de Educación*, 323, 475-492.
- Bo, R. M. y Sáez, A. (2005). Dimensiones obtenidas en los obstáculos percibidos para la integración de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) por parte de los profesores de la Comunidad Valenciana. Actas del XXII Congreso Nacional de Modelos de Investigación Educativa.
- Boesdorfer, S., Lorsbach, A. y Morey, M. (2012). Using a vicarious learning event to create a conceptual change in preservice teachers' understandings of the seasons. *Electronic Journal of Science Education*, 15, 1, 1-14.
- British Educational Communications and Technology: BECTA. (2004). A review of the research literatura on barriers to the uptake of ICT by teachers. Consultado en agosto de 2014 en <http://www.becta.org.uk>
- Busquets, M. D. (1993). *Los temas transversales. Claves de la formación integral*. Madrid: Santillana.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Caballer, M. J. y Jiménez, I. (1992). Las ideas previas de los alumnos y alumnas a cerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 172-180.
- Cabero, J. (2006). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- Cáceres, E., Membrilla, E., Moreno, E. y Nevado, E. (1995). *Flick a la serra de Collserola. Trabajo de curso*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 9-19.
- Caramazza, A., McCloskey, M. y Green, B. (1981). Naive beliefs in sophisticated subjects: misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, 9, 117-128.

- Carrascosa, J. y Gil, D. (1982). Los errores conceptuales en la enseñanza de la Física. Un estudio de su persistencia. Primeras Jornadas de Investigación en Didáctica en Física y Química. ICE Valencia, 277-281.
- Champagne, A., Gunstone, R. y Klopfer, L. (1983). Effecting changes in cognitive structure amongst physics students. Annual Meeting of the American Association. Symposium Stability and Change in Conceptual Understanding. Montreal.
- Chen, J. Q. (2001). *Actividades de Ciencias Naturales*. Tomo II: Actividades de aprendizaje para la Educación Infantil. En J. Q. Chen (ed.) e Isberg G., Krechevsky, M. (cols).
- Chen, J. Q., Kreschecskey, M., Viens, J. e Isberg, E. (2000). *Establecer conexiones: colaboración entre escuela y museo. El proyecto Spectrum. Tomo I: Construir sobre las capacidades infantiles*. Gardner, H., Feldman, D. y Krechevsky, M.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Claxton, G. (1994). *Educación mentes curiosas*. Madrid: Visor.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2007). *Atlas: El medio ambiente en la Comunidad de Madrid*. Comunidad de Madrid.
- Consejo Ibérico para la Defensa de la Naturaleza (CIDN) (2001). *Guía de Educación Ambiental: Recursos y Estrategias*. CIDN Publicaciones.
- 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.
- Crujeiras, B., y Jiménez, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando experimentos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, pp. 12-19.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: computers in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Cubero, R. (1988). Los marcos conceptuales de los alumnos como esquemas de conocimiento. Una interpretación cognitiva. *Investigación en la Escuela*, 4, 3-11.
- Davis, D. (2011). *Teaching Science Creatively*. Oxon: Routledge.
- De Pablo, P. (1992). *Diseño del currículo. Una propuesta de autoformación*. Mare Nostrum: Madrid.
- Domínguez Chillón, G. (2013). *Proyectos de trabajo. Escuela diferente*. Colección Aula Abierta. Madrid: Ed. La Muralla S.A.
- Driver, R. (1996). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Tercera edición. Madrid: Morata Ediciones.
- Dunbar, K., y Klahr, D. (1989). Dual-space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1-55.
- Duschl, Richard A., Schweingruber, Heidi A. y Shouse, Andrew W. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Educ. Quím., 21(2), pp. 106-110. Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X. Recuperado de [http://garritz.com/andoni\\_garritz\\_ruiz/documentos/2013/04\\_editVol21-2Indagacion2010.pdf](http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/2013/04_editVol21-2Indagacion2010.pdf)
- Espinet Blanch, M. (1995). El papel de los cuentos como medio de aprendizaje de las ciencias en la Educación Infantil. *Revista Aula de Innovación Educativa*. 44, 59-64.
- European Commission. (2006). Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006. Consultado en agosto de 2014 en: [http://ec.europa.eu/information\\_society/eeurope/i2010/docs/studies/final\\_report\\_3.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/studies/final_report_3.pdf)
- European Commission. (2010). Science and Technology. Special Eurobarometer, 340. Brussels.
- FEYCT (2010). Percepción social de la ciencia y la tecnología. Madrid.
- Franquesa, T. (2006). El valor de la sostenibilidad. En T. Franquesa et al., *La sostenibilidad. Un compromiso de la escuela*. Claves para la innovación educativa 37 (pp. 13-20). Barcelona: Editorial Grao.
- Freire, H. (2011). *Educación en verde. Ideas para acercar a niños y niñas a la naturaleza*. Barcelona: Editorial Grao.
- Fuentes Esparrel, J. A., Ortega Carrillo, J. A. y Lorenzo Delgado, M. (2005). Tecnofobia como déficit formativo. Investigando la integra-

- ción curricular de las TIC en centros públicos de ámbito rural y urbano. *Educación*, 36, 169-180.
- Gabel, D., Samuel, K. y Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.
- Gallego, A. P., Castro, J. E. y Rey, J. M. (2008). *El pensamiento científico en los niños y las niñas: algunas consideraciones e implicaciones*. IIEC, 2 (3), pp. 22-29. Recuperado de [http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44\\_198\\_v2n3gallego.pdf](http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44_198_v2n3gallego.pdf)
- García Gómez, J. y Nando Rosales, J. (2000). *Estrategias didácticas en educación ambiental*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- García, M. (2006). *El rincón de ciencias cómo hacerlo posible a lo largo del año escolar*. En Soto, C. (ed.). *El rincón de ciencias en la escuela infantil. ¿Cómo hacerlo posible a lo largo del curso escolar?* Argentina: Infancia en Red.
- García-Ruiz, M. y Pérez, M. S. (2005). Las actitudes hacia la Ciencia y su enseñanza en las docentes de Educación Preescolar. En M. Méndez, V. Paz y M. L. Martínez (eds.), *La Enseñanza de la Ciencia en la UPN Natura Red 2001-2004* (pp.12-15). México: UPN.
- García-Ruiz, M. y Pérez, M. S. (2005). *Las Actitudes hacia la Ciencia y su Enseñanza en las Docentes de Educación Preescolar*. En M. M. Méndez, V. Paz y M. L. Martínez (coord.) *La Enseñanza de la Ciencia en la UPN Natura Red 2001-2004* (pp.12-15). México: UPN.
- García-Ruiz, M. y Sánchez, L. O. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7, 8.
- Garriz, A. (2010). *Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje*.
- Gassó Gimeno, A. (2001). *La educación infantil. Métodos, técnicas y organización*. Barcelona: Editorial CEAC.
- Gellatly, A. (1997). Cognitive processes and theory development: A reply to Spencer and Karmiloff-Smith. *Human Development*, 40, 55-58.
- Gervilla Castillo, A. (2006). *Didáctica básica de la Educación Infantil. Conocer y comprender a los más pequeños*. Narcea S.A. Ediciones: Madrid.

- 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 del conocimiento)? *Revista de Educación*, 2006, 295-311.
- Gómez Hurtado, I. y García Prieto, F. J. (coords.) (2014). *Manual de Didáctica. Aprender a enseñar*. Madrid: Ed Pirámide.
- Gopnik, A. (2012). Scientific Thinking in Young Children: Theoretical Advances, Empirical Research, and Policy Implications. *Science*, 337 (6102), 1623-1627.
- Gopnik, A., y Meltzoff, A. N. (1998). *Words, thoughts and theories*. Cambridge: MIT Press.
- Harlen, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata y MEC.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in Physics among South African Students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual Change Approach to Learning Science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1988). *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: MEC-Laia.
- Ibáñez Sandín, C. (2003). *El proyecto de Educación Infantil y su práctica en el aula*. Madrid: La muralla.
- 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.
- 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.
- Izquierdo, M. y Sanmartí (2001). Hablar y escribir para enseñar ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, Memorias VI Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.
- Jarvis, T. y Pell, A. (2004). Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two-year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1787-1811.

- Jiménez Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 359-370.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *Diez ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Kahle, J. B. y Lakes, M. K. (1983). The myth of equality in science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 131-14.
- Karmiloff-Smith, A. e Inhelder, B. (1974). If you want to get a head, get a theory. *Cognition*, 3, 195-212.
- Kuhn, D., Amsel, E. y O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Orlando: Academic Press.
- La Guía, M. J., y Vidal, C. (2001). *Rincones de actividad en la escuela infantil (0 a 6 años)*. Barcelona: Graó.
- Liguri, L. y Noste, M. I. (2013). *Didáctica de las ciencias naturales: enseñar ciencias naturales*. Rosario: Homo Sapiens Ed.
- Lomborg, B. (2007). *El ecologista escéptico*. Madrid: Espasa Calpe.
- López, F. (2004). *Educación ambiental. Propuestas para trabajar en la escuela*. Barcelona: Graó.
- López, F. (2008). *Desertificación: preguntas y respuestas a un desafío económico, social y ambiental*. Madrid: Fundación Biodiversidad.
- Ministerio de Medio Ambiente (MAM) (1999). *Libro Blanco de la Educación Ambiental en España*. Secretaria General de Medio Ambiente. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Moll, B. y Pujol, M. (1991). *Los materiales en la Escuela Infantil*. Madrid: Anaya.
- Moya, G., Marín, A., Garrido, M. J. y Paulano D. (2006). *Aprendizajes en educación infantil*. Madrid: Editorial CCS.
- Moyles, J. R. (1999). *El juego en la educación infantil y primaria*. Publicaciones del Ministerio de Educación y Cultura. Madrid: Ediciones Morata.
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, número extraordinario, 195-217.
- Novo, M. (1998). *La educación ambiental: bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid: Editorial Universitas. UNESCO.

- Osborne, J. F. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, R. J. y Wittrock, M. C. (1983). Science Teaching and Children's views of the world. *European Journal Science Education*, 5(1), 1-14
- Otero, A. R. y Bravo, C. (2003). *Taller de educación ambiental*. Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas.
- Pareja Fdez de la Reguera, J. A. (2011). Técnicas didácticas globalizadoras y modelos interdisciplinares (pp. 163-198). En M. Lorenzo (coord). *Didáctica para la Educación Infantil, Primaria y Secundaria*. Madrid: Universitas.
- Parra Ortiz, J. M. (2010). *Manual de Didáctica de la Educación Infantil*. Madrid: Ibergaceta Publicaciones S.L.
- Perales Palacios, F. J. y Cañal de León, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Perales, F. J. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Pozo, J. L., Gómez Crespo, M. A., Limón, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: ideas de los alumnos sobre la química*. Madrid: Servicio de Publicaciones del MEC.
- Pozo, J. L. y Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y aprendizaje*, 38, 35-52.
- Pozuelos Estrado, F. J. (2007). *Trabajo por proyectos en el aula: descripción, investigación y experiencias*. Sevilla: Cooperativa Educativa.
- Puche, R. (2000). *Formación de herramientas científicas en el niño pequeño*. Bogotá: Arango Editores.
- Quinto, B. (2005). *Los talleres en educación infantil*. Barcelona: Graó.
- Rabadán, J. y Martínez, P. (1999). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: una aproximación a una propuesta organizativa y didáctica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 67-75.
- Ritscher, P. (2007). *El jardín de los secretos. Organizar y vivir los espacios exteriores en las escuelas*. Barcelona: Ediciones Octaedro.
- Ruiz Heredia, A. (2008). *Educación, medio ambiente y didáctica del entorno. Teoría y prácticas*. Madrid: Editorial Popular.
- Sáez-Nieto, J. M. (2005). *Modelo de Evaluación para la Educación Infantil*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo.

- Sánchez, F. J. (1997). *Actividades para la Educación Ambiental*. Barcelona: Octaedro.
- Serrat Antolín. (2002). *Manual del educador de preescolar*. Volumen 3. Descubrimiento del entorno natural y social. Madrid: Paramón Ediciones S.A.
- Thornton S. (2000). *La resolución infantil de los problemas*. Madrid: Ed. Morata.
- UNESCO-PNUMA (2000). *Programa Internacional de Educación Ambiental*. Serie Educación Ambiental. Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza. Madrid: La Catarata.
- Vázquez, A. (1994). El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 3-14.
- Vázquez, A., Acebedo, 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).
- Vega, S. (2006). *Ciencia 0-3. Laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Editorial Graó.
- Velázquez de Castro González, F. (2007). *Los valores revolucionarios de la educación ambiental*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Velázquez de Castro González, F. (2000). *Teoría y práctica de la educación ambiental*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Vigotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica: Barcelona.
- Zabala Vidiella, A. (2006). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo: una respuesta para la comprensión e intervención de la realidad*. Barcelona: Editorial Graó.

Este libro se terminó de imprimir en Madrid  
el 15 de febrero de 2015, 451 años  
después del nacimiento de  
Galileo Galilei.



**El ser humano necesita** encontrar explicaciones que den sentido a la realidad en la que vive, y la ciencia es una de las herramientas que pueden ayudarle en esa agotadora búsqueda de respuestas que se prolonga a lo largo de toda su vida.

**El objetivo de este manual** es ayudar a los futuros maestros de Educación Primaria a enseñar las ciencias de una manera sencilla, motivadora y contextualizada en la realidad en la que se desenvuelven los alumnos, sin olvidar que la ciencia no es una isla en el conocimiento, pues solo cobra sentido cuando se desarrolla de forma interrelacionada con el lenguaje, la poesía, el arte, la creatividad...

**Vivimos en una sociedad** configurada por la ciencia pero no disponemos de los suficientes conocimientos sobre la materia: no solo desconocemos el origen de la tecnología que utilizamos diariamente sino que además no parece importarnos demasiado; preferimos renunciar a ese conocimiento y dejarlo en manos de otros que consideramos más preparados. Esto implica ceder nuestro poder de decisión y nuestra libertad de pensamiento a otros individuos que se encargarán de configurar la sociedad en función de sus intereses. Pero, además, renunciar al conocimiento científico implica desertar de nuestra propia naturaleza, que demanda insistentemente explicaciones y respuestas.

**Este libro trata** de ser una herramienta útil que facilite a los actuales y futuros docentes no solo fomentar mentes científicas, sino sobre todo promover y facilitar el desarrollo de personas completas y sin limitaciones, capaces de enfrentarse al mundo actual haciendo uso de la enorme variedad de estrategias que atesora el pensamiento humano.

