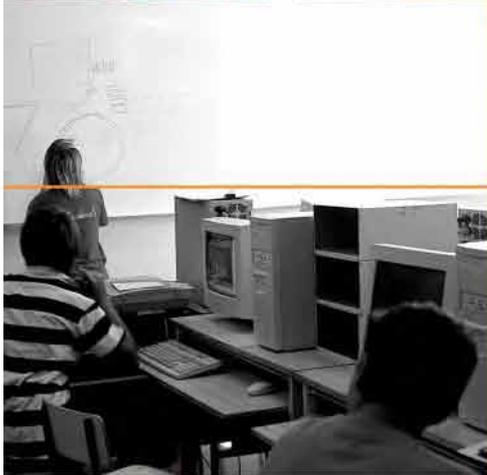


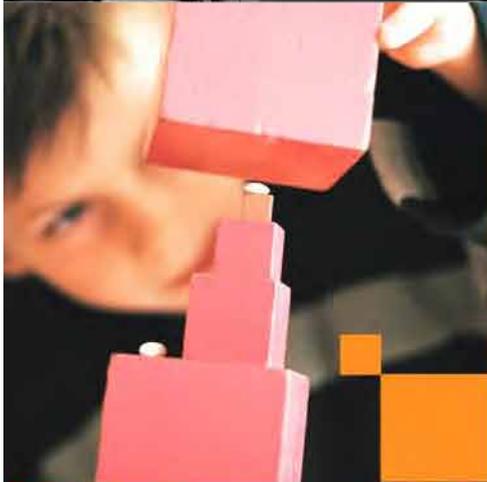


Educación Infantil y Educación Primaria



# PROYECTO LAMAP

Proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela



iniciativas

# ENSEÑAR CIÈNCIA EN LA ESCUELA

| Educación Infantil y Educación Primaria

**PROYECTO LAMAP** | Proyecto educativo para aprender  
y vivir la ciencia en la escuela

[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)

En colaboración con:



## COMITÉ DE LECTURA

François Chevalérias, Direction de l'enseignement scolaire (DESCO); Pierre Léna, Académie des sciences; Édith Saltiel, Institut national de recherche pédagogique (INRP) - *La main à la pâte*, Université Paris 7; Jean-Pierre Sarmant, Inspection générale de l'Éducation nationale (IGEN).

## AUTORES

### Grupo técnico

Lise Adam, Inspection de l'Éducation nationale (IEN) - Saint-Fons; Jean-Claude Arrougé, responsable de la división de animación pedagógica e integración de recursos del Centre national de documentation pédagogique (CNDP); Jean-Michel Bérard, IGEN; Nadine Belin, IEN - Bergerac-Est; René Cahuzac, IGEN, IGEN, grupo de ciencias y técnicas industriales; François Chevalérias, IEN – DESCO A1 David Jasmin, ingeniero de investigación del INRP - *La main à la pâte*; Henri Kighelman, IEN – Bonneville; André Laugier, profesor - didáctica de las ciencias, Institut universitaire de formation des maîtres (IUFM) - sección de Burdeos-Caudéran; Bernard Leroux, inspector de distrito universitario - inspector pedagógico regional (IA-IPR), ciencias físicas y químicas - distrito universitario de Nantes; Francine Malexis, IA-IPR, ciencias de la vida y de la tierra - distrito universitario de Lille; Renée Midol, IEN – Vaulx-en-Velin; Jean-Michel Rolando, profesor de IUFM - distrito universitario de Grenoble; Jean-Pierre Sarmant, IGEN, presidente del Comité national de suivi du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école; Guy Simonin, consejero editorial de ciencias - CNDP; profesor en el IUFM de Versailles, sección de Cergy; Jacques Toussaint, profesor de física, director adjunto del IUFM de Lión; Danièle Villemin, IEN - Sud Loire-Bouguenais;

Equipo *La main à la pâte* (asociado a la Académie des sciences por convenio con el INRP y la École normale supérieure Ulm, París):

Jean-Marie Bouchard; Alain Chomat; Nicolas Poussielgue; Béatrice Salviat; Claudine Schaub, directora de escuela - Issy-les-Moulineaux; David Wilgenbus.

## COORDINACIÓN

Jean-Marc Blanchard, departamento de contenidos educativos, Direction de l'enseignement scolaire; Jean Denis, departamento de las escuelas, Direction de l'enseignement scolaire.

## AGRADECIMIENTOS DE LOS AUTORES

Muchos profesores han contribuido a hacer posible esta obra con aportaciones de documentos de clase; las escuelas aparecen citadas en las secuencias correspondientes. La obra también se beneficia de aportaciones adicionales de educadores o científicos: Carole Broisi, Bernard Calvino, Annie Deforge, Sylvie Frémineur, Guy Gauthier, Brice Goineau, François Gros, Didier Geffard, Deborah Katz, Bernard Kloareg, Jean Matricon, Michel Mocellin, Jocelyne Nombrot, Tatiana Tomic, Denis Weber i Anne-Muriel Winter

## TRADUCCIÓN AL CASTELLANO

Roger Cardús

## PREFACIO DE LOS AUTORES A LA EDICIÓN FRANCESA

En junio de 2000, tras rendir homenaje a la operación *La main à la pâte*, "feliz iniciativa de Georges Charpak y la Académie des sciences, retomada por el Institut national de recherche pédagogique", el ministro de Educación anunció la puesta en funcionamiento del plan de renovación de la enseñanza de las ciencias y de la tecnología en la escuela: "Pongo en marcha una operación de gran alcance. Se aplicará en la escuela primaria y prefigurarán los cambios que tengo intención de introducir en la educación secundaria y el bachillerato."

En febrero de 2002 se publicaron nuevos programas para educación primaria que entraron en vigor en el curso escolar 2002-2003. Los apartados "Descubrimiento del mundo" (educación infantil y ciclo de los aprendizajes fundamentales) y "Ciencia y tecnología" (ciclo de los profundizamientos) de estos programas concuerdan con las recomendaciones del plan de renovación.

Para dirigir actividades científicas en la escuela primaria no hay que ser un especialista. El trabajo experimental de investigación puede ser sencillo y los conocimientos en juego son accesibles. El profesor puede suscitar y compartir el placer y la curiosidad de los alumnos, ayudarles a explorar el mundo de modo razonado y animarles a traducirlo en palabras, imágenes y argumentos.

El universo de la ciencia en que se mueven los científicos dedicados a la investigación y los ingenieros que crean nuevos objetos o productos está al alcance de los profesores polivalentes de la escuela y de sus alumnos.

Herramienta para la aplicación del plan de renovación y de los nuevos programas, la ambición de esta obra es acompañar a los profesores en la aplicación de una enseñanza basada en la interrogación y la experimentación por parte de los alumnos.

## ÍNDICE

## Introducción

## 1. ¿El aire es materia? – Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

Ubicación en el currículum

Un posible desarrollo de la secuencia didáctica

SESIÓN1. ¿Qué hay dentro de las bolsas escondidas en las cajas?

SESIÓN2. ¿Qué sabemos del aire?: ¿se puede atrapar?

SESIÓN 3. ¿Cómo demostrar que en la bolsa hay algo?

SESIÓN 4. ¿Cómo recuperar el aire de la bolsa?

Conclusión

Indicaciones bibliográficas

## 2. ¿Una semilla, una planta? – P5 y Primer Ciclo de Primaria

Ubicación en el currículum

Un posible desarrollo de la secuencia didáctica

SESIÓN1. ¿Es o no es una semilla? Concepciones iniciales

SESIÓN 2. ¿Es o no es una semilla? Recogida del material experimental

SESIÓN 3. ¿Es o no es una semilla? Selección del material e hipótesis

SESIÓN 4. ¿Es o no es una semilla? Experimentación con las siembras

SESIÓN 5. ¿Es o no es una semilla? Observación de las siembras, interpretación

SESIÓN 6. ¿Qué hay dentro de la semilla? Concepciones iniciales

SESIÓN 7. ¿Qué hay dentro de la semilla? Anatomía de la semilla

SESIÓN 8. ¿Qué necesita la semilla para germinar? Concepciones iniciales

SESIÓN 9. ¿Qué necesita la semilla para germinar? Experimentación

SESIÓN 10. ¿Qué necesita la semilla para germinar? Conclusión

SESIÓN 11. ¿Cómo germinan las semillas? Experimentación

SESIÓN 12. ¿Cómo germinan las semillas? Explotación de los datos

SESIÓN 13. La función de la semilla. La semilla y sus reservas

SESIÓN14. La función de la semilla. Unidad y diversidad de los seres vivos

Conclusión

Selección indicativa de sitios web

## 3. ¿En qué se transforman los alimentos que comemos? – Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

Ubicación en el currículum

Un posible desarrollo de la secuencia didáctica

Introducción y debate inicial sobre la alimentación

SESIÓN 1. ¿Dónde van el agua y el pan?

SESIÓN 2. ¿Que se siente al comer?

SESIÓN 3. ¿Qué sucede al tragar?

SESIÓN 4. ¿Cómo funciona el aparato digestivo?

SESIÓN 5. ¿En qué se transforman los alimentos dentro del cuerpo?

SESIÓN 6. Evaluación

Conclusión

Selección indicativa de sitios web

## 4. ¿Qué hora es en Sydney, Pequín o Barcelona? Estudio de los husos horarios.

Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

Ubicación en el currículum

Un posible desarrollo de la secuencia didáctica

Sesión previa. Observación del recorrido del sol a lo largo de un día

SESIÓN 1. ¿Cómo saber qué hora es en un país lejano?

SESIÓN 2. ¿Por qué cuando en Barcelona es mediodía en Sydney es de noche?

SESIÓN 3. Elaboración de un léxico (polo, ecuador, hemisferio, etc.)

SESIÓN 4. ¿Qué hora es en Sydney cuando en Barcelona es mediodía?

- SESIÓN 5. ¿Cómo explicar la alternancia de días y noches?
- SESIÓN 6. La alternancia de días y noches. Empleo de una maqueta
- SESIÓN 7. ¿Qué hora es en Pequin cuando en Barcelona es mediodía?
- SESIÓN 8. ¿En qué sentido se efectúa la rotación de la Tierra sobre sí misma?
- SESIÓN 9. ¿Qué hora es en Pequin...?
- SESIÓN 10. ¿Cómo tomar nota de lo que se ha entendido?

#### Conclusión

Para ir más lejos

Selección indicativa de sitios web

Anexo 1. Mapa para utilizar en la sesión 1 y la síntesis

Anexo 2. Fotografías para utilizar en la sesión 10

Anexo 3. Para construir una maqueta de cartón

### 5. El funcionamiento de la palanca. "Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo".

#### Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

Ubicación en el currículum

Un posible desarrollo de la secuencia didáctica

- SESIÓN 1. ¿Cómo levantar la mesa del profesor?
- SESIÓN 2. ¿Qué hacían en la antigüedad para levantar grandes cargas?
- SESIÓN 3. ¿Cómo reducir el esfuerzo con la ayuda de una palanca?
- SESIÓN 4. ¿Cómo reducir el esfuerzo con la ayuda de una palanca?
- SESIÓN 5. ¿Cómo fabricar una maqueta de puente levadizo?
- SESIÓN 6. ¿Cómo determinar el punto de unión del hilo a la pasarela?
- SESIÓN 7. ¿Qué es igual? ¿qué no es igual?
- SESIÓN 8. ¿Hay palancas en los organismos vivos?

#### Conclusión

Para ir más lejos

Selección indicativa de sitios web

Anexo 1. El vuelo de un insecto

Anexo 2

Anexo 3

### 6. ¿Dónde sopla el viento?. Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

Ubicación en el currículum

Un posible desarrollo de la secuencia didáctica

- SESIÓN 1. ¿Cuáles son los efectos del viento?
- SESIÓN 2. ¿Qué objetos indican la dirección del viento?
- SESIÓN 3. ¿Cuáles son las características de estos objetos?
- SESIÓN 4. ¿Cómo construir una veleta?
- SESIÓN 5. Construcción de una veleta
- SESIÓN 6. ¿Por qué se quiere saber de dónde sopla el viento?
- SESIÓN 7. ¿Cómo identificar la dirección del viento?
- SESIÓN 8. ¿Cuáles son los vientos dominantes?

Para ir más lejos

Selección indicativa de sitios web

### 7. El agua en la Educación Infantil

Ubicación en el currículum

Taller sobre el tema del agua. Una secuencia didáctica para P3

- SESIÓN 1. ¿Qué sucede cuando juego con agua?
- SESIÓN 2. ¿Qué es para mí el agua?
- SESIÓN 3. ¿Qué ruidos hace el agua?
- SESIÓN 4. ¿Qué hace el agua con otras materias?
- SESIÓN 5. ¿Cómo se fabrican los cubitos de hielo?

Situaciones-problema para P3 o P4 alrededor del transporte del agua

Una secuencia para P5. Aproximación al fenómeno de la disolución

Bibliografía

## INTRODUCCIÓN

Tras una presentación, en esta introducción, de una serie de orientaciones metodológicas, se proponen siete secuencias pedagógicas. Son secuencias que, repartidas entre los cursos y los ámbitos de la programación, presentan ejemplos claros de aplicación de los procesos activos recomendados.

Este libro está destinado a ayudar al profesor en la aplicación de una enseñanza renovada de la ciencia y de la tecnología, tanto desde el punto de vista metodológico, como del de los contenidos de conocimiento científico. No es, en ningún caso, un manual de enseñanza de la ciencia para escuelas de Primaria. Las secuencias pedagógicas, cuyos temas pertenecen al núcleo mismo de los programas, aspiran a proporcionar una herramienta de partida al profesor comprometido con la vía de renovación de la enseñanza de la ciencia. El profesor que consolide sus pasos a lo largo de estas secuencias estará cada vez más preparado para seguir adelante con ayuda de los instrumentos que ya tiene a su disposición<sup>1</sup> y que continuarán siéndole propuestos.

La atención al desarrollo de las capacidades de expresión escrita y oral está en el centro de la pedagogía creada por el programa de ciencia y tecnología. El apartado "Ciencia y lenguaje en clase" presenta distintas recomendaciones al respecto. En cuanto al aprendizaje de la lengua, se desarrolla a lo largo de todas las secuencias presentadas en este documento<sup>2</sup>.

El trabajo lingüístico relacionado con la actividad científica puede ampliarse a la lengua extranjera estudiada en clase. La secuencia "¿Qué hora es en Sydney, Pequín o Barcelona?" presenta un ejemplo de aprovechamiento en este sentido (un ejemplo relacionado con enunciados o estructuras sintácticas cuya adquisición la programación prevé).

Esta introducción ha sido redactada por el grupo técnico asociado al Comité de seguimiento nacional del plan de renovación de la enseñanza de las ciencias y la tecnología en la escuela. Las secuencias pedagógicas resultan de la colaboración de este grupo con un equipo de *La main à la pâte* (Académie des sciences - Institut national de la recherche pédagogique - École normale supérieure Ulm).

La obra es el resultado de la colaboración de personas de horizontes muy diversos: profesores, educadores de Instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM), inspectores territoriales, científicos... La estrecha colaboración, en el seno de un mismo equipo, de especialistas de distintos ámbitos y protagonistas sobre el terreno ha tenido como objetivo tratar con la misma exigencia la calidad científica y la calidad pedagógica de la obra. La firma Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche - Direction de l'éducation scolaire y Académie des sciences - *La main à la pâte* refleja el papel jugado por *La main à la pâte* en el contexto del plan de renovación de la enseñanza de las ciencias y de la tecnología en la escuela: "La operación *La main à la pâte* continúa. Conserva su propia dinámica, así como su especificidad, aportada especialmente por la asociación de colaboradores científicos; integrada en el plan como polo innovador y centro de difusión del mismo, es uno de sus elementos esenciales<sup>3</sup>".

### Condiciones para la puesta en marcha de una secuencia didáctica<sup>4</sup>

El esquema propuesto a continuación está destinado a los profesores. Su objetivo es dar las indicaciones necesarias para la puesta en marcha de un proceso educativo que respete el espíritu de renovación de la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

Es un documento pedagógico que no pretende definir "el método científico" ni describir de modo exhaustivo el proceso que debe llevar de la problemática a la investigación y a la estructuración. Emparentado con los métodos activos, el proceso propuesto se puede comparar con el recomendado para la resolución de problemas matemáticos. Por comodidad de presentación, se han identificado cinco momentos esenciales. El orden de presentación no constituye un hilo que deba seguirse de modo lineal. En función de los temas, se recomienda un ir y venir entre estos cinco momentos. En cambio, cada una de las fases identificadas es esencial para garantizar una investigación reflexionada por parte de los alumnos.

### Aspectos de un proceso experimental de investigación

El proceso en que se fundamenta el plan de renovación de la enseñanza de las ciencias y de la tecnología en la escuela obedece a los principios de unidad y diversidad.

► **Unidad:** el proceso se articula a partir de la interrogación sobre el mundo real: objeto o fenómeno, ser vivo o inanimado, natural o construido por el hombre. La interrogación conduce a la adquisición de nuevos conocimientos y buenas prácticas como resultado de una investigación llevada a cabo por los alumnos y guiada por el profesor;

1. Principalmente en el sitio web [www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap) / 2. Los documentos de alumnos reproducidos en este libro pueden contener errores de sintaxis u ortografía. Son textos presentados en su primer estado y destinados a ser trabajados con el profesor. / 3. Extracto de la declaración común de 8 de septiembre de 2000 firmada por los secrétaires perpétuels de la Académie des sciences, el directeur del Enseignement scolaire y el présidente del Comité national de suivi du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. El texto completo está en el sitio web [www.eduscol.education.fr](http://www.eduscol.education.fr) (en francés). / 4. Cuyo desarrollo corresponda al esquema "De la interrogación al conocimiento, pasando por la experiencia", entendida la palabra "experiencia" como proceso experimental de investigación.

► **Diversidad:** la investigación realizada por los alumnos puede estar basada en distintos métodos, incluidos, en el curso de una misma sesión:

- La experimentación directa,
- la construcción material (construcción de un modelo, búsqueda de una solución técnica),
- la observación directa o asistida instrumentalmente,
- la búsqueda de documentos<sup>5</sup>,
- la investigación y la visita.

La complementariedad entre estos métodos de acceso al conocimiento debe ser reequilibrada en función del objeto de estudio. Siempre que sea posible desde el punto de vista deontológico y material, deben potenciarse la acción directa y la experimentación por parte de los alumnos.

### Esquema de una secuencia didáctica<sup>6</sup>

#### Elección de una situación de partida

- Parámetros elegidos en función de los objetivos de la programación.
- Adecuación al proyecto de ciclo elaborado por el equipo de profesores.
- Carácter productivo de las preguntas a las que la situación pueda conducir.
- Recursos propios (materiales y documentales).
- Focos de interés local, de actualidad o creados a partir de otra actividad (científica o no).
- Adecuación del estudio a los intereses del alumno.

#### Planteamiento de interrogantes por parte de los alumnos

- Trabajo guiado por el profesor, que, si hace falta, ayuda a los alumnos a reformular las preguntas para asegurarse de su sentido, centrarlas en el ámbito científico y mejorar la expresión oral de los niños.
- Elección orientada y justificada por parte del profesor de las preguntas productivas (es decir, que se presten a un proceso constructivo que tenga en cuenta la disponibilidad de material experimental y documental y pueda desembocar en un aprendizaje inscrito en la programación).
- Manifestación de las concepciones iniciales de los alumnos<sup>7</sup>; tratamiento de las posibles divergencias para facilitar la comprensión del problema por parte de toda la clase.

#### Elaboración de hipótesis y concepción de una investigación

- Gestión por parte del profesor de los modos de agrupar a los alumnos (distintos según las actividades: de la pareja al grupo-clase entero); formulación de consignas (funciones y comportamientos que se esperan de los grupos).
- Formulación oral de hipótesis por parte de los grupos.
- Posible elaboración de protocolos<sup>8</sup> para validar o invalidar las hipótesis.
- Elaboración de textos que formulen con precisión las hipótesis y los protocolos (textos y esquemas).
- Formulación oral y/o escrita de anticipaciones por parte de los alumnos: "¿Qué puede pasar?"; "¿por qué motivo?".
- Comunicación oral a la clase de las hipótesis y los posibles protocolos.

#### Investigación dirigida por los alumnos

- Debate en el seno de cada grupo: modalidades de la puesta en marcha del experimento.
- Control de la variación de los parámetros.
- Descripción del experimento (esquemas, descripción escrita).
- Reproducibilidad del experimento (determinada a partir de las condiciones o los requisitos del experimento por parte de los alumnos).
- Tratamiento de los textos individuales de los alumnos.

#### Adquisición y estructuración de conocimientos

- Comparación y puesta en relación de los resultados obtenidos por los distintos grupos, por otras clases...
- Comparación con el saber establecido (otro modo de investigación documental), respetando los niveles de formulación accesibles para los alumnos.
- Investigación de las causas de posibles desacuerdos, análisis crítico de los experimentos realizados, propuesta de experimentos complementarios.

5. Ver el siguiente apartado, "Papel de la investigación documental y las TIC". (pág. 9).

6. Compuesta, en general, de distintas sesiones relacionadas con un mismo tema de estudio.

7. La función de guía del profesor no ha de servir para disimular estas concepciones.

8. En el sentido amplio, que incluye, especialmente, un proyecto de construcción.

- ▶ Formulació escrita y elaborada por los alumnos con la ayuda del profesor de los nuevos conocimientos adquiridos al final de la secuencia.
- ▶ Preparación de presentaciones para comunicar el resultado (textos, gráficos, maquetas, documentos multimedia).

## Papel de la investigación documental y las TIC<sup>9</sup>

La metodología creada por el plan francés aparece definida en el Bulletin officiel n° 23 de 15 de junio de 2000: "Los alumnos construyen su aprendizaje como protagonistas de las actividades científicas.

- ▶ Observan un fenómeno del mundo real y próximo y se interrogan sobre él.
- ▶ Llevan a cabo investigaciones razonadas mediante la aplicación de procesos concretos de experimentación que completan, si hace falta, con búsquedas documentales. Es importante que los alumnos emprendan cada una de estas dos vías complementarias."

El desarrollo de una secuencia se ha descrito más arriba. El objetivo del desarrollo presentado a continuación es determinar el modo en que la búsqueda documental ha de intervenir como complemento de un proceso de investigación que lleve de la interrogación al conocimiento, pasando por la experiencia.

Para empezar, hay que precisar los distintos sentidos de la expresión "búsqueda documental".

### Búsqueda de documentos

En la biblioteca, los centros de documentación, un diccionario, una enciclopedia o en Internet, se puede encontrar respuesta a las preguntas productivas de la clase y resolver los problemas científicos que no se hayan resuelto del todo mediante la confrontación experimental con el mundo real. El alumno ha de ser capaz de:

- ▶ Buscar en un diccionario palabras que puedan ayudarle a encontrar la respuesta.
- ▶ Utilizar el índice de una enciclopedia.
- ▶ Conocer la organización de una biblioteca para poder consultar obras interesantes y accesibles.
- ▶ Utilizar el índice de un libro.
- ▶ Encontrar la información interesante de un artículo.
- ▶ Descifrar el texto, los esquemas o las ilustraciones de un artículo.
- ▶ Formular una petición eficaz en un motor de búsqueda adecuado y distinguir las respuestas que puedan serle útiles para la investigación.

Estas competencias se establecen y refuerzan progresivamente a lo largo de toda la escolaridad, en el marco de la enseñanza, de dispositivos interdisciplinarios como por ejemplo los trabajos por proyectos, los créditos de síntesis y los trabajos de investigación en bachillerato, y de los proyectos universitarios de investigación.

### Búsqueda de documentos visuales

El impacto pedagógico de la multiplicación de imágenes y pantallas produce reacciones contradictorias y a menudo pasionales. Frente a los partidarios de la educación informal ("sea como sea, las imágenes existen y los jóvenes se aprovechan de ellas") y quienes temen por la salud moral e intelectual de los niños, ¿qué partido se puede adoptar?

### Impacto psicológico de los documentos

- ▶ Impacto histórico: La introducción de documentos pedagógicos audiovisuales estuvo marcada, en los años 70, por el éxito de las películas cortas sin sonido que presentaban a los alumnos fenómenos que debían ser interpretados. Las posteriores emisiones televisivas grabadas y reproducidas en VHS pueden haber hecho retroceder considerablemente el papel activo del alumno.
- ▶ Impacto geográfico: La calidad de las televisiones educativas mundiales ha demostrado depender mucho de los dispositivos pedagógicos que acompañan a sus emisiones. Revistas y sitios web proponen actividades a partir de las imágenes televisivas (algunas televisiones proponen documentos de acompañamiento de sus programas educativos).

## ¿Qué documentos?

Hay que distinguir los documentos explicativos, que muestran y dan sentido, de los documentos en bruto no interpretados, que requieren que la búsqueda se sentido la realice el alumno (ejemplos de éstos últimos: la radiografía de una fractura de pierna, una secuencia no comentada de un volcán en erupción, la secuencia a cámara rápida del desarrollo de una planta...).

## ¿Por qué hay que utilizarlos?

- ▶ Para ayudar a plantear preguntas de modo atractivo. Ejemplos: una imagen o secuencia de actualidad (terremoto), una secuencia sobre una actividad profesional (una excavación arqueológica para introducir el tema de los fósiles y las huellas de la evolución), etc.
- ▶ Para proporcionar información complementaria que el alumno tenga que analizar. Ejemplo: imágenes de diagnóstico del cuerpo humano; los ejemplos de documentos en bruto citados.
- ▶ Para ayudar a elaborar una síntesis colectiva o una reformulación por parte de la clase que pueda añadirse al cuaderno de experimentos al final del trabajo de investigación. Ejemplos: los documentales explicativos que se emiten por televisión o las secuencias visuales de síntesis con fines explicativos.
- ▶ Para aplicar los conocimientos adquiridos o para la evaluación. Por ejemplo: imágenes o secuencias que muestren fuentes de energía no tratadas durante el curso, documentos que introduzcan problemas más amplios de educación para la salud o educación medioambiental (tras un estudio detallado de las egagrópilas de las aves de rapiña, un documental sobre la importancia ecológica de proteger dichas aves...), que expliquen el impacto de los hábitos cotidianos en el equilibrio de ciertas cadenas alimentarias...

## Complementariedad entre objetos/fenómenos reales y documentación

Algunos objetos o fenómenos no son perceptibles directamente porque son demasiado grandes (en astronomía), demasiado pequeños (microbios), demasiado prolongados (crecimiento de un árbol), demasiado cortos, demasiado raros o peligrosos (erupciones, terremotos) demasiado costosos (cohetes)... o porque pertenecen al pasado (historia de la ciencia y de la técnica). Además, el mundo real puede ser explorado desde distintos ángulos: mediante observaciones, experimentaciones, comparaciones...

Pero los documentos complementarios pueden enriquecer la interrogación sobre el mundo real. El análisis de una secuencia sobre un banco de hielo o un glaciar, por ejemplo, sobre una nevada o un arroyo helado, puede ser muy interesante como complemento de un proceso experimental sobre los cambios de estado del agua. También puede ser provechoso relacionar constantemente lo concreto y lo abstracto, los fenómenos científico-técnicos y sus aplicaciones (en el mundo profesional o en los mecanismos de aparatos de uso cotidiano).

La renovación de la enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela aspira a que el alumno adquiera conocimientos y buenas prácticas a partir del equilibrio entre la observación de fenómenos y objetos reales, la experimentación directa y el análisis de documentos complementarios: a formar al alumno en los métodos científicos de acceso al conocimiento, habituarle a identificar y verificar sus fuentes de información y ayudarle a desarrollar su espíritu crítico y ciudadano.

Esta misma lógica determina el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). "La experimentación directa es un elemento fundamental del proceso puesto en marcha. Desde este punto de vista, la observación y la acción sobre el mundo real tienen prioridad sobre el recurso a lo virtual". Sin embargo, estas consideraciones no reduce en ninguna medida el interés de recurrir a las TIC, ya sea para consultar documentos que puedan complementar la observación directa, ya sea para buscar referencias que permitan la confrontación de los resultados de los experimentos con el saber establecido.

## Ciencia y lenguaje en clase

El lenguaje no es el principal objeto de estudio de las actividades científicas que se realizan en clase. Sin embargo, en el ir y venir que el profesor organiza entre la observación del mundo real, la acción sobre éste, la lectura y la producción de textos, el alumno adquiere competencias lingüísticas (orales y escritas<sup>10</sup>) y elabora pensamiento. De modo individual o colectivo, en ciencia el lenguaje se utiliza para:

- ▶ Formular los conocimientos que se adquieren: nombrar, etiquetar, clasificar, comparar,
- ▶ Poner en relación: interpretar, reorganizar, dar sentido.
- ▶ Defender un punto de vista: convencer, argumentar.
- ▶ Interpretar documentos de referencia: buscar, documentarse<sup>11</sup>, consultar.

10. Imágenes y esquemas incluidos.

11. Ver la sección "Papel de la investigación documental y las TIC".

Las concepciones iniciales de los alumnos podrán expresarse oralmente o por medio de escritos individuales, pero a menudo no serán completas hasta que se ponga en marcha la primera experimentación. La experimentación ayudará al profesor a circunscribir las teorías implícitas en las formulaciones de los alumnos y a los alumnos a identificar de modo más preciso la naturaleza científica del problema planteado.

## La forma oral

La iniciativa que se deja a los alumnos en la concepción de las acciones y la organización de las confrontaciones permite que se produzcan intercambios orales útiles y llenos de sentido.

La expresión verbal posibilita un pensamiento razonado y a la vez espontáneo, divergente, flexible, propicio a la invención. Esto requiere que los turnos de palabra se inscriban dentro de las sesiones con la ayuda de las preguntas del profesor y la organización del trabajo entre iguales.

## De la forma oral a la escritura

El proceso en que participan los alumnos requiere que ciertos elementos del discurso se puedan fijar como indicios provisionales o definitivos, elementos de referencia, notas, subrayados, mensajes para transmitir.

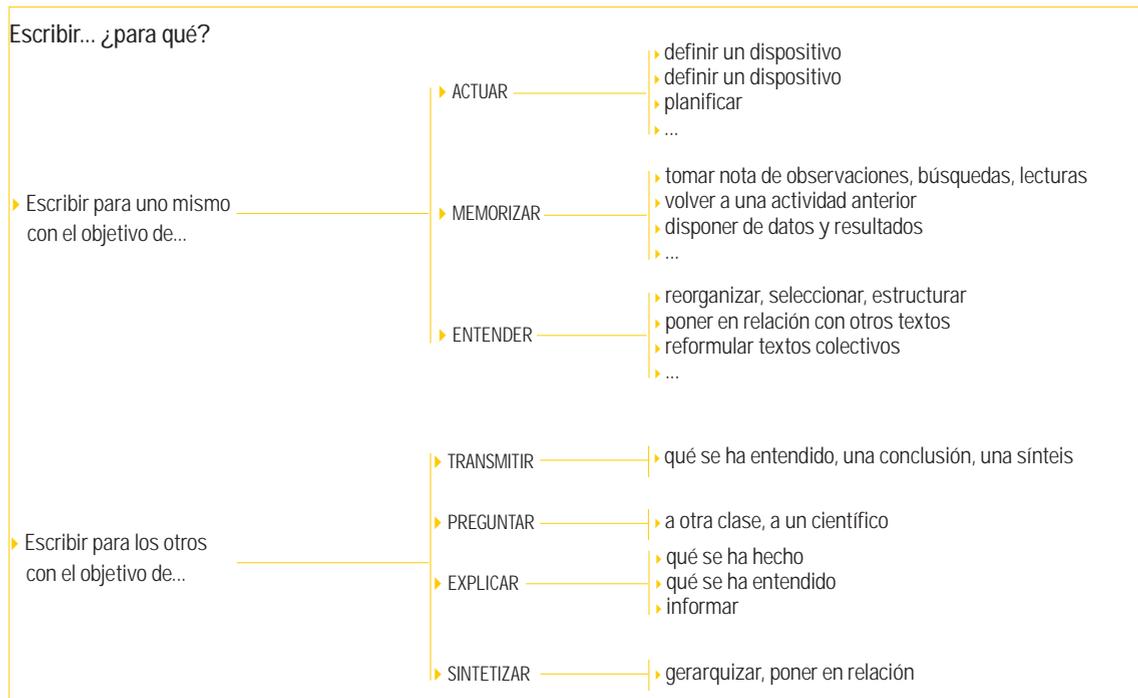
Gracias a la escritura, la palabra también se puede consolidar, reformular, rescribir, poner en relación con otros escritos. La lengua, vector del pensamiento, permite anticiparse a la acción. Cuando la palabra precede a la escritura, el discurso del alumno pasa de un lenguaje hablado lleno de implícitos a un lenguaje más preciso que respeta la monosemia del lenguaje científico e integra en el texto otras formas: esquemas, gráficos, subrayados...

Escribir facilita, de este modo, el paso a niveles de formulación y conceptualización más complejos.

## La escritura

La escritura invita a distanciarse, a objetivar. La producción de textos para otras personas exige que estos sean interpretables dentro de un sistema de referentes que ya no pertenezca en exclusiva a su autor y, por lo tanto, a clarificar los conocimientos en que los textos se fundamentan. En clase de ciencia, la producción de textos no tiene como principal objetivo demostrar que se sabe escribir, sino favorecer el aprendizaje científico del alumno y facilitar la tarea de guía del maestro. Se invita a los alumnos a producir, individualmente o en grupo, textos que puedan ser aceptados en bruto y utilizados en clase como medios para un mejor aprendizaje.

Más allá del texto narrativo, muy empleado en la escuela, en ciencia se introducen otros usos de la escritura. Esta relación renovada con la producción de textos tiene un interés especial para los alumnos que no tienen ganas de escribir o que no destacan especialmente en este terreno.



## El cuaderno de experimentos

Pertenece al alumno y es el espacio privilegiado de la escritura individual, un espacio donde el profesor no ejerce autoridad; pero también es una herramienta personal para la adquisición de conocimientos. Por este motivo, es importante que el alumno se quede el cuaderno durante todo el ciclo: que pueda hallar en él el rastro de su creatividad, de su pensamiento; buscar en él elementos que le ayuden a adquirir nuevos conocimientos, referentes para seguir trabajando...

El cuaderno incluirá tanto las anotaciones individuales del alumno, como los textos elaborados colectivamente (que serán consideradas conocimientos), como la reformulación de estos últimos por parte del alumno.

El alumno ha de saber deshacerse de sus tanteos iniciales. Los criterios para tomar notas deben tener en cuenta la adecuación entre el texto y su intención, no la calidad intrínseca de la escritura.

Los distintos tipos de texto han de poder identificarse con facilidad. Siempre que sea posible, por ejemplo, la síntesis de clase se escribirá en el ordenador y se dará fotocopiada a cada alumno.

En clase de ciencia, cuando el alumno escribe dedica la mayor parte de su esfuerzo al contenido del conocimiento en juego y a la actividad realizada (experimentación, interacciones...). Integra, además, palabras, signos o códigos específicos de los textos de carácter científico.

La necesaria implicación del alumno en esta tarea requiere del profesor una tolerancia razonable. Las competencias específicas relacionadas con la producción de textos en clase de ciencia se adquieren a largo plazo.

La interrelación permanente y razonada entre la escritura individual y la escritura colectiva favorece la apropiación de las características del lenguaje científico por parte del alumno:

- ▶ Representaciones codificadas.
- ▶ Organización de la escritura mediante el establecimiento de relaciones (títulos, tipografías, conectores...), en particular la relación de causalidad.
- ▶ Usos de las formas verbales: presente, pasiva.

## La función del profesor

El profesor debe proporcionar distintos tipos de ayuda:

- ▶ en forma de respuestas a preguntas;
- ▶ en forma de glosarios elaborados poco a poco y dedicados a ámbitos específicos;
- ▶ proponiendo instrumentos para poder tomar nota de las observaciones:
  - ▶ hojas de papel cuadriculado o con pauta para facilitar el paso a la forma gráfica,
  - ▶ pegatinas circulares de colores para facilitar la comprensión estadística (nubes de puntos),
  - ▶ papel de calcar para copiar elementos pertinentes o reutilizar en parte o en su totalidad documentos elaborados o seleccionados en el curso de otras búsquedas;
- ▶ proponiendo marcos de escritura para guiar al alumno sin constreñirle:
  - ▶ tablas de doble entrada,
  - ▶ calendarios;
- ▶ organizando la comunicación de experimentos o síntesis a la clase o a otras clases para que los alumnos pongan a prueba la validez de sus elecciones;
- ▶ poniendo a disposición de los alumnos documentos, soportes de análisis o referentes textuales complejos, cuya utilidad haya sido bien determinada.

Estas ayudas serán útiles en el momento de las confrontaciones.

## Textos intermedios

Producidos en grupo y el marco de interacciones entre alumnos, facilitan el paso del "yo" al "nosotros". Se ven enriquecidos por los documentos puestos a disposición de los alumnos y permiten ya sea el retorno de cada alumno a su camino experimental, ya sea la elaboración de propuestas para la síntesis de clase. La generalización (paso del "nosotros" a la forma impersonal) tiende a realizarse con la participación de toda la clase y la ayuda del profesor.

## Documentos de clase

Se basan en los textos producidos de modo individual y en grupo. El profesor les aporta elementos de organización y formalización que permiten resolver los problemas planteados por la confrontación de textos intermedios.

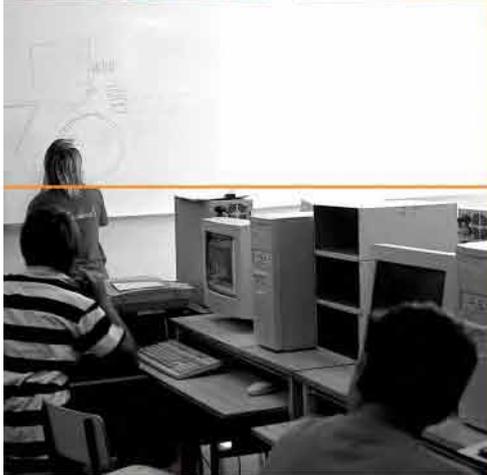
El nivel de formulación de estos documentos debe ser compatible con el nivel de formulación del saber establecido que el profesor haya elegido.

Por último, es importante que el profesor permita a cada alumno reformular, con sus propias palabras y medios, la síntesis colectiva validada. De este modo, el profesor se asegurará del grado de adquisición de la noción.

▶ Textos individuales para	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ expresar qué pienso</li><li>▶ explicar qué voy a hacer y por qué</li><li>▶ describir qué estoy haciendo, qué estoy viendo</li><li>▶ interpretar resultados</li><li>▶ reformular conclusiones colectivas</li></ul>
▶ Textos colectivos de grupo para	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ informar a otro grupo, a la clase, a otras clases</li><li>▶ interrogarse sobre un dispositivo, una búsqueda, una conclusión</li><li>▶ reorganizar, reescribir</li><li>▶ pasar de un orden cronológico vinculado a la acción a un orden lógico vinculado al conocimiento</li></ul>
▶ Textos colectivos de la clase (con el profesor) para	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ reorganizar</li><li>▶ reactivar búsquedas</li><li>▶ interrogarse a partir de otros textos</li><li>▶ determinar los elementos del conocimiento a la vez que los instrumentos para comunicarlos</li><li>▶ institucionalizar lo que se va a retener</li></ul>

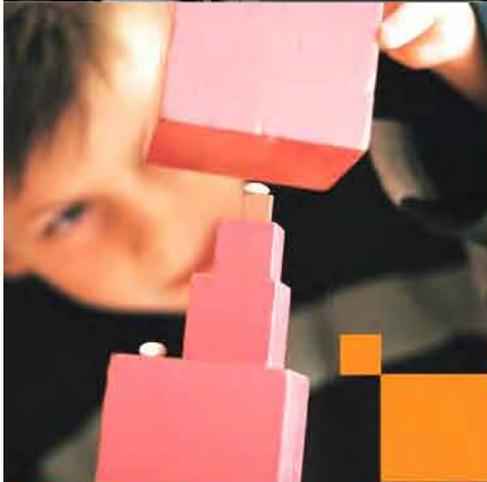


Educación Infantil y Educación Primaria



# PROYECTO LAMAP

Proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela



iniciativas

## 1. ¿EL AIRE ES MATERIA?

### Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

La secuencia presentada a continuación está relacionada con el estudio de la materia que se lleva a cabo entre 2º y 3º de Primaria.

Esta secuencia se ha realizado en el marco de un proyecto de clases de 2º y 3º de Primaria. Por proyecto hay que entender un conjunto de actividades relacionado con la búsqueda de posibles soluciones a un problema único.

Hay que diferenciar:

- ▶ la problemática del profesor: convencer a los alumnos de la materialidad del aire.
- ▶ la problemática de los alumnos, que orienta su trabajo en cada sesión. A partir de la pregunta o reto propuesto por el profesor al inicio de cada sesión, los alumnos se hacen preguntas que no se habrían hecho de otro modo. Con la reformulación de esas preguntas aparecen los problemas que hay que resolver y que constituyen el nudo de la sesión.

A lo largo de las actividades, los alumnos adquieren progresivamente los conocimientos previstos (en este caso, que el aire es materia, como lo son un líquido o un sólido). En todo el proceso se da prioridad a la práctica lingüística, oral y escrita, en relación con la práctica experimental. Esta práctica lingüística genera una actividad recurrente de análisis y reflexión que ayuda a la conceptualización.

Además de su objetivo conceptual sobre la materialidad del aire, esta secuencia pretende ilustrar:

- ▶ la capacidad de los profesores de administrar las distintas fases de este tipo de actividades.
- ▶ la capacidad de los alumnos de idear un experimento, ponerlo en práctica y extraer de él información pertinente, aun en el caso de que el experimento no “verifique” las hipótesis iniciales;
- ▶ la función de los textos producidos durante las actividades (gestión a largo plazo del cuaderno de experimentos).

## UBICACIÓN EN EL CURRÍCULO\*

**Educación Infantil:** El alumno entra en contacto con el mundo a través de los sentidos. Las actividades propuestas le permiten desarrollar la percepción sensorial, principalmente táctil. Así, el viento (aire en movimiento) constituye una primera aproximación a la existencia del aire. La fabricación razonada de objetos que utilizan el viento (molino...)1 puede ayudar a percibir su existencia.

**P5 y Primer Ciclo de Primaria:** Prosigue el descubrimiento del mundo de la materia. Se han encontrado y manipulado materias sólidas y líquidas y se han descubierto algunas de sus propiedades. Ahora, los alumnos descubren progresivamente la existencia de una materia no visible, que se puede conservar, que se desplaza y que actúa incluso cuando está inmóvil. Se reencontrarán con esta materia cuando estudien los cinco sentidos o las manifestaciones de la vida animal (condiciones para la cría; estudio de los modos de desplazamiento, por ejemplo el vuelo de los pájaros).

**Cicles Mitjà i Superior de Primària:** quan es continua l'estudi de la matèria: l'aire, el seu caràcter pesant. Com que s'establirà que l'aire és pesant (té una massa), es descobrirà una altra matèria invisible: el vapor d'aigua. La noció d'estat gasós s'adquireix de mica en mica. Les consideracions sobre l'adaptació dels éssers vius al seu medi permeten entendre l'aire (respiració, circulació) des d'un punt de vista vital.

**Educación Secundaria:** Se descubre una propiedad del aire como gas: la compresibilidad. El estudio del aire desde el punto de vista químico (combustiones, modelo particular) permite profundizar en su conocimiento. El descubrimiento de otros gases (oxígeno) en química y biología permite avanzar en la adquisición de la noción de estado gaseoso. Por último, estudios como el de los vegetales clorofiláceos o las condiciones de cría de los animales conducen a la consideración del aire como medio vital.

**Conocimientos y habilidades que los alumnos deberían haber adquirido o estar en proceso de adquirir al finalizar la secuencia:**

- ▶ Saber diferenciar los estados de la materia a partir de algunas propiedades.
- ▶ Haber empezado a reconocer la existencia de un nuevo estado de la materia: el estado gaseoso. El aire es materia en estado gaseoso.
- ▶ Saber idear y poner en práctica un protocolo experimental para resolver un problema.
- ▶ Saber poner en práctica las primeras etapas de un proceso experimental.

**\*Nota a la edición en castellano**

Este apartado hace referencia a la ubicación de los contenidos en el currículo francés y se da a título orientativo. A continuación se ofrecen los aspectos principales que, en relación con este tema, aparecen citados en el currículo español común.

Extractos del R.D. 830/2003 de 27 de junio.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Primer Ciclo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ El aire que respiramos. Composición, características e importancia para los seres vivos. El tiempo atmosférico: principales fenómenos meteorológicos.</li> <li>▶ La conservación del medio ambiente. Los riesgos de la contaminación del agua, de la tierra y del aire.</li> </ul>	<b>Primer Ciclo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Conocer los aspectos más importantes del aire, el agua y la tierra y algunas medidas para la protección del medio ambiente.</li> <li>▶ Conocer los principales fenómenos meteorológicos y comprender las características de las estaciones del año.</li> </ul>
<b>Segundo Ciclo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ La materia y sus propiedades. Tipos de materiales. Cambios físicos.</li> </ul>	<b>Segundo Ciclo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Distinguir los cambios físicos que afectan a la materia, especialmente los producidos por calentamiento.</li> </ul>
<b>Tercer Ciclo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Las capas de la tierra. Atmósfera, hidrosfera, corteza, manto y núcleo.</li> </ul>	

## UN POSIBLE DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Conocimientos, saberes y habilidades en juego	Actividades lingüísticas
SESIÓN 1	¿Qué hay en las bolsas escondidas en las cajas?	Manipular las bolsas sin ver su contenido; sentir, experimentar sensaciones y caracterizarlas, nombrarlas, comunicarlas, confrontarlas con las experimentadas por los compañeros.	Aproximación sensorial a los estados de la materia: Distinguir los estados a partir de algunas de sus propiedades: rígido, sólido, blando, pesado, ligero, frío, caliente (conductibilidad térmica), etc.	Verbalizar sensaciones (nombrar, describir).  Elaborar un texto colectivo.
SESIÓN 2	¿Qué sabemos del aire?	El profesor organiza una charla colectiva para que los alumnos expresen lo que saben del aire: ¿dónde lo hay?; ¿para qué sirve?; etc.	Concepciones de los alumnos sobre el aire:  Reconocimiento de que no toda la clase esté de acuerdo respecto de la existencia del aire, los lugares dónde lo hay, su función, etc.	Debatir con los compañeros:  Expresar las nociones adquiridas espontáneamente en el ámbito familiar. Elaborar un texto colectivo sobre estas nociones.
	¿Se puede atrapar?	Idear una manera de llenar la bolsa de aire: abrir la bolsa en clase; soplar dentro de la bolsa; correr con la bolsa en por el patio; etc.	Saber realizar un experimento sencillo: abrir la bolsa, llenarla de aire, cerrarla. El aire existe y es materia porque se puede atrapar y con él se puede llenar un recipiente.	Verbalizar un protocolo experimental.
SESIÓN 3	¿Cómo demostrar que en la bolsa hay algo?	Concebre un experiment per respondre la pregunta de partida. Per analogia amb situacions de la vida quotidiana, els alumnes proposen "buidar" la bossa foradant-la. Creuen que podran sentir l'aire que en surt. La constatació del fracàs de l'experiment duu el mestre a organitzar un debat perquè els alumnes puguin superar-lo i concebre experiments nous.	Realizar un experimento a partir de un protocolo determinado.  Extraer información del experimento. Reconocer que un experimento "no funciona": el aire no es una substancia palpable como lo es un sólido o un líquido. Realizar una primera distinción estado gaseoso / estado líquido. Cuestionar el protocolo para poder elaborar uno nuevo.	En pequeños grupos, elaborar un protocolo experimental. Presentarlo al resto de la clase con argumentos.
SESIÓN 4	¿Cómo recuperar el aire de la bolsa?	Idear un experimento para transportar el aire desde la bolsa hasta una botella llena de agua. Ponerlo en práctica y, si es necesario, modificarlo.	Puesta en práctica eficaz de un procedimiento experimental. El aire se puede transportar: es materia.	Redactar un protocolo experimental.  Redactar un informe del experimento.

## SESIÓN 1. ¿Qué hay dentro de las bolsas escondidas en las cajas?

Los alumnos intentan diferenciar materias a través del tacto y de su experiencia personal.

### Fase 1

El profesor mete cuatro bolsas de plástico con los siguientes contenidos en unas cajas de cartón colocadas al fondo del aula: 1. Agua; 2. Arena; 3. Aire; 4. Una loseta. Propone a los alumnos que manipulen las bolsas sin verlas y adivinen qué se esconde en cada una de ellas. Por turnos, los alumnos van al fondo del aula, manipulan las bolsas, describen lo que sienten y toman nota de sus percepciones individualmente.

	SAC 1	SAC 2	SAC 3	SAC 4
Qu'ni-je ressenti ?	froid	mou	dit rien	du dur
Qu'est-ce que c'est ?	de l'eau	de la sabb	de l'air	de la pierre
Mon dessin				

MARÍA	BOLSA 1	BOLSA 2	BOLSA 3	BOLSA 4
► QUE SIENTO?	frio	blando	nada	duro
► QUE ES?	agua	arena	aire	piedra
► MI DIBUJO				

Figura 1. Cada alumno pren nota de la seva activitat.

### Fase 2

Quando todos los alumnos han pasado por el taller de manipulación, una charla colectiva<sup>2</sup> guiada por el profesor permite realizar una síntesis de las sensaciones experimentadas (trabajo sobre la objetivación de las percepciones) y caracterizar lo que contiene la bolsa 3 (aire) en relación con los estados de la materia que ya se conocen: el sólido y el líquido.

Esta fase<sup>3</sup> plantea un problema a los alumnos:

- El contenido de la bolsa 3.
- Una breve charla les lleva a preguntarse:
- "¿Está vacía?"
  - "¿contiene algo?" (ver la figura anterior)
- O bien:
- "¿Es como las demás, pero distinta?"
  - "¿Más ligera?"

La validación se realiza, por supuesto, abriendo las bolsas. Como de la bolsa 3 no "sale" nada, la discusión continúa.

Tras esta discusión, se elabora, bajo la autoridad científica del profesor<sup>4</sup>, un documento colectivo en el que se determinan algunas de las características que distinguen los dos estados de la materia ya conocidos del estado de lo que hay en la bolsa<sup>3</sup> (imposibilidad de llegar a aplastar completamente la bolsa, constatación de que "hay alguna cosa").

A continuación, se invita a los alumnos a proponer ejemplos de materiales que entren en las categorías así determinadas<sup>5</sup>.

2. Interrogación, trabajo guiado por el profesor. Ver la Introducción, "Condiciones para la puesta en práctica de una secuencia didáctica".

3. Elaboración de hipótesis y concepción de una investigación para validarlas o invalidarlas, formulación oral de hipótesis en el sí del grupo, formulación oral y/o escrita de anticipaciones por parte de los alumnos.

4. Adquisición y estructuración de conocimientos, confrontación y puesta en relación de los resultados de los distintos grupos, comparación con el saber establecido.

5. Adquisición y estructuración de conocimientos.

## SESIÓN 2. ¿Qué sabemos del aire?; ¿se puede atrapar?

Se anima a los alumnos a manipular, y por tanto a considerar como material, “una cosa” llamada “aire”.

### Fase 1

El profesor pide a un alumno que resuma lo realizado en la sesión anterior e invita a la clase a retomar las preguntas planteadas sobre el tema del aire<sup>6</sup>.

El objetivo del debate no es dar respuesta inmediata a todas las preguntas de los alumnos (algunas no corresponden al nivel de Educación Primaria), sino incitar a los alumnos a darse cuenta del conjunto de preguntas que se pueden formular sobre el tema:

- ▶ ¿Qué se puede hacer con el aire?
- ▶ ¿Se puede tocar?
- ▶ ¿Está en todas partes?
- ▶ ¿Hay algún lugar donde no haya aire?<sup>7</sup>.

La discusión puede tratar de su posible presencia en el patio (“hay aire, seguro”), la clase (“seguramente, porque si no no podríamos respirar”) o el armario (ya no hay unanimidad, sobre todo si la puerta está entreabierta, porque “el aire se puede escapar”). Poco a poco, se elabora un texto colectivo que recoge las preguntas tratadas. Corregido por el profesor, el texto figurará en los cuadernos de experimentos de los alumnos (ver el texto colectivo, sesión 4).

Al final de esta fase, el profesor propone a los alumnos que “atrapen aire” con las bolsas de plástico.

### Fase 2

Los alumnos “llenan” las bolsas en el patio, la clase y el armario. Una vez llenas, las bolsas son etiquetadas por los alumnos, que escriben en ellas su nombre y el lugar donde han cogido el aire.

## SESIÓN 3. ¿Cómo demostrar que en la bolsa hay algo?

Evidenciar la presencia de aire es afirmar que existe.

### Fase 1

El profesor propone a los alumnos<sup>8</sup>, organizados en pequeños grupos, que ideen un experimento para demostrar que la bolsa no está vacía, sino que contiene algo<sup>6</sup>



- ▶ Pincho la bolsa y escucho.

Figura 2. Una propuesta de experimento que no dará resultado.

6. Elección de una situación de partida, carácter productivo de la interrogación a la que puede conducir la situación.

7. Interrogación, trabajo guiado por el profesor.

8. Elección de una situación de partida, carácter productivo de la interrogación a la que puede conducir la situación.

Los alumnos empiezan proponiendo experimentos<sup>9</sup> para “vaciar” las bolsas y poner de manifiesto la presencia del aire. Estas propuestas de experimentos se explican en unos carteles o en los cuadernos de experimentos y a continuación se presentan a la clase.



Figura 3. Otro protocolo basado en una concepción errónea de la materialidad del aire.

► ¿Cómo demostrar que en la bolsa hay aire?

Hipótesis 1:

- Pinchar la bolsa de aire sobre un barreño de agua
- Resultado del experimento
- Ninguna burbuja de aire en el barreño.

### Fase 2

Después de realizar los experimentos, y si los alumnos constatan que “no funcionan”, el profesor dirige una discusión colectiva para comprender las razones de los fracasos<sup>10</sup>. Los alumnos insisten en que “el aire no se ve”. El profesor substituye la expresión “ver” por “poner de manifiesto”. Poco a poco, según las experiencias previas de cada alumno (en la bañera, la piscina...), se llega a la siguiente conclusión: habrá que producir burbujas.

Pero no es fácil. Si bien todos los grupos se ponen de acuerdo enseguida en utilizar un barreño de agua, hay que saber cómo utilizarlo.

Como se puede comprobar en el extracto del cuaderno de experimentos adjunto (figura 3), la idea de que el aire saldrá de la bolsa y “caerá” en el barreño es bastante frecuente entre los niños de esta edad.

### Fase 3

Como la solución encontrada no da el resultado esperado, los alumnos intentan sumergir la bolsa en el agua y pincharla una vez dentro.

La realización de este experimento “que funciona”<sup>11</sup> da una gran alegría a los alumnos, que tras los fracasos anteriores consiguen poner de manifiesto las famosas burbujas de aire que escapan de la bolsa.

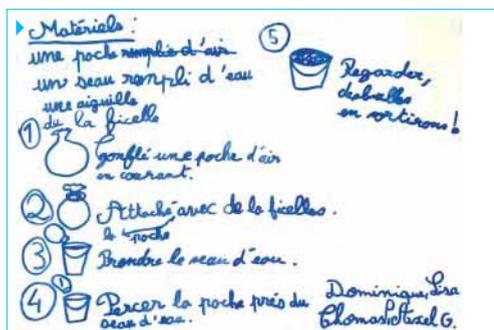


Figura 4. Un protocolo que será retomado una vez discutido por la clase.

► Materiales: una bolsa, un cubo lleno de agua,

una aguja, cordel

1. Correr para llenar la bolsa de aire.
2. Atar la bolsa con un cordel.
3. Coger un cubo de agua.
4. Pinchar la bolsa muy cerca del cubo.
5. Observar. ¡Saldrán burbujas!

9. Elaboración de hipótesis y concepción de una investigación para validarlas o invalidarlas.

10. Investigación realizada por los alumnos.

11. Investigación realizada por los alumnos, reproducibilidad del experimento (determinada por los alumnos a partir de las condiciones del experimento).

## SESIÓN 4. ¿Cómo recuperar el aire de la bolsa?

El aire, ahora considerado como materia, será objeto de varias manipulaciones.

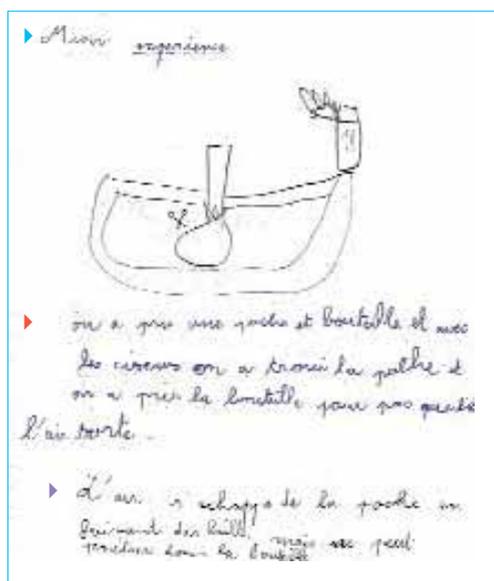
### Fase 1

La situación de partida propuesta por el profesor<sup>12</sup> consiste en pedir a los alumnos que recojan las burbujas de aire en una botella de plástico o cualquier otro recipiente de su elección. Antes de empezar a investigar en pequeños grupos, el profesor pide a los alumnos que recuerden las etapas principales de la construcción de un protocolo experimental (formulación concreta de la pregunta, consideración de hipótesis, selección del material necesario, elaboración del protocolo propiamente dicho). Esta puntualización metodológica sirve para todas las sesiones de la secuencia: el rigor en los procesos de investigación se adquiere progresivamente, y recordar estas etapas es muy importante para que cada alumno vaya adquiriéndolo a su ritmo<sup>13</sup>.

El profesor invita a los grupos a discutir y elaborar un protocolo y redactarlo en un cartel. Este trabajo de redacción sistemática en el seno del grupo tiene una doble función: facilitar la reflexión sobre los fenómenos en juego y su estudio experimental<sup>14</sup> y permitir la comunicación del protocolo a la clase<sup>15</sup>. En esta fase, los grupos trabajan autónomamente.

Los alumnos cometerán errores de ortografía. Pero si el alumno no lo pide expresamente, el profesor no debe intervenir. En esta fase, es preferible darles libertad para que puedan concentrarse y hacer uso de la creatividad necesaria para elaborar el protocolo. Los errores se corregirán en el momento de la redacción del texto colectivo, que figurará en el cuaderno de experimentos con un signo distintivo (por ejemplo, una pegatina circular verde) que permitirá distinguir lo validado por el profesor (correcto en el plano del saber y la ortografía) de lo correspondiente al trabajo de grupo. En la sección "Ciencia y lenguaje en clase" de la Introducción se explica el tratamiento de los textos producidos en clase.

CHay que destacar la madurez que adquieren los alumnos en este ámbito cuando el pacto se explica con claridad. Los alumnos saben que, en esta fase del trabajo, tienen cierto grado de libertad respecto a la ortografía, pero que no la deben descuidar. Se hacen preguntas (¿cómo se escribe tal palabra?) porque saben que existen unas reglas, pero como no temen ninguna sanción del profesor aceptan, sin "bloquearse", redactar un documento que luego hay que presentar a toda la clase.



- ▶ Mi experimento
- ▶ Cogemos una bolsa y una botella y con las tijeras agujereamos la bolsa. Sujetamos la botella para que el aire no escape.
- ▶ El aire sale de la bolsa burbujando pero no entra en la botella.

Figura 5. Un primer experimento que no saldrá bien.

Aquesta opció pedagògica ha estat explicada als alumnes i als seus pares mitjançant, per exemple, una carta dirigida a aquests darrers.

12. Elección de una situación de partida, carácter productivo de la interrogación a la que puede conducir la situación.

13. Investigación realizada por los alumnos, debate interno en el sí del grupo: modalidades de la puesta en práctica del experimento, control de la variación de los parámetros.

14. Investigación realizada por los alumnos, reproducibilidad del experimento (determinada por los alumnos a partir de las condiciones del experimento).

15. Adquisición y estructuración de conocimientos, confrontación de los resultados de los grupos, comparación con el saber establecido.

## Fase 2

El profesor pide a cada grupo que explique su protocolo y realice el experimento delante de toda la clase (si es necesario, primero se puede probar el material). Si no sale bien, el experimento se somete a una discusión para intentar comprender las razones del fracaso. Por último, se realiza un nuevo intento que tiene en cuenta las consideraciones de la clase.

Ejemplos de propuestas de alumnos:

Ejemplo 1: Entre las propuestas imprevistas o exóticas, un grupo propone recoger las burbujas con una cuchara y, "con mucho cuidado", trasvasarlas a la botella. El experimento resulta un fracaso, pero los alumnos son tozudos: están convencidos de que si las burbujas explotan cuando la cuchara se saca del agua es porque el manipulador es poco hábil. Pero ante la persistencia del fracaso pese a los cambios de operador, se rinden a la evidencia: el problema está en otra parte. En el grupo se produce un debate que termina cuando un alumno señala que "en el aire, las burbujas de aire no se ven".

Ejemplo 2: Otro grupo propone utilizar un tubo para unir una bolsa de aire y una bolsa "vacía", es decir, aplastada, y luego aplastar con las manos la bolsa de aire. El éxito es inmediato: la bolsa aplastada se hincha y la otra se vacía. En cambio, los grupos que unen directamente las dos bolsas no tienen éxito: si no las atan bien, hay escapes; si las atan demasiado fuerte, el aire no puede pasar.

Ejemplo 3: La mayoría de grupos propone atar la bolsa de aire a una botella, pero las burbujas de aire no entran en la botella

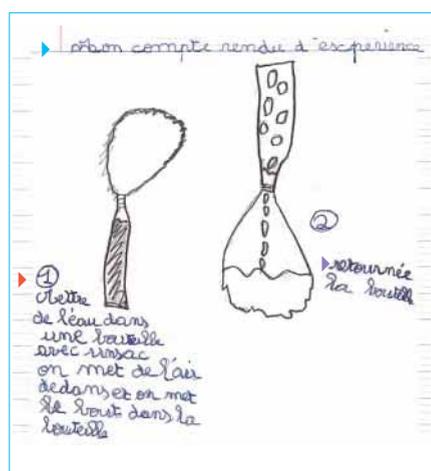
Serán necesarios varios experimentos no concluyentes para que los alumnos adviertan que:

- ▶ Una botella que ya está llena de aire no se puede llenar.

## Fase 3

Es posible que los alumnos no lo consigan ni siquiera con la botella llena de agua. La idea de "verter aire" en la botella colocando la bolsa encima todavía puede resurgir. La discusión gira en torno de si la botella tiene que estar totalmente llena de agua o no. Un argumento es que si la botella no está llena de agua "no habrá burbujas".

Serán necesarios muchos intentos para que los alumnos vean que el experimento "no funciona" y tengan la idea de invertir el dispositivo. Cuando las primeras burbujas entran en la botella de agua colocada encima de la bolsa sienten una gran satisfacción.



- ▶ Mi informe del experimento
- ▶ 1. Llenar una botella de agua llenar la bolsa de aire y unir el extremo a la botella
- ▶ 2. Dar la vuelta a la botella

Figura 6. Un experimento que saca partido de los fracasos precedentes.

La tarea del profesor explicar el paso del aire de la bolsa a la botella y, al revés, el paso del agua de la botella a la bolsa. A continuación, cada grupo pone en práctica el procedimiento correcto. Por último, se elabora un texto colectivo que se traslada al cuaderno de experimentos (el círculo verde indica que se trata de un texto colectivo, elaborado bajo la autoridad científica del profesor).

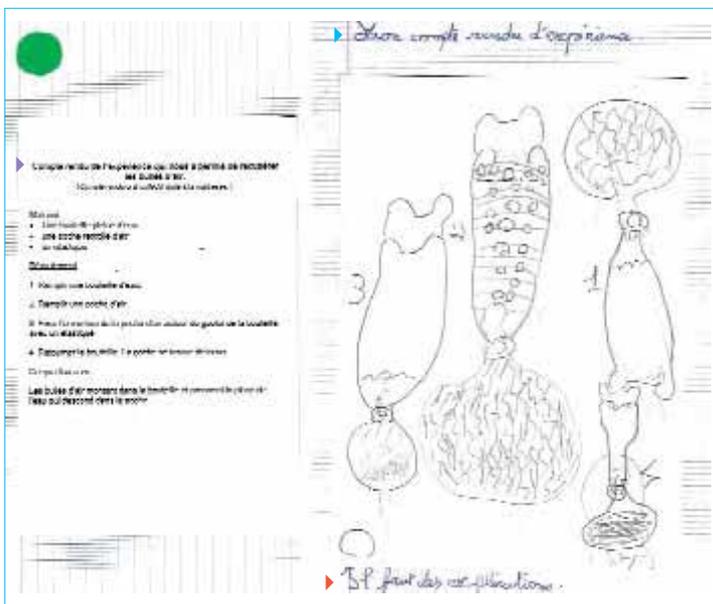


Figura 7. Texto colectivo elaborado con el profesor (círculo verde).

- ▶ Mi informe del experimento
- ▶ Hacен falta explicaciones.
- ▶ Informe del experimento que nos ha permitido recuperar las burbujas de aire. (Informe colectivo dictado a la profesora.)

**Material:**

- Una botella llena de agua
- Una bolsa llena de aire
- Una goma elástica

**Desarrollo:**

1. Llenar una botella de agua.
2. Llenar una bolsa de aire.
3. Fijar la apertura de la bolsa de aire alrededor del cuello de la botella con una goma elástica.
4. Dar la vuelta a la botella. La bolsa queda debajo.

Lo que hemos observado. Las burbujas de aire suben a la botella y ocupan el lugar que el agua deja libre al caer a la bolsa.

### Fase 4

Al final de estas cuatro sesiones se puede establecer una primera conclusión sobre lo que se ha descubierto sobre el aire: se puede atrapar, puede llenarse un recipiente con él, se puede transvasar (trasladar de un recipiente a otro). Esto constituye el primer paso hacia la caracterización de un tercer estado de la materia, el gaseoso, del que el aire es un representante.

## CONDICIONES PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

**Duración**

Estas actividades no puede realizarse de modo esporádico; no tienen suficiente sentido si no se realizan a largo plazo, que es precisamente aquello que permite el marco secuencial.

**Material**

El material utilizado en estas cuatro sesiones no plantea ninguna dificultad: bolsas de plástico, barreños, botellas de plástico...

## CONCLUSIÓN

La secuencia da prioridad a dos objetivos, uno en términos de conocimientos que hay que adquirir en Segundo Ciclo, y otro en términos de proceso experimental y autónomo. Evidenciar de modo experimental la presencia de aire en la bolsa no es tan fácil como creen los alumnos al principio (para demostrar que en la bolsa hay algo, dicen, sólo hay que agujerearla para que se vacíe).

Muchos no reconocen el problema (el aire no cae al agua cuando la bolsa se abre encima del barreño) hasta que realizan el experimento. En este proceso, el alumno adquiere nuevos conocimientos a partir de un experimento que “no funciona” (siempre, por supuesto, que se analicen colectivamente las razones del fracaso). Para que el aire entre en la botella los alumnos deciden utilizar una botella, llenarla de agua (para ver las burbujas). Ponen la bolsa de aire encima de la botella, y no entienden por

qué motivo las burbujas no caen a la botella. Deciden invertir el dispositivo (poner la bolsa de aire debajo) durante la acción, es decir, mientras “piensan con las manos”. A priori no consideran poner la botella encima porque creen que el agua se derramará y el experimento no saldrá bien.

Es interesante señalar que este experimento se realiza muy pocas veces en clase. El experimento propuesto en la mayoría de manuales escolares consiste en colocar la botella de agua directamente encima, la bolsa de aire debajo, y el dispositivo entero dentro del agua; como si ésta fuera la única posibilidad.

A lo largo de la secuencia, los alumnos han realizado con aire operaciones que a menudo realizan con otras materias (coger, transportar, conservar, trasladar). No todos han adquirido la noción de la materialidad del aire: son necesarias otras sesiones en que el aire se utilice, por ejemplo, para hinchar globos o poner objetos en movimiento. La noción de la materialidad del aire sólo se puede adquirir con el tiempo y a partir de la observación de distintas situaciones. Hay que plantear casos en que los alumnos se sientan empujados a sentir el viento<sup>16</sup>; interrogarse sobre el peso del aire (en Tercer Ciclo); sobre la necesidad del aire para la vida (aproximaciones aconsejables para los otros dos ciclos y para el estudio de los seres vivos).

## PARA IR MÁS LEJOS

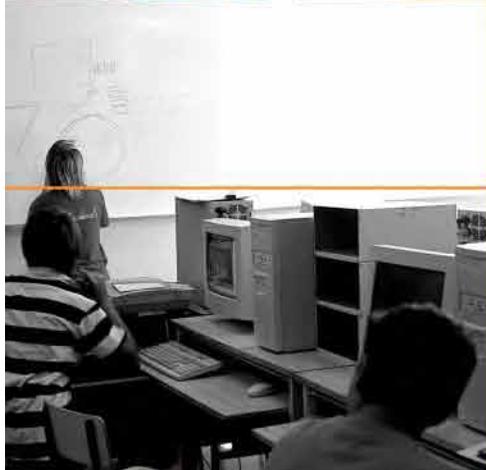
El trabajo sobre el aire que acabamos de presentar no es exhaustivo. Hay que realizar otras actividades referidas a otros puntos de la programación de Segundo y Tercer Ciclo. Durante el debate sobre el aire (sesión 2), los alumnos ya han mostrado su interés por alguno de estos puntos.

## SELECCIÓN INDICATIVA DE SITIOS WEB

- ▶ Los sitios web de La main à la pâte en Francia y España, respectivamente, animan a los educadores a plantear preguntas sobre ciencia en general. Unos consultores científicos las responden de manera precisa y sencilla, y las preguntas y respuestas se archivan.  
[www.inrp.fr/lamap/scientifique/astonomie/consultants/reponses\\_consultants.htm](http://www.inrp.fr/lamap/scientifique/astonomie/consultants/reponses_consultants.htm)  
[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)
- ▶ Escribiendo “Experimento” en el buscador, aparece uno titulado “¡A pesar el aire!”  
[www.explora.cl](http://www.explora.cl)
- ▶ Conjunto de recursos de la red telemática educativa de Andalucía:  
[www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/concurso02/accesit\\_1/index.html](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/concurso02/accesit_1/index.html)
- ▶ Un experimento del Programa Explora, de Chile:  
[www.explora.cl/exec/cyt/experimento/ficha.e3?id=25](http://www.explora.cl/exec/cyt/experimento/ficha.e3?id=25)
- ▶ Relato de una experiencia en Educación Infantil (en catalán):  
[www.xtec.es/~mpedreir/escola/aire/aire.htm](http://www.xtec.es/~mpedreir/escola/aire/aire.htm)
- ▶ Dos experimentos con aire:  
[www.geocities.com/emuseoros/Docs/ninios.htm#dos](http://www.geocities.com/emuseoros/Docs/ninios.htm#dos)

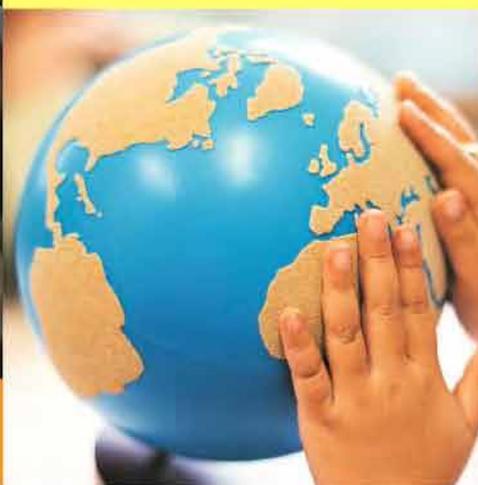
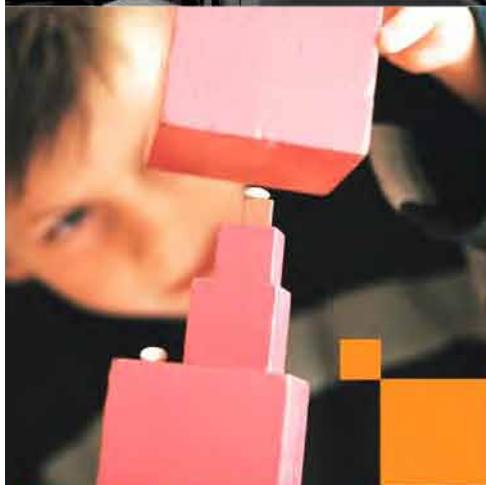


Educación Infantil y  
Educación Primaria



# PROYECTO LAMAP

Proyecto educativo para aprender  
y vivir la ciencia en la escuela



## 2. ¿UNA SEMILLA, UNA PLANTA? P5 y Primer Ciclo de Primaria

Esta secuencia propone continuar, profundizándola, la reflexión sobre los seres vivos que el alumno ha iniciado en Educación Infantil y ayudarle a encontrar, poco a poco, indicios que le permitan reconocer a los seres vivos. De modo más general, la secuencia que se propone a continuación permite adquirir, progresivamente y a través de actividades pedagógicas, la noción de semilla. La semilla (su definición y su función) y la germinación se presentan en Primer Ciclo de Primaria como etapas; el ciclo de desarrollo no se va a conceptualizar hasta Segundo y Tercer Ciclo de Primaria.

Estas sesiones permiten llevar a cabo un proceso de investigación científica. Su realización es cómoda y no requiere la compra de material específico u oneroso.

El estudio de la semilla y su importancia en el inicio del ciclo de desarrollo de los vegetales (por lo que respecta a las plantas con flores y las coníferas) es asequible para los alumnos y especialmente adecuado en Educación Primaria.

Las actividades de jardinería son habituales en Educación Infantil y los niños tienen, en general, un conocimiento intuitivo de lo que es una semilla, así como de su función fundamental (producto de la reproducción y medio de dispersión).

## UBICACIÓN EN EL CURRÍCULUM\*

**P5 y Primer Ciclo de Educación Primaria:** Se trata de adquirir la noción de semilla. La semilla se puede definir del siguiente modo: un ser vivo vegetal, deshidratado compuesto de un germen en estado de vida ralentizado, de unas reservas y de una envoltura protectora. El alumno deberá interrogarse sobre las condiciones necesarias para que la semilla emprenda una vida activa que culmine en el desarrollo de una planta.

**Segundo y Tercer Ciclo de Primaria:** Se presentará el origen de la semilla y se pondrán de manifiesto las transformaciones del ciclo de desarrollo de los vegetales con flores (de la flor al fruto). Se puede llevar a cabo un proceso experimental sobre la influencia simultánea de algunos factores de germinación.

**Educación Secundaria:** Educación Secundaria: Se propone una experimentación para verificar las hipótesis sobre las condiciones de germinación de las semillas que conduce a una reflexión sobre la influencia de las condiciones climáticas (dos como máximo) y la germinación de las semillas en el entorno natural. Se recuerda que la semilla procede de la flor, y a continuación se estudia como medio de dispersión que permite a los vegetales con flores y las coníferas colonizar el medio.

**Bachillerato:** Los alumnos se interesan por la morfogénesis vegetal. La morfología de un vegetal depende de las características genéticas de la especie, pero también de las características del medio.

### Conocimientos y habilidades que deben haberse adquirido al final de la secuencia:

- ▶ Diferenciar a los seres vivos de los seres inanimados a partir del ejemplo de una forma vegetal muy conocida: la semilla.
- ▶ Adquirir la noción de semilla.
- ▶ Idear y poner en práctica un protocolo experimental.

#### \*Nota a la edición en castellano

Este apartado hace referencia a la ubicación de los contenidos en el currículo francés y se ofrece sólo a título orientativo. A continuación, se ofrecen los elementos básicos relacionados con este tema que figuran en el currículo español.

Extractos del R.D. 830/2003 de 27 de Junio

Contenidos	Criterios de evaluación
<p><b>Segundo Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Los seres vivos: características, funciones y niveles de organización.</li> <li>▶ Estructura de los seres vivos: células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas.</li> </ul>	<p><b>Segundo Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Reconocer los procesos de las funciones vitales en los animales y las plantas.</li> </ul>

## UN POSIBLE DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Proceso científico	Actividades lingüísticas
SESIÓN 1	¿Es o no es una semilla?	Concepciones iniciales.	Observación y experimentación.	Expresión oral.
SESIÓN 2		Recogida del material experimental.		Textos y dibujos individuales.
SESIÓN 3		Selección y formulación de hipótesis.		Texto colectivo.
SESIÓN 4		Experimentación con las siembras.		
SESIÓN 5		Observación de las siembras, interpretación.		
SESIÓN 6	¿Qué hi ha dins una llavor?	Concepciones iniciales.	Observación con lupa y disección.	Expresión oral.
SESIÓN 7		Anatomía de la semilla.		Dibujos individuales.
SESIÓN 8	¿Qué necesita la semilla para germinar?	Concepciones iniciales.	Experimentación.	Expresión oral.
SESIÓN 9		Hipótesis.		Textos y dibujos individuales.
SESIÓN 10		Experimentación.		Texto colectivo.
SESIÓN 11	¿Cómo germinan las semillas?	Conclusión.	Observación continuada y búsqueda documental.	Textos individuales.
SESIÓN 12		Experimento.		Expresión oral.
SESIÓN 13		La semilla y sus reservas. Explotación de los datos.		Texto colectivo.
SESIÓN 14	La función de la semilla. Unidad y diversidad de los seres vivos.	Actividades colectivas en torno al papel biológico de la semilla.	Observación continuada y búsqueda documental.	Expresión oral. Lectura.

**Nota al pie:** Entre las sesiones 4 y 5 y las sesiones 11 y 12 se requieren períodos de observación continuada de la evolución de las siembras. Las actividades lingüísticas (ver tabla) se pueden realizar individualmente, en pequeños grupos o en el marco del grupo-clase.

## SESIÓN 1. ¿Es o no es una semilla? Concepciones iniciales

Los alumnos tratan de determinar qué es para ellos una semilla.

Según el tiempo de que se disponga, esta sesión se puede integrar en la sesión 2.

El profesor puede elegir entre estas dos alternativas: organizar una salida para que los niños y niñas recojan muestras o proporcionar a la clase un conjunto de muestras previamente recogidas por él.

Para empezar la sesión, se puede pedir a los alumnos que dibujen una o varias semillas como se las imaginen y expliquen qué es para ellos una semilla.

Los alumnos responden por escrito (textos, dibujos,...) en sus cuadernos de experimentos.



Figura 1. Los alumnos representan la noción que tienen de la semilla.

## SESIÓN 2. ¿Es o no es una semilla? Recogida del material experimental

Con motivo de una salida al campo, los niños y niñas recogen lo que creen que son semillas.

El punto de partida de la secuencia puede ser una salida realizada en el mes de septiembre<sup>1</sup>.

### Colectivamente

El profesor pide a los niños que recojan lo que consideren semillas y, para poder establecer una relación entre las muestras recogidas y su origen, apunten cuidadosamente en sus cuadernos el sitio donde las hayan recogido (debajo de un árbol o una planta; en un árbol; debajo de unas hojas del suelo...).

En caso de que la escuela se encuentre en una zona muy urbanizada y no se pueda realizar la salida, el profesor puede preparar previamente un conjunto de semillas y otras muestras. Conocer el material experimental con antelación le permitirá estar casi seguro de la viabilidad de las semillas y garantizará el éxito del experimento.

Al final de la recogida, la clase debe disponer de un surtido de muestras numeroso y variado.



Figura 2. Ejemplos de muestras pequeñas (semillas, té, guijarros). La moneda (diez céntimos de euro) da una idea del tamaño de las muestras.

1. En esta época, la ropa, los cordones de los zapatos, etc. quedan cubiertos de semillas tan pronto como se pisa el campo. El profesor, además, podrá aprovechar la ocasión para recoger las muestras que va a necesitar en la sesión 14.

### SESIÓN 3. ¿Es o no es una semilla? Selección del material e hipótesis

Los alumnos, que tienen a su disposición distintas muestras, reflexionan sobre el modo de reconocer las semillas y llevan a cabo una selección.

Para asegurarse de que la muestra de estudio incluya muestras de "semillas" y de "no semillas", el profesor puede, bien reunir la totalidad de muestras recogidas y repartirlas a los distintos grupos de alumnos<sup>2</sup>, bien sugerir a los alumnos de un grupo que compartan las suyas con los demás.

#### En pequeños grupos

El profesor presenta las muestras (semillas y no semillas) sin determinar si son o no son semillas. Luego formula esta pregunta al conjunto de la clase:

- ▶ "¿Qué es?".

O bien:

- ▶ "Según vuestra opinión, ¿cuáles de estas muestras son semillas?".

Después de la reflexión en grupo, que termina en una primera selección, es posible que los alumnos no estén todos de acuerdo en considerar semillas las mismas muestras.

#### Colectivamente

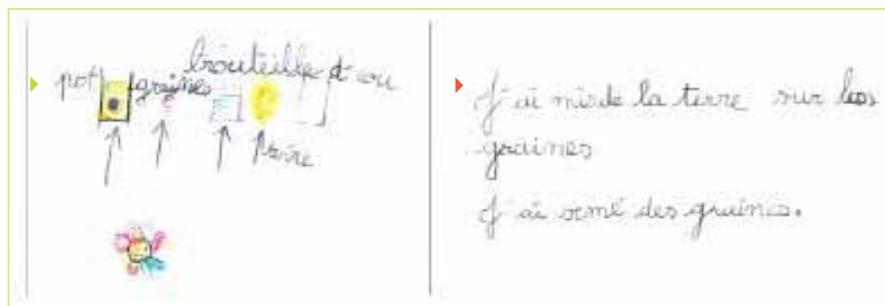
Para provocar el razonamiento de los alumnos, el profesor les pregunta lo siguiente:

- ▶ "¿Cómo podemos comprobar si se trata de piedrecitas o semillas?".

Enseguida se puede llegar a un consenso:

- ▶ "Para comprobarlo hay que plantarlas".

El profesor pone en marcha un intercambio oral colectivo para animar a los alumnos a formular anticipaciones del resultado.



- ▶ Maceta, semillas, botella de agua, tierra
- ▶ He echado tierra sobre las semillas. / He plantado semillas.

Figura 3. "Para comprobarlo hay que plantarlas..."

Ciertas preguntas pueden acompañar a los alumnos en su razonamiento: "¿Qué sucedería si plantáramos esto?". El debate conduce a la siguiente anticipación: "Si crece, se tratará de una semilla<sup>3</sup>".

Los alumnos esquematizan el protocolo experimental y anotan la anticipación del resultado explicando sus razones.

2. Según el tipo de recogida realizada, el profesor puede introducir, en este momento, muestras suplementarias: muestras de semillas viables y de "no semillas" escogidas por el interés que pueden aportar a la secuencia y para mejorar sus resultados. Desde esta perspectiva, se desaconseja introducir muestras cuya presencia en el medio natural sea poco probable (granos de sémola, vermiculita).

3. Existen muchas maneras de sembrar: directamente en la tierra, en un invernáculo (artefacto tecnológico), en una jardinera preparada por el profesor, en una jardinera comprada a un fabricante de material escolar...

## SESIÓN 4. ¿Es o no es una semilla? Experimento con las siembras

Los alumnos preparan y realizan las siembras.

### En pequeños grupos

Un grupo de entre dos y cuatro alumnos puede encargarse de sembrar, por ejemplo, dos muestras previamente dispuestas sobre la mesa de experimentos. Los alumnos delimitan dos sectores en una jardinera hecha con poliestireno y llena de una mezcla húmeda de tierra de jardín y arena.

En cada sector, los alumnos plantan muestras espaciándolas de modo regular. Cada sector se identifica con una banderita (etiqueta montada en un pie de madera o de alambre) en la que se indica el número de elementos plantados.

El profesor puede proponer a los alumnos la concepción y utilización de un calendario en el que se pueda pegar, el día de la observación del primer brote, una muestra idéntica a la plantada.



Figura 4. Ejemplos de plantaciones realizadas por alumnos.

- ▶ Nuestras plantaciones
- ▶ En La Villette hemos plantado semillas. ▶ En clase regamos y observamos las plantaciones. ▶ Observaciones del 23 de marzo de 2001.
- ▶ Han crecido semillas de soja y de calabaza. ▶ Han salido hojas de los esquejes de Ginkgo Biloba.

En Segundo Ciclo es difícil distinguir una semilla de un fruto que contiene una semilla (como la semilla del arce). La distinción se hará en Tercer Ciclo, cuando ya se haya estudiado el origen de la semilla. El término simiente (aquello que se siembra), aunque poco preciso, es útil desde un punto de vista lingüístico en el momento de realizar ciertas siembras. Para eliminar la ambigüedad, en Segundo Ciclo sólo se propondrá la observación sistemática de "semillas de verdad".

## SESIÓN 5. ¿Es o no es una semilla? Observación de las siembras, interpretación

Los alumnos siguen la evolución de las siembras y sacan las primeras conclusiones. Una semilla se reconoce por su capacidad de cambiar: si se entierra, la semilla germina; la semilla que germina se convierte en planta; dos semillas parecidas se convierten en dos plantas parecidas.

### Individualmente

Cada dos días y durante un período de diez días, los alumnos dedican aproximadamente un cuarto de hora a observar los cambios en la evolución de las siembras (observación y toma de notas). Se trata de una observación continuada. Cada alumno dibuja y describe lo que observa anotando la fecha. Al final de cada observación, los alumnos que lo desean comunican sus resultados al grupo-clase.

Con el tiempo, empiezan a apreciarse diferencias en la evolución de las semillas: algunas plantas jóvenes ya se asoman al tercer día; otras sólo lo hacen al cabo de una semana. En algunos sectores no crece ninguna planta. Los alumnos proponen "retirar la tierra" de estos sectores para ver qué han sembrado y constatar si se ha producido algún cambio.

### Colectivamente

Al cabo de cuatro o cinco días, se puede hacer un primer informe y apuntar:

- ▶ Lo que ha crecido.
- ▶ lo que no ha crecido<sup>4</sup>.

Los alumnos se dan cuenta de que, en un determinado sector, los brotes jóvenes han aparecido casi todos a la vez, y de que existen diferencias entre sectores (a veces de varios días). En un mismo sector, todos los brotes se parecen, como las semillas que se han sembrado, y hay tantos brotes como semillas (a veces menos, si alguna semilla no se ha desarrollado, pero nunca más).

### Síntesis colectiva

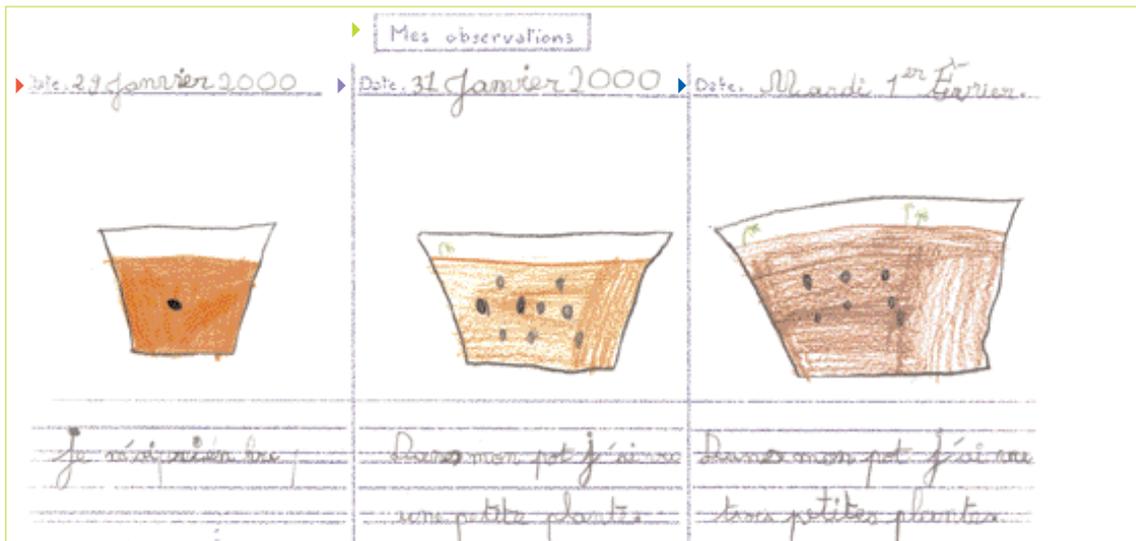
El profesor invita a los alumnos a releer sus notas para rememorar la situación de partida, los interrogantes, las anticipaciones. Los alumnos intentan explicar lo que el experimento ha mostrado en relación con la pregunta de partida. Luego, cada grupo presenta su explicación a la clase.

El profesor propone un debate con el fin de formular, a partir de todas las propuestas, una frase apropiada. Una frase del tipo: "Crecen plantas: esto significa que eran semillas" va a ser retenida por el grupo-clase y validada por el profesor. Una semilla se reconoce por su capacidad de cambiar<sup>5</sup>.

Cada alumno escribe en su cuaderno la conclusión retenida al final del debate.

Estas observaciones dan origen a una nueva interrogación sobre los criterios de diferenciación de las semillas.

Figura 5a. Los alumnos describen la evolución de las siembras en sus cuadernos de experimentos.



▶ Mis observaciones ▶ Fecha: 29 enero 2000. No he visto nada. ▶ Fecha: 31 enero 2000. En mi maceta hay una planta pequeña. ▶ Fecha: Martes 1 de febrero. En mi maceta hay tres plantas pequeñas.

4. Los sectores donde no ha crecido nada pueden ser sectores donde sólo se hayan plantado "no semillas", semillas no viables o semillas que se hayan visto perjudicadas por las condiciones de germinación. La hipótesis inicial, "Si son semillas, crecen..." parece confirmarse, pero no es suficiente: hay que encontrar otros criterios de diferenciación.

5. La capacidad de cambiar a lo largo del tiempo y de realizar intercambios con el medio es un indicio que ayuda a identificar a los seres vivos. Pero la noción de ser vivo sólo puede adquirirse poco a poco y a través de muchas más actividades.

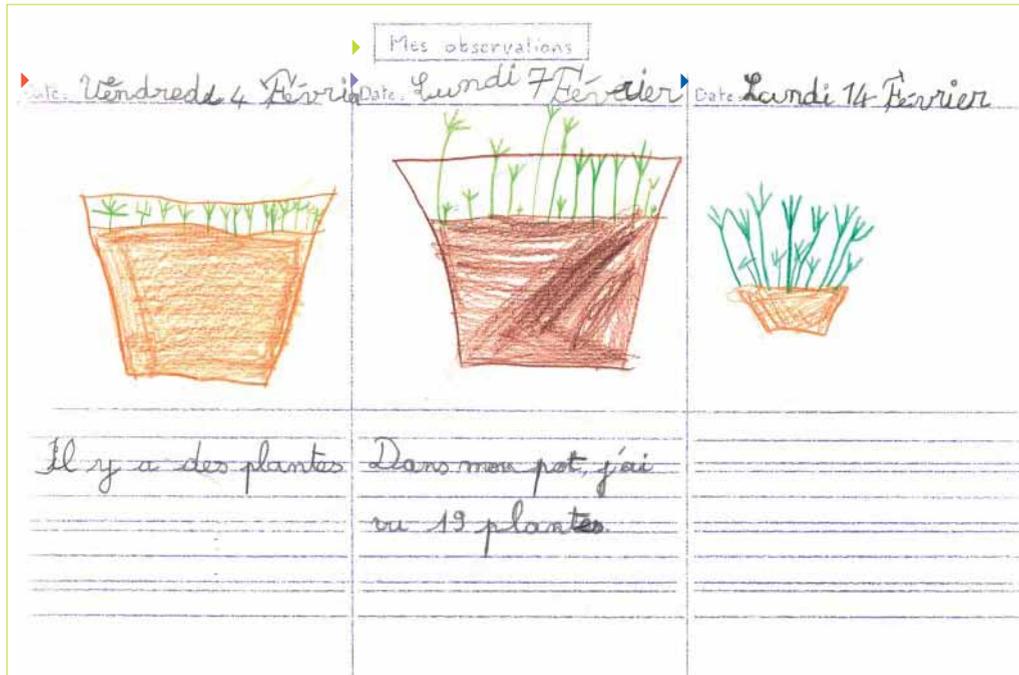


Figura 5b

- ▶ Mis observaciones ▶ Fecha: Viernes 4 de febrero. Hay plantas. ▶ Fecha: Lunes 7 de febrero. En mi maceta hay 19 plantas.
- ▶ Fecha: Lunes 14 de febrero.

## SESIÓN 6. ¿Qué hay dentro de la semilla? Concepciones iniciales

Una vez conocidas las características morfológicas (aspecto exterior) y ontogénicas (etapas de desarrollo) de la semilla, los alumnos se interesan por los criterios anatómicos visibles.

Con el fin de descubrir nuevos criterios, los niños se interesan por lo que hay dentro de la semilla y presentan sus concepciones sobre la organización interna de la misma.

### Colectivamente

Haciendo preguntas derivadas de las observaciones de los niños y las dificultades surgidas en las sesiones anteriores, el profesor recoge las concepciones iniciales de los alumnos:

- ▶ ¿Cómo separar los elementos que “no son semillas” de los que son “semillas no viables”?
- ▶ ¿Cómo explicar la relación que existe entre una semilla y una planta?
- ▶ ¿Cómo (y gracias a qué) crece una semilla?

Figura 6. Dos ejemplos de representaciones iniciales de lo que hay en el interior de una semilla.

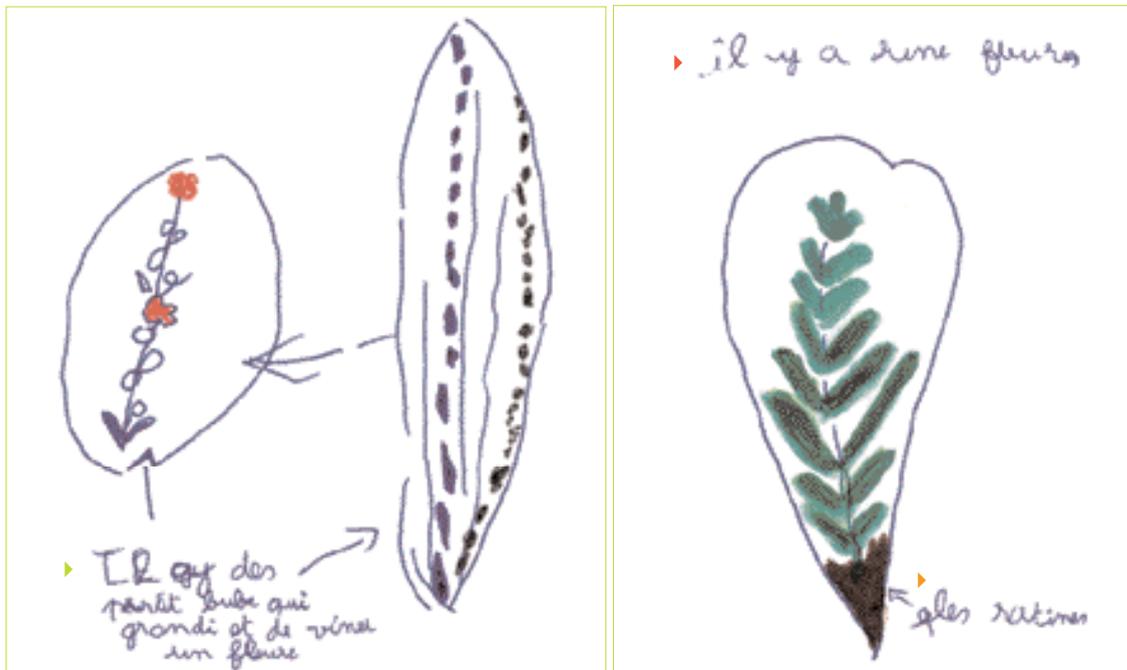


Figura 6a ▶ Hay bulbos que crecen y se transforman en flores.

Figura 6b ▶ Hay una flor. ▶ Las raíces.

Es probable que algunos alumnos formulen proposiciones del tipo: “Hay que mirar dentro de las semillas” o “Dentro de la semilla hay una planta pequeña”. Se puede proponer a los alumnos que dibujen lo que, según ellos, hay dentro de la semilla antes de plantarla, y luego constaten lo que sucede cuando la semilla germina.

Las producciones de los alumnos se pueden analizar y confrontar colectivamente<sup>6</sup>. Para confrontar estas concepciones con la realidad y responder a las preguntas, se decide, conjuntamente, observar el interior de una semilla. Para que la observación y la comparación tengan sentido, hay que comparar una muestra de “semilla de verdad” con otras muestras (entre las que tienen que haber “no semillas” y “semillas no viables”). La elección de la muestra “semilla de verdad” es, por lo tanto, determinante<sup>7</sup>.

Para que la observación se pueda realizar con comodidad, hay que escoger el elemento de referencia entre las semillas de tamaño grande que se abren fácilmente en dos partes: guisante, judía, lenteja, haba. Al principio, es más fácil proponer la observación de la misma semilla a toda la clase.

6. En algunos dibujos aparecen al mismo tiempo y a menudo sin relación una semilla y una planta desarrollada: la noción de transformación de la semilla todavía no ha sido adquirida. Además, en lugar de una plántula, los alumnos pueden dibujar, en el interior de la semilla, una planta adulta en miniatura: la noción de germen que se transforma también está pendiente de adquisición.

7. Según la experimentación precedente, el elemento de referencia es una muestra que ha germinado y que confirma (parcialmente) la hipótesis. El profesor, pues, en previsión de esta sesión, habrá conservado ejemplares de esa

## SESIÓN 7. ¿Qué hay dentro de una semilla? Anatomía de la semilla

Utilizando un instrumento de aumento, los alumnos descascarillan y observan el interior de distintas semillas. Descubren distintos órganos y los dibujan: el germen, los elementos de reserva y la envoltura protectora. Identifican definitivamente los elementos de la muestra: ¿Es o no es una semilla?

Como la tarea es delicada debido al tamaño de las semillas, el profesor puede descascarillar la semilla escogida como referencia para mostrar a los alumnos la técnica que deben utilizar. Las muestras que hay que observar y comparar han sido puestas en remojo la noche anterior para reblandecer los tegumentos y facilitar el trabajo de los alumnos.

### Individualmente

Los alumnos descascarillan la semilla y dedican un rato a la observación autónoma. En función del material disponible, pueden empezar por una observación a simple vista y luego utilizar un instrumento de aumento (lupa binocular, lupa de mano).

Paralelamente a la observación, hacen un dibujo para poder comparar lo observado con sus concepciones iniciales.

### Síntesis colectiva

Una fase de debate colectivo conduce a un dibujo individual estructurado y anotado. En el dibujo pueden destacarse los gérmenes, con sus dos hojas embrionarias blancas<sup>8</sup> (que pueden designarse con el término de cotiledones o primeras hojas), bien visibles en el caso de la judía (las dos mitades interiores de la semilla) y la "piel" o envoltorio (o tegumento).

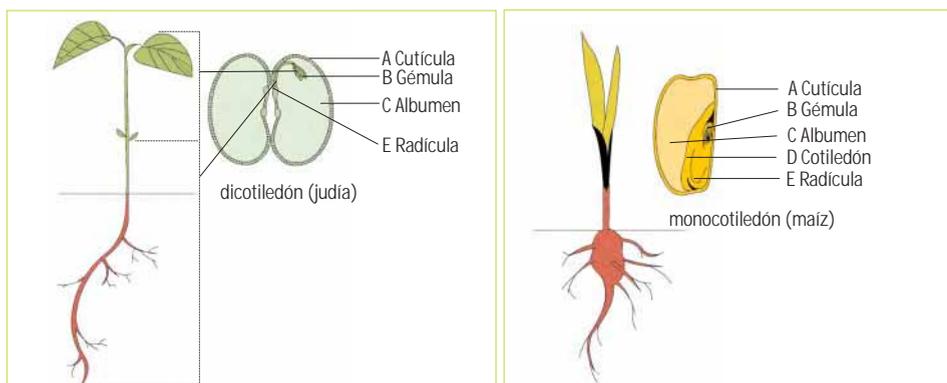


Figura 7. Organización anatómica de las semillas de las plantas con flores.

### Individualmente

Con la intención de poder generalizar, los alumnos observan otras semillas para ver si identifican los mismos constituyentes. A partir de este momento, ya no observan todos la misma semilla: hay que diferenciar las observaciones para luego poder generalizar.

Las muestras que no habían crecido pero que se habían conservado con cuidado seguramente no contenían gérmenes. Esto se puede verificar aplastando las pequeñas "semillas" de naturaleza mineral: se obtiene polvo, no gérmenes. Además, alrededor de la semilla no hay ninguna envoltura (tegumento).

Se llevan a cabo observaciones idénticas con semillas de naturaleza orgánica, pero inanimadas. Se constata que algunas muestras que no han crecido están en proceso de descomposición (cuando se abren huelen mal). Estas semillas, pues, son "inviabiles" (no maduras) o están muertas (debido a las condiciones de germinación).

8. En el caso de las leguminosas (judía, guisante, lenteja, etc.), vegetales dicotiledones (embrión con dos cotiledones), las dos hojas embrionarias se hacen cada vez más pequeñas (las reservas que éstas constituyen van siendo utilizadas poco a poco) y terminan por desaparecer cuando la plántula se desarrolla. En el caso del maíz y las gramíneas (trigo, "césped", etc.), vegetales monocotiledones (embrión con sólo un cotiledón), uno de los dos cotiledones no se desarrolla: sólo se ve salir una hoja embrionaria de la semilla porque la otra, que realiza la función de órgano de reserva, se queda dentro o en el substrato.

## SESIÓN 8. ¿Qué necesita la semilla para germinar? Concepciones iniciales

Cuando ya se ha determinado la noción de semilla desde los puntos de vista morfológico, ontogénico y anatómico, es interesante interrogarse sobre las necesidades fisiológicas de este ser vivo; es decir, sobre las condiciones medioambientales necesarias para su desarrollo<sup>9</sup>.

Los niños intentan descubrir qué necesita la semilla para germinar. La observación de diferencias en la evolución de las siembras les lleva a preguntarse lo siguiente: "¿Por qué algunas semillas crecen más deprisa que otras?"

### Individualmente

Para empezar, el profesor pide a cada alumno que escriba lo que crea sobre las necesidades de la semilla. Muchos alumnos utilizan la fórmula "¿Puede ser que...?". En el conjunto del grupo-clase, algunos alumnos expresen sólo una idea y otros, varias.

### Colectivamente

Las ideas de los alumnos se ponen en común y se convierten en ideas de la clase. Un ejemplo de lo que los alumnos proponen:

- ▶ "¿Puede ser que no tengan que plantarse a mucha profundidad?"
- ▶ "¿Puede ser que necesiten mucha luz?"
- ▶ "¿Puede ser que no necesiten mucha agua?"
- ▶ "¿Puede ser que sean plantas distintas?"
- ▶ "¿Puede ser que el aire frío les sienta mal?"

Todos los alumnos toman nota de las ideas de la clase.

El profesor retiene una de las preguntas formuladas y la plantea al grupo-clase<sup>10</sup>. En esta secuencia, la pregunta seleccionada es:

- ▶ "¿Puede ser que no necesiten mucha agua?"

Las siguientes sesiones derivan de esta elección, pero pueden adaptarse a preguntas relacionadas con otros factores medioambientales.

## SESIÓN 9. ¿Qué necesita la semilla para germinar? Experimentación

Los niños ponen en práctica un protocolo experimental para verificar si el agua es un factor necesario para la germinación.

La pregunta escogida es la siguiente:

- ▶ "¿Puede ser que no necesiten mucha agua?"

Empieza un debate. La discusión gira en torno a la expresión "mucha agua". Algunos alumnos sostienen que "mucha agua" no quiere decir "gran cosa". "¡No se sabe cuánto es, mucha agua!". El intercambio de impresiones prosigue, surge una idea: "Habría que hablar de una cantidad exacta de agua".

La pregunta de partida se convierte en la siguiente:

- ▶ "Con agua, ¿la semilla crece o no?". Y "Sin agua, ¿la semilla crece o no?"

Estas preguntas permiten a los alumnos trabajar sobre las condiciones de germinación de las semillas y, a la vez, les ayudan a desarrollar una competencia metodológica: la puesta en práctica de un experimento y un contra experimento para poder comparar resultados y extraer conclusiones fiables.

9. En Primer Ciclo de Primaria sólo se tratarán uno o dos factores del crecimiento (agua, nutrientes); en Segundo y Tercer Ciclo se puede realizar un trabajo más completo sobre el crecimiento de los vegetales.

10. La selección de una pregunta puede estar motivada por distintas razones:

- La viabilidad (desde el punto de vista material y de la seguridad) del experimento que conlleva.
- La noción que permite adquirir en relación con el currículo de Primaria.
- Las competencias metodológicas que obliga a poner en práctica.

Como material experimental, se aconseja escoger dos o tres tipos de semillas distintas. Esto permite darse cuenta de que las condiciones de germinación son comunes en todas ellas. Algunas semillas (judía, trigo, guisante...) pueden ser tratadas de "semillas de referencia" y permiten optimizar el éxito experimental.

### En pequeños grupos

Para este experimento, los alumnos eligen un invernáculo apropiado (que permite aislar sectores sin agua) y siembran distintos tipos de semillas en sectores con agua y sectores sin agua. En cada etiqueta apuntan el tipo de semilla, la fecha, la hora y la presencia o ausencia de agua<sup>11</sup>.

Los niños esquematizan el protocolo experimental en los cuadernos de experimentos, sin olvidarse de explicar y anotar las distintas partes del dibujo.



- ▶ El experimento de mi grupo, día 7 de marzo 2000.
- ▶ He echado agua. Con agua tendría que crecer una planta.
- ▶ No he echado agua. Sin agua no tendría que crecer nada.

Figura 8. Ejemplo de representación esquemática para explicar el protocolo experimental utilizado por la clase.

## SESIÓN 10. ¿Qué necesitan las semillas para germinar? Conclusión

El profesor propone a los alumnos que analicen los resultados del experimento. Los alumnos sacan conclusiones y las redactan: para germinar, la semilla necesita agua; sin agua, la semilla no germina.

### Colectivamente

Al cabo de unos cuantos días, se puede comprobar que en los sectores sin agua las semillas no han germinado. Inversamente, en los sectores en que las semillas han estado en contacto con agua han aparecido brotes. Han aparecido uno o dos "hojas" pequeñas de color verde, los cotiledones, y un pequeño sistema de raíces blancas.

Ya se pueden comparar los sectores en que se han plantado semillas del mismo tipo: los alumnos constatan que las plántulas de estos sectores se parecen, y que distintas semillas dan lugar a plántulas visiblemente diferentes.

### Individualmente

Cada alumno escribe los resultados del experimento de su grupo y las conclusiones del grupo-clase en su cuaderno de experimentos.

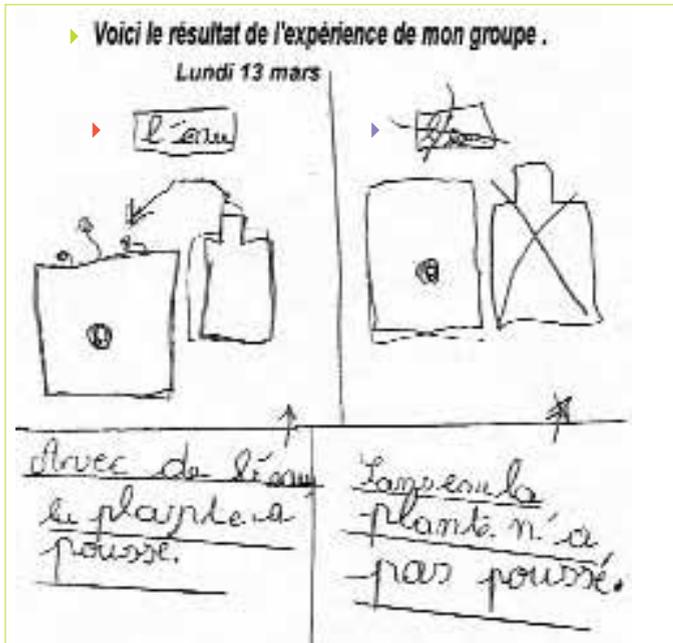
Este experimento sobre el agua como factor del crecimiento de los vegetales puede ser objeto de varias prolongaciones<sup>12</sup>.

11. Cal assegurar-se que els sectors amb aigua no pateixin els efectes de l'evaporació. Es pot, o bé col·locar un element que permeti limitar-la, o bé afegir aigua regularment fins a un nivell.

12. Son posibles distintas prolongaciones. Dos ejemplos:

- Permitir que el crecimiento continúe, pero sin añadir agua. El nivel de agua bajará por efecto de la evaporación y la plántula se marchitará cuando el agua llegue al nivel más bajo. Para desarrollarse, la plántula necesita agua (del mismo modo que la semilla necesita agua para germinar).

- Dejar las semillas en remojo en un vaso de agua durante una noche, y luego repartirlas por los sectores sin agua. Observarlas al día siguiente. Se ve "una cosa" que sale de la semilla (la radícula). Si no se añade agua, la semilla deja de desarrollarse y muere. Aunque entonces se le añada agua, ya no se rehace.



- ▶ Resultado del experimento de mi grupo.  
Lunes 13 de marzo
- ▶ Agua. Con agua la planta ha crecido
- ▶ Sin agua la planta no ha crecido.

Figura 9. Ejemplo de representación esquemática de los resultados del experimento.

## SESIÓN 11. ¿Cómo germinan las semillas? Experimento

Esta sesión permite definir la germinación como el primer estadio del ciclo de desarrollo de una planta a partir de una semilla.

Esta noción será retomada en Tercer Ciclo cuando se estudien los estadios del ciclo de desarrollo de los vegetales con flores. Al final de la secuencia, los alumnos habrán observado una transformación biológica y tomado nota de los estadios de desarrollo de un ser vivo. Una primera prolongación puede consistir en trazar un paralelismo entre la evolución de la ciencia y la técnica y los cambios en la alimentación humana.

Observando las siembras, los alumnos intentan averiguar el modo en que la semilla "despierta" y se convierte en plántula.

### Colectivamente

Se preparan siembras para ver cómo el germen de la semilla se convierte en planta. Los alumnos saben que las plantas necesitan agua para germinar y que la encuentran en la tierra regada. Pero "la tierra es un estorbo para la observación". ¿Qué dispositivos se pueden utilizar para deshacerse de la tierra?

Los alumnos deben proponer dispositivos que permitan que las semillas estén en un ambiente húmedo y, al mismo tiempo, puedan ser observadas cómodamente. El profesor puede ayudarles en su búsqueda: siembras en algodón hidrófilo (con el riesgo de que los cultivos se pudran), en papel de filtro, papel secante o, mejor aún, placas de poliestireno con agujeros (uno para cada semilla) flotando en la superficie de cubetas llenas de agua.

Durante esta primera fase, el profesor también puede preparar, junto con los alumnos, las notas que se tomarán durante la observación continuada <sup>13</sup>.

### Individualmente o en pequeños grupos

Las observaciones pueden tener una duración aproximada de un cuarto de hora (observación y toma de notas) y realizarse cada dos días durante diez días (si bien la frecuencia depende de la evolución de las siembras).

13. Existen varias posibilidades:

- Dibujos de las observaciones realizadas en grupo o individualmente, con las fechas, medidas y anotaciones pertinentes.
- Fotografías tomadas por el profesor o por los alumnos.
- En cada observación, recogida y recolección en un herbario de un ejemplar de la semilla en germinación, para obtener un conjunto de muestras secas que permita recorrer las etapas.

## SESIÓN 12. ¿Cómo germinan las semillas? Explotación de los datos

Los alumnos descubren que cada uno de los órganos observados en el interior de la semilla tiene un papel determinado: la raíz se desarrolla en primer lugar y se dirige hacia abajo; luego se desarrolla el tallo con hojas, hacia arriba; cuando sale la plántula, las dos mitades de la semilla hacen simultáneamente de "primeras hojas" y de órgano de reservas.

### Individualmente o en pequeños grupos

Cada alumno observa de modo autónomo el conjunto de dibujos, collages de plantas, diapositivas o fotos realizados por él o por el conjunto de la clase y escribe un texto breve que corresponde a su informe del experimento.

### Colectivamente

A partir de una descripción oral de la evolución observada durante el desarrollo del germen se realiza un tratamiento en común de los informes individuales.

Un documento audiovisual que muestre a cámara rápida la germinación de semillas como el guisante o la judía puede ayudar a formular estos resultados. El mismo resultado se puede conseguir con una sucesión de fotografías tomadas con una cámara digital. También se puede utilizar un documento fotocopiado con dibujos de los estadios de una germinación (guisante o judía), y pedir a los alumnos que tomen nota de ellos individual o colectivamente.

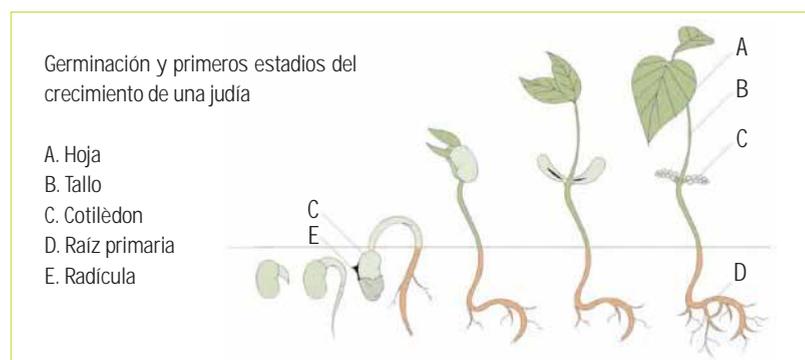


Figura 10. Los distintos estadios de germinación.

### Individualmente

Los alumnos pueden recuperar el dibujo realizado tras la observación anatómica de la semilla y describir mejor sus partes. Ya se ha adquirido la noción de semilla<sup>14</sup>.

## SESIÓN 13. El papel de la semilla. La semilla y sus reservas

Una vez adquirida la noción de semilla, el profesor tiene la posibilidad de proponer numerosas prolongaciones y evaluaciones consistentes en actividades individuales o colectivas. Puede proponer, por ejemplo, la observación de más germinaciones realizadas en clase o en casa o descubiertas con ocasión de una salida al campo o en documentos (libros, videos, sitios web...). Éste es el momento para que los alumnos realicen comparaciones que pongan de manifiesto similitudes y diferencias y se sensibilicen sobre la unidad y diversidad de los seres vivos.

Estas prolongaciones fomentan la curiosidad de los alumnos respecto de su entorno, de la unidad y diversidad de los seres vivos y de las relaciones entre los seres vivos de un mismo entorno natural.

14. La semilla contiene un germen y unas reservas protegidas por una envoltura. Durante la germinación, la semilla absorbe agua. La plántula se desarrolla utilizando las reservas: no necesita tierra, pero necesita agua. Cuando la plántula se ha desarrollado, la semilla ya no existe (esta observación permite sensibilizar a los alumnos respecto de la noción de fenómeno biológico irreversible).

Las dos sesiones siguientes constituyen pistas y posibles prolongaciones en torno a dos temas: las reservas de la semilla y el papel biológico de la semilla.

Los alumnos intentan determinar la importancia del papel específico de la semilla en el crecimiento de los vegetales con flores y del papel socioeconómico de las semillas alimentarias.

Se pueden realizar experimentos para confirmar el papel de las reservas en este primer estadio del desarrollo vegetal: se puede sembrar un germen sin sus reservas o bien la mitad de una semilla.

También se puede llevar a cabo un experimento sencillo para comparar los primeros estadios de germinación según si la semilla recibe luz o no. Este experimento sirve para mostrar que la exposición a la luz no es obligatoria, ya que la semilla está provista de las reservas necesarias para los primeros estadios de desarrollo de la plántula, y refuerza la idea de que la semilla es un tipo de reserva.

Se puede realizar un seguimiento del desarrollo de la planta joven que vaya más allá de la utilización de sus reservas: los alumnos pueden comparar la evolución de plantas jóvenes que crecen en la tierra y de plantas que crecen en otro sustrato (algodón o papel de filtro).

Pueden tomar nota, además, del momento en que las hojas jóvenes se vuelven verdes. Estas observaciones servirán, en Tercer Ciclo, de puntos de partida para el estudio de las necesidades nutritivas de las plantas verdes.

Las semillas contienen reservas que el ser humano puede utilizar en su provecho. En los menús de los restaurantes escolares, por ejemplo, se pueden buscar las semillas que se consumen como tales (judías, guisantes, garbanzos, lentejas...) y las que se consumen transformadas (granos de trigo).

También se puede establecer un vínculo con la historia. En el pasado, las semillas tenían un papel preeminente en la alimentación humana; el motivo es que los alimentos naturalmente deshidratados se conservan fácilmente si se mantienen protegidos de la humedad. Pero la evolución de la ciencia ha permitido desarrollar técnicas de conservación de los alimentos (conserva y congelación) que explican que, actualmente, nuestra alimentación sea muy variada en todas las estaciones del año.

## SESIÓN 14. La función de la semilla. Unidad y diversidad de los seres vivos

Los alumnos intentan determinar la importancia del papel de la semilla en la dispersión de la especie.

Se pueden utilizar criterios objetivos, basados en la documentación, y de este modo familiarizar a los alumnos con la lectura de textos científicos breves.

### Colectivamente

Los interrogantes pueden surgir, por ejemplo, con motivo de una salida al campo (que puede ser la de la sesión 2). De vuelta a clase, los alumnos constatan que han traído consigo semillas pegadas a la ropa o los zapatos.

Si no es posible organizar ninguna salida, el profesor puede recoger semillas con un sistema adherente y hacer una demostración de su eficacia en clase. La recogida de un poco de sustrato de bosque (lecho de hojas y humus) es suficiente para revelar que muchas semillas pequeñas pueden quedar pegadas a las suelas de los zapatos de cualquiera que pasee por el campo.

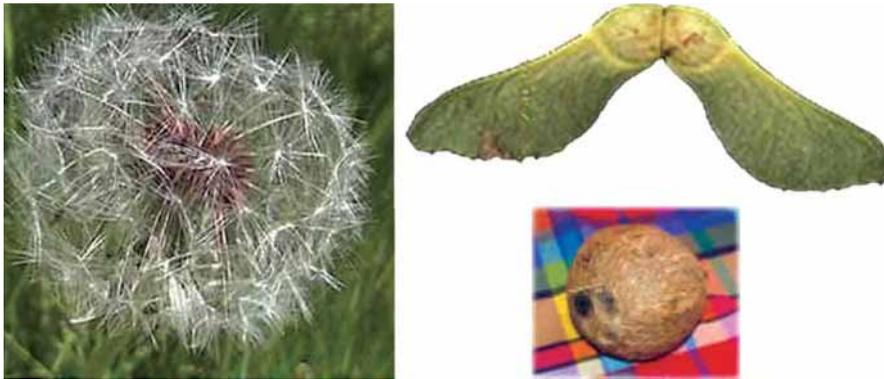


Figura 11. Ejemplos de semillas que vuelan; otras semillas flotan o se pegan.

Se puede subrayar el parecido, en cuanto a “medios de transporte” de las semillas, de las plumas de los pájaros o el pelaje y las patas de los mamíferos con los zapatos o la ropa de los alumnos. Además, las semillas también pueden ser transportadas por el viento o el agua.

En clase, pegando semillas secas en rectángulos de cartón blanco, los alumnos confeccionan una colección de semillas y llevan a cabo actividades de clasificación: semillas transportadas por el viento (son ligeras e incorporan sistemas para planear), el agua (están muy bien envueltas y equipadas con sistemas para flotar) o los animales (se pueden pegar a las plumas y al pelaje gracias a un dispositivo adherente visible con lupa).

A menudo las semillas son ingeridas por animales. Si la envoltura resiste la digestión, reaparecen en los excrementos. El uso de recursos documentales permite confirmar las propuestas de clasificación por lo que respecta a las plantas más familiares.

Pueden proponerse textos o cómics que ilustren la colonización vegetal de un medio (por ejemplo, la colonización de una isla desierta). Pueden citarse la vegetación original de los escombros, debida, en parte, a las semillas llegadas con la madera procedente de otros lugares y utilizada para apuntalar las galerías de las minas, o la vegetación pionera de las islas volcánicas, debida a las semillas transportadas por el mar, el viento o los animales.

Todos los vegetales con flores producen semillas, pero las semillas pueden presentar dispositivos anatómicos distintos para asegurar la dispersión de la especie en su entorno más cercano o lejano. Puede ser útil señalar a los alumnos que la semilla es un medio de dispersión específico de las plantas terrestres (si bien no de todas ellas). Este estadio del ciclo vital (la forma semilla) se desarrolló en la Tierra en el caso de las plantas con flores y permite resistir largos periodos sin agua y colonizar nuevos medios.

## CONDICIONES PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

### Duración

La secuencia consta de catorce sesiones de aproximadamente una hora que se pueden agrupar en cinco etapas. Cada etapa corresponde a una pregunta de partida. Por supuesto, este desglose se puede modificar.

### Material para un grupo de 5 a 6 alumnos

- ▶ Un conjunto de muestras formado por distintos elementos: semillas (lentejas, judías, achicorias, mastuerzos, rábanos, habas, trigo, maíz, “césped”, mezclas de semillas para pájaros...), elementos de naturaleza mineral (lecho para gato, gravilla...) y elementos de naturaleza orgánica inanimada (granos de sémola, canicas de madera pequeñas...).
- ▶ Una jardinera de poliestireno (caja de embalaje) y otros recipientes más pequeños (botellas de agua mineral cortadas por la mitad, envases de yogurt...).

- ▶ Tierra de jardín mezclada con un poco de arena.
- ▶ Algunas herramientas para sembrar (cucharitas, por ejemplo).
- ▶ Una regadera o pulverizador, varitas de madera o alambre para construir porta etiquetas.
- ▶ Una lupa de mano (o una lupa binocular).
- ▶ Algodón hidrófilo, papel o papel secante, placas de poliestireno procedentes de embalajes.
- ▶ Pequeños rectángulos de cartón y pegamento.

#### Precauciones

El profesor llamará la atención de los alumnos sobre la toxicidad de algunas semillas y frutos (tejo, belladona, aro, dulcamara...) y, si hace falta, retirará estas semillas de las muestras. El respeto de las reglas elementales de higiene es fundamental: hay que lavarse las manos y cepillarse bien las uñas con jabón si la tierra se manipula sin guantes.

### SELECCIÓN INDICATIVA DE SITIOS WEB

- ▶ Los sitios web de La main à la pâte en Francia y España, respectivamente, contienen bastantes actividades y animan a los educadores a plantear preguntas sobre botánica y ciencia en general. Unos consultores científicos les responden de manera precisa y sencilla, y las preguntas y respuestas se archivan.  
[www.inrp.fr/lamap/scientifique/astonomie/consultants/reponses\\_consultants.htm](http://www.inrp.fr/lamap/scientifique/astonomie/consultants/reponses_consultants.htm)  
[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)
- ▶ Una página bastante completa sobre botánica, con información accesible a todos niveles, animaciones, etc.  
[www.botanical-online.com](http://www.botanical-online.com)
- ▶ Una página dedicada completamente a los árboles ornamentales, con mucha información, enlaces, libros, etc.  
[www.arbolesornamentales.com](http://www.arbolesornamentales.com)
- ▶ Página de un fotógrafo especializado en naturaleza. Contiene centenares de imágenes de toda clase de seres vivos.  
[www.naturimage.com](http://www.naturimage.com)

### CONCLUSIÓN

Esta secuencia puede ser llevada a cabo por cualquier profesor de P5 o Primer Ciclo de Primaria. Los conocimientos se refieren exclusivamente a la noción de semilla; son modestos, pero deben ser adquiridos de modo riguroso, porque en Segundo y Tercer Ciclo de Primaria sirven de punto de partida para el estudio del ciclo de desarrollo de los vegetales con flores y la colonización vegetal del medio.

Las competencias metodológicas que se desarrollan, todas relacionadas con la puesta en práctica de un proceso de investigación, son fundamentales para los alumnos de Primer Ciclo de Primaria, que se sumergen en una dinámica de aprendizaje estimulados por su curiosidad frente al medio y los interrogantes que ellos mismos se plantean. Los alumnos se familiarizan con procesos de observación y experimentación que sirven para poner en cuestión sus propias concepciones, verificar hipótesis y adquirir, con el resto de la clase, un conjunto de conocimientos y habilidades.

---

#### FUENTES

Escuela Pasteur, Vénissieux (Rhône)  
Escuela Marianne Cohn, Annemasse (Haute-Savoie)  
Jean-Marie Boucharde, equipo de La main à la pâte

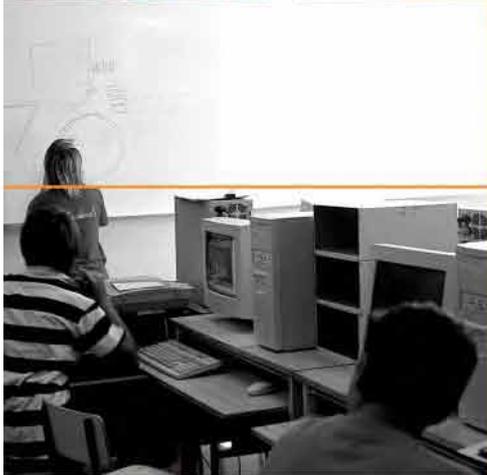
---

## PARA IR MÁS LEJOS

- ▶ Una secuencia de vídeo sobre la germinación a cámara rápida.
- ▶ Documentos que permitan identificar semillas de árboles y plantas herbáceas recogidas en una salida al campo. Ejemplo: VV.AA., *Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2001. También se puede consultar el documento "Una mostra de diferents llavors" (en catalán), del Centre de Documentació i Experimentació en Ciències i Tecnologia: [www.xtec.es/cdec/primaria/pdf/protocol/llavors.pdf](http://www.xtec.es/cdec/primaria/pdf/protocol/llavors.pdf).
- ▶ *Enciclopedia de la Naturaleza*, Ed. Plaza y Janés, Barcelona, 1994.

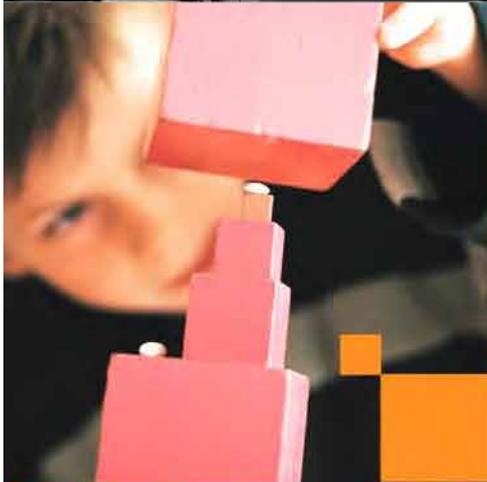


Educación Infantil y Educación Primaria



# PROYECTO LAMAP

Proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela

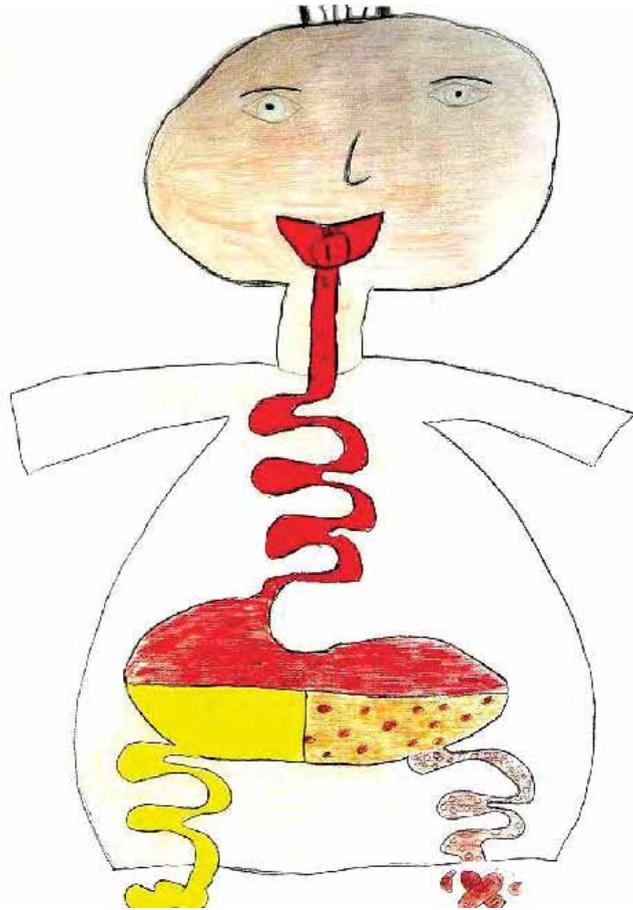


iniciativas

### 3. ¿EN QUÉ SE CONVIERTEN LOS ALIMENTOS DENTRO DEL CUERPO? Segundo y Tercer Ciclo de Primaria



Figura 1



Alimentarse es una necesidad básica de todos los organismos vivos. La alimentación humana, tema interdisciplinario por excelencia, reviste una dimensión a la vez individual y colectiva. El hecho de que cada niño, cada familia o cada sociedad mantenga con los alimentos una relación similar conlleva que el hecho de entender en qué se convierten los alimentos dentro del cuerpo lleve a la adquisición de unos conocimientos científicos compartidos por todas las culturas y relacionados con la educación para la salud.

El desarrollo propuesto en esta secuencia no pretende ser un modelo. Presenta una investigación que combina momentos de experimentación individual o en grupo con momentos de síntesis con toda la clase.

El desarrollo integra objetivos de los aprendizajes transversales: dominio de los lenguajes oral, escrito y visual; investigación documental; argumentación; confrontación del conocimiento elaborado por los alumnos con el saber

## UBICACIÓN EN EL CURRÍCULO\*

**Educación Infantil:** Las actividades de descubrimiento sensorial o los experimentos culinarios pueden haber suscitado una serie de interrogantes sobre la alimentación. "¿Qué puedo y qué no puedo comer? ¿Qué me gusta y qué no? ¿Qué es el vómito? ¿Qué es lo que me da fuerzas?". Los niños han aprendido a preparar platos sencillos, a distinguir sabores: dulce, salado, ácido, amargo. Quizás hayan observado que un pequeño objeto tragado por error (un hueso de cereza, una bolita de plástico) reaparecía en las heces. Saben que si se atragantan con algo se pueden ahogar. Se han dado cuenta de que si beben mucho, orinan más.

**P5 y Primer Ciclo de Primaria:** Se han realizado trabajos sobre dietética, higiene alimentaria y dentición. "¿Qué significa comer bien? ¿Cómo se consigue? ¿Para qué sirven los dientes? ¿Cómo hay que protegerlos?". En la escuela o el entorno familiar, los alumnos han descubierto que algunas personas siguen regímenes alimentarios específicos por razones médicas (intolerancia ante ciertas sustancias, necesidad de adelgazar), profesionales (en el caso de los deportistas) o estéticas.

**Segundo y Tercer Ciclo de Primaria:** Una investigación en más profundidad de las necesidades alimentarias lleva a los alumnos a descubrir la estructura del aparato digestivo y la función de la nutrición; la educación para la salud se fundamenta, de este modo, en bases científicas.

**Educación Secundaria:** Se estudiarán el aspecto químico de la transformación de los alimentos y las nociones de solubilización y difusión.

**Bachillerato:** Se profundizará en las nociones de superficie de intercambio, reacción química y metabolismo, relacionándolas con el concepto de energía.

**\*Nota a la edición en castellano**

Este apartado hace referencia a la ubicación de los contenidos en el currículo francés y se da a título orientativo. A continuación se ofrecen los aspectos principales que, en relación con este tema, aparecen citados en el currículo español común.

Extractos del R.D. 830/2003 de 27 de junio.

Contenidos	Criterios de evaluación
<p><b>Primer Ciclo</b> El cuerpo humano. Partes del cuerpo. Cambios corporales a lo largo de la vida. Los alimentos. La dieta equilibrada. Hábitos saludables, prevención de los trastornos alimentarios. Algunos aspectos básicos de la seguridad alimentaria.</p>	<p><b>Primer Ciclo</b> Reconocer las distintas partes del cuerpo y los cambios físicos que se producen a lo largo de la vida.</p>
<p><b>Segundo Ciclo</b> Estructura de los seres vivos: células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas. Las funciones vitales en la especie humana: nutrición, relación y reproducción. Localización, estructura, función y visión integrada de los aparatos y sistemas correspondientes.</p>	<p><b>Segundo Ciclo</b> Conocer y localizar los principales órganos, aparatos y sistemas del cuerpo humano.</p>
<p><b>Tercer Ciclo</b> Funcionamiento y cuidado de nuestro cuerpo. Principales enfermedades que afectan a los aparatos y sistemas del organismo humano. Hábitos saludables y prevención de los trastornos alimentarios (...). La industria alimentaria. Productos de origen animal y vegetal. La conservación de los alimentos: conservantes y estabilizantes; transporte y conservación de alimentos que precisan temperaturas adecuadas.</p>	<p><b>Tercer Ciclo</b> Conocer y establecer relaciones entre las funciones vitales de los seres humanos y determinados hábitos de alimentación, higiene, ejercicio físico y salud. Reconocer la importancia de los procesos de conservación de los alimentos, y específicamente lo concerniente a algunos productos perecederos: conservantes, estabilizantes y uso del frío en el transporte y la conservación de alimentos.</p>

## UN POSIBLE DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Actividades lingüísticas	Organización de la clase	Conocimientos, saberes y habilidades en
SESIÓN 1	¿Dónde van el agua y el pan?	Recogida y confrontación de representaciones.	Dibujo, escrito, oral.	Individual, en parejas, en clase entera	Explicar mediante textos, esquemas y oralmente.
SESIÓN 2	¿Qué se siente al comer	Observación del propio cuerpo, trabajo documental.	Oral, escrito (informe), esquematización	En parejas, individual..	Observar, hacer un dibujo de la observación.
SESIÓN 3	¿Qué sucede al tragar?	Construcción de una maqueta.	Oral, dibujo (esquemas).	En grupo.	Manipular, razonar.
SESIÓN 4	¿Cómo funciona el aparato digestivo?	Observación de un animal.	Escrito (informe de la observación), oral (preguntas durante la disección).	En clase entera (disección), individual (informe).	Observar, razonar.
SESIÓN 5	¿En qué se convierten los alimentos dentro del cuerpo?	Búsqueda documental y síntesis.	Lectura, escrito y oral.	En parejas, en clase entera.	Búsqueda de información: biblioteca, centro de documentación,
SESIÓN 6	Evaluación.	Dibujo, escrito.		Individual.	Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la secuencia.

Una sesión previa sobre la alimentación permite introducir la secuencia.

## INTRODUCCIÓN Y DEBATE INICIAL SOBRE LA ALIMENTACIÓN

### Sobre la alimentación

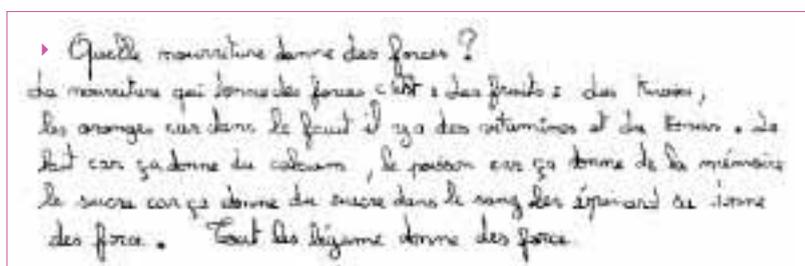
Hay muchas maneras de introducir el tema. Se puede empezar con un juego sobre las familias de alimentos o proponer a cada alumno que dé su punto de vista sobre cuestiones relacionadas con la alimentación. Se puede hablar de la dimensión social del encuentro a la hora de las comidas; se pueden plantear interrogantes sobre las consecuencias del consumo abusivo de refrescos o del comer a todas horas. Mientras la obesidad amenaza a un número cada vez mayor de personas, la desnutrición por falta de alimentos castiga a cada vez más países.

Algunas de las preguntas que los alumnos se hacen durante el debate se escriben en la pizarra; sirven para facilitar la reflexión individual. Cada niño responde a las preguntas en la parte personal del cuaderno de experimentos y utiliza sus notas en el intercambio oral que se tiene lugar a continuación. Ejemplos de preguntas anotadas por el profesor:

- ▶ ¿Qué te gusta comer?
- ▶ ¿Qué no te gusta?
- ▶ ¿Qué alimentos dan fuerzas?
- ▶ ¿Qué no te gusta, pero tienes que comer y por qué?
- ▶ ¿Qué sucede si no comes?

## Debate y formulación de interrogantes

A continuación se reproducen extractos de cuadernos de experimentos de alumnos de 5º:



► ¿Qué alimentos dan fuerzas? Los alimentos que dan fuerzas son: la fruta, los kiwis y las naranjas, porque la fruta lleva vitaminas y energía. La leche, porque lleva calcio, el pescado, porque es bueno para la memoria, el azúcar, porque lleva azúcar a la sangre. Las espinacas también dan fuerzas. Toda la verdura da fuerzas. (Extracto del cuaderno de experimentos de M.)

Figura 2 (Extracte del quadern d'experiments de M.)

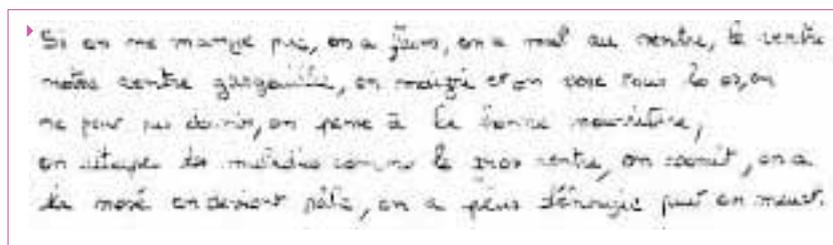
### ► Puntos de vista individuales:

“¿Qué alimentos dan fuerzas? Creo que la verdura, porque lleva mucho calcio y vitaminas. Por eso hay que comer tanta verdura”. (Extracto del cuaderno de L.)

“Los alimentos que dan fuerzas son los kiwis, porque llevan vitaminas. Me parece que las espinacas también dan fuerzas. La sopa seguro que también, porque dentro lleva verdura. (...) Me gustan mucho los caramelos de fruta y de menta. Lo que no me gusta y da fuerzas son las espinacas.” (Extracto del cuaderno de R.)

“Los alimentos que dan fuerzas son: los kiwis, las manzanas, las peras y el resto de frutas y cereales. Los cereales son buenos para estar en forma, pero a mí no me gustan”. (Extracto del cuaderno de A.)

### ► Informe de un debate de grupo entre cuatro alumnos:



► “Quien no come tiene hambre, dolor de barriga, la barriga le hace runrún, adelgaza, se le ven los huesos, no puede dormir, piensa en cosas buenas para comer, coge enfermedades, se le hincha la barriga, vomita, se marea, se vuelve pálido, se queda sin energía y al final se muere.”

Figura 3

Todos los alumnos tienen opiniones sobre la alimentación. En cambio, en este estadio la palabra “fuerza” todavía no tiene un significado preciso, no está vinculada al concepto científico de fuerza. Poco a poco se irá substituyendo por la palabra “energía”. Los alumnos de esta clase creen que las vitaminas y el calcio dan “fuerzas”. Se trata de una idea transmitida con frecuencia por los mensajes publicitarios. Y los alimentos que no les gustan son, precisamente, los que creen que dan “fuerzas”, sin duda porque éste es uno de los argumentos que utilizan los padres para animarles a consumirlos.

Al final del debate se retiene una pregunta: ¿Cómo es posible que los alimentos que comemos den “fuerzas” al cuerpo y nos “hagan crecer”?

El profesor puede sugerir a los alumnos que lo pregunten a los deportistas (si hay algún centro deportivo cerca) o al médico escolar, o bien que busquen en un libro que hay que comer y beber antes y durante una competición deportiva para no quedarse sin energía. Una entrevista con el responsable del restaurante escolar también puede ser fructífera.

El debate introduce varios enfoques y, por tanto, varios recorridos posibles. El enfoque desarrollado a continuación es principalmente “mecanicista” (por oposición al “químico y energético”, que se desarrolla en Secundaria. Incluye secuencias fundamentales y propuestas de secuencias opcionales relacionadas con éstas. ¿Cómo utiliza los alimentos nuestro cuerpo? Ese es el principal interrogante que hay que resolver.

## SESIÓN 1. ¿Dónde van el agua y el pan?

### Formulación de interrogantes

Antes de empezar, el profesor verifica que no haya ningún niño que siga un régimen alimentario específico. Distribuye un trozo de pan y un vaso de agua a cada alumno, como si se tratara de la merienda, y da inicio a un debate sobre el devenir de estos alimentos: "¿A qué parte del cuerpo van a ir a parar?". Distribuye una hoja con la silueta del cuerpo humano y las siguientes instrucciones: Dibuja el trayecto del pan y el agua. Nombra los sitios por donde pasan estos alimentos. ¿En qué se convierten los alimentos dentro del cuerpo?

### Recogida y análisis de las representaciones iniciales de los alumnos

La confrontación de las representaciones de los alumnos se puede realizar inicialmente intercambiando las hojas con el vecino. A lo largo del debate, los alumnos utilizarán, probablemente y de modo espontáneo, un vocabulario infantil con palabras como "pipí" o "caca". El profesor escogerá el momento oportuno para enseñarles el vocabulario científico correspondiente: heces y orina. Recoge los dibujos, los clasifica en categorías, forma grupos de niños con los mismos puntos de vista y pide a cada grupo que confeccione un cartel.

### Elaboración de hipótesis

Cada grupo designa a un portavoz para que explique a la clase la opinión del grupo sobre el proceso de transformación de los alimentos. Empieza un debate colectivo en el que cada grupo defiende, por turnos, su punto de vista. No se trata de encontrar enseguida la buena explicación, sino de intentar distinguir lo que podría ser verdad.

El profesor escribe en un cartel o en la pizarra las preguntas que se hacen los niños durante la fase de intercambio y confrontación de representaciones. La fase puede ser más provechosa si se presentan algunas producciones de la clase previamente escaneadas o convertidas en transparencias por el profesor.

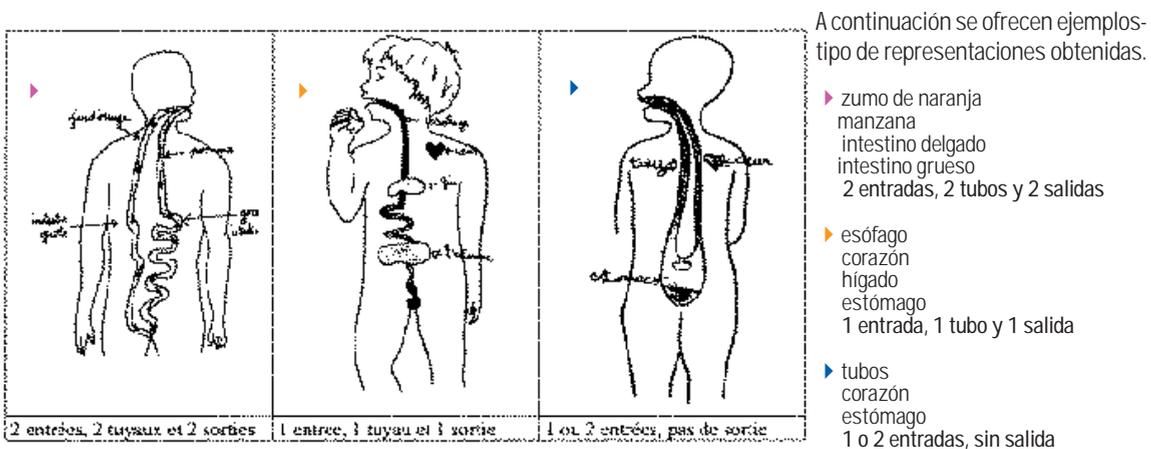


Figura 4 Los alumnos no se ponen de acuerdo o parecen bloqueados respecto a:

Trayecto	Transformaciones en el aparato digestivo	Transformaciones dentro del cuerpo
¿Una o dos entradas? ¿Una o dos salidas? ¿Uno o dos tubos?	¿En el estómago? ¿Cómo se realiza la digestión? ¿Qué es digerir? ¿Qué es una mala digestión? ¿Qué es el vómito?	¿Existen alimentos buenos y alimentos malos? ¿El agua se convierte en orina? ¿Cómo se aprovechan los buenos alimentos? ¿El cerebro se alimenta? ¿Para qué sirve la sangre?

La sesión de confrontación de representaciones lleva a los alumnos a poner en cuestión sus ideas y les motiva para buscar pruebas e intentar responder con argumentos a las preguntas retenidas por la clase.

Los obstáculos observados durante esta confrontación pueden llevar a la clase a emprender múltiples actividades propuestas por los alumnos o por el profesor. Hay que escoger entre ellas para no poner en marcha un proceso demasiado largo y complejo. Algunos de los fenómenos en juego se pueden tratar experimentalmente o mediante manipulaciones de maquetas; otros tendrán que tratarse en la fase de investigación documental.

Una hipótesis retenida al final de la sesión puede ser la siguiente: "Los alimentos líquidos van a parar a una bolsa de líquidos y se convierten en orina; los sólidos siguen otro camino y se convierten en heces". Esta hipótesis será puesta a prueba en la siguiente sesión.

## SESIÓN 2. ¿Qué se siente al comer?

### Investigación sobre el propio cuerpo

El profesor reparte pan y agua a los alumnos y entrega un espejo a cada grupo. Se trata de buscar indicios sensoriales que permitan saber, sobre todo, si hay uno o dos tubos (uno para los líquidos y otro para los sólidos). ¿Qué sensación da? Durante la preparación colectiva de la sesión, el profesor pregunta a los alumnos si se han atragantado alguna vez y cómo explican ese fenómeno.

La observación del fondo de la garganta y la palpación táctil del cuello en el momento de la deglución no permiten responder a la pregunta; sin embargo, parecen indicar que la entrada de los líquidos y los sólidos es la misma. La gente se atraganta con alimentos sólidos y alimentos líquidos. Una vez masticados, incluso los alimentos sólidos se convierten en una especie de papilla ni del todo líquida ni del todo sólida. Por tanto, es poco probable que la hipótesis de los dos trayectos, uno para los líquidos y otro para los sólidos, se pueda validar.

### Investigación a partir de imágenes científicas (radiografías)<sup>1</sup>

Esta fase puede ser substituida o completada con la observación de radiografías del aparato digestivo proporcionadas por algún médico o algún familiar de los alumnos.

Se proyecta el video "Le trajet des aliments" (El trayecto de los alimentos), de Delagrave/CNDP, que se puede descargar en [www.cndp.fr/ecole/sciences/erratum.htm](http://www.cndp.fr/ecole/sciences/erratum.htm), de un minuto y medio de duración (o un documento audiovisual similar), haciendo un comentario introductorio y formulando una pregunta para orientar las observaciones de los alumnos:

*"Esta película ha sido filmada en un hospital. El paciente se ha bebido una papilla espesa que no deja pasar los rayos X, unos rayos de luz invisible que pueden atravesar el cuerpo. La radiografía es el medio que permite dirigir esos rayos al paciente y observar el interior de su cuerpo."*

*"Se supone que la papilla espesa sigue el mismo trayecto que los alimentos. ¿Qué trayecto es?"*

Para responder a esta pregunta, los alumnos detienen la imagen tantas veces como quieren e intentan redactar un texto y realizar un esquema en la parte personal del cuaderno de experimentos.

El debate se puede preparar de varios modos. Si se dispone de un proyector, se puede pedir a un alumno que dibuje con rotulador, en un papel blanco pegado a la pantalla o a la pared, el contorno de la papilla espesa y su trayecto. Si se utilizan ordenadores o un televisor, los grupos de alumnos pueden realizar el mismo trabajo calcando encima de la pantalla. Los grupos comparan los resultados. La observación objetiva hará que pongan en cuestión sus puntos de vista individuales y tengan que volver a recurrir a las imágenes para validar o invalidar las anotaciones hechas en los cuadernos.

El intercambio oral permite destacar una serie de indicios coincidentes que pueden validarse mediante otro visionado de la película. Al final del debate, los alumnos toman nota del resultado en la parte colectiva del cuaderno de experimentos:

1. La papilla espesa entra en la garganta; parece dudar entre dos trayectos, y acaba dirigiéndose hacia el tubo situado en la parte posterior del cuello;

2. baja por este tubo;
3. llega a una bolsa;
4. entra en un tubo dentado que está en movimiento constante.

La hipótesis según la cual los líquidos y los sólidos siguen trayectos distintos queda invalidada. Es cierto que hay dos tubos, pero los alimentos, líquidos o sólidos, sólo pasan por uno de ellos. Una búsqueda documental (por ejemplo, en un diccionario ilustrado) revela que el tubo por el que pasan los alimentos se llama esófago. La bolsa se llama estómago. El tubo dentado es el intestino.

El segundo tubo, situado en la parte anterior de la garganta, es la tráquea. Este tubo conduce el aire a los pulmones. Si los alumnos quieren saber por qué razón los alimentos son conducidos hacia el tubo esófago en lugar de hacia el tubo tráquea, o qué sucede cuando alguien se atraganta, pueden llevar a cabo la actividad opcional de modelización propuesta en la primera parte de la sesión 3.

### SESIÓN 3. ¿Qué sucede al tragar?

#### Construcción de una maqueta<sup>2</sup>

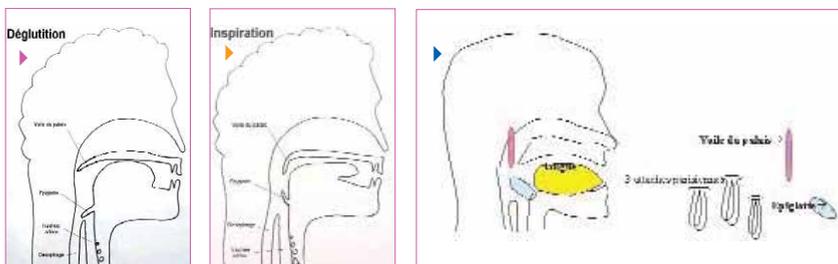
Para entender mejor el cruce de vías respiratorias y alimentarias, los alumnos construyen una maqueta que reproduce el funcionamiento de las válvulas naturales llamadas velo del paladar y epiglotis de la faringe. El profesor les pide que representen las partes de la garganta que se mueven en el momento de la deglución (la epiglotis se coloca en posición de cierre encima del orificio de la tráquea, que está delante del esófago), y cuando se interrumpe una inspiración nasal de modo súbito (el velo del paladar se coloca de manera que aísla la cavidad nasal de la boca). Utilizando elementos móviles y encuadernadores planos con arandela, los alumnos completan la sección de la garganta propuesta en este documento según sus hipótesis. Las soluciones que no concuerdan con las observaciones directas se descartan. (Ver la figura 4.)

#### Seguimiento del trayecto de los alimentos

Las siguientes etapas se enriquecerán con radiografías suplementarias distribuidas en forma de fotocopias y se pueden calcar. Se pueden encontrar, entre otras, en las siguientes páginas web:

[www.tsid.net/radiologia/digestivo/digestivo.htm](http://www.tsid.net/radiologia/digestivo/digestivo.htm) y  
[www.iqb.es/digestivo/galeria/rayosx/rayos01.htm](http://www.iqb.es/digestivo/galeria/rayosx/rayos01.htm) (clicando encima se pueden ampliar).

Se trata de buscar, a partir de estas imágenes en bruto, elementos que permitan responder a las preguntas sobre los “tubos”. El vídeo permite representarse de un modo más claro el tubo digestivo en funcionamiento, así como las contracciones del intestino. Las imágenes en pausa de la película o las imágenes fijas de las radiografías son fáciles de esquematizar e interpretar. Los alumnos podrán descubrir el contorno dentado de ciertas partes del intestino delgado y extrapolar al conjunto del intestino el aumento de la superficie de intercambio ocasionado por los múltiples pliegues.



- ▶ Deglución  
Velo del paladar  
Epiglotis  
Tráquea  
Esófago
- ▶ Inspiración  
Velo del paladar  
Epiglotis  
Esófago  
Tráquea
- ▶ Lengua  
Velo del paladar  
3 encuadernadores planos con arandela  
Epiglotis

Figura 5. Elementos móviles de la maqueta que los alumnos pueden confeccionar: lengua, epiglotis y velo del paladar.

2. Fase opcional que puede ser útil como evaluación intermedia al inicio de la sesión 4.

## ¿Cómo pasan los alimentos desde la boca hasta el final del intestino?

Cuando se formula esta pregunta, muchos alumnos suelen responder que los alimentos bajan por gravedad. La sorpresa y la puesta en cuestión de esta hipótesis sobrevienen cuando se constata que el tubo digestivo está enrollado y replegado muchas veces sobre sí mismo y que, de noche, con el cuerpo en posición horizontal, la digestión también se hace.

Se propone el siguiente ejercicio: con una media de nylon y unas pelotas de ping-pong, ¿cómo se pueden pasar las pelotas de un extremo a otro de la media?

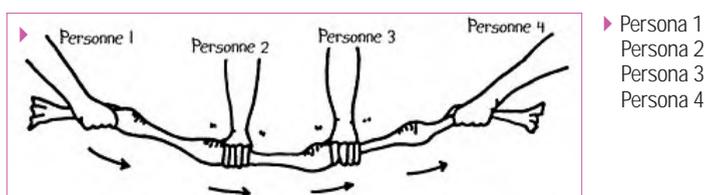


Figura 6

Mientras manipulan, los alumnos simulan el principio del peristaltismo; es decir, el conjunto de movimientos de contracción en forma de ola que realiza el tubo digestivo.

### Modelización del tubo digestivo

De las imágenes radiográficas se puede extraer más información:

- ▶ estimación del tamaño del estómago por comparación con recipientes conocidos;
- ▶ estimación de la longitud del intestino a partir de una imagen fija (actividad de matemáticas).

A continuación, se construye una maqueta del tubo digestivo utilizando una manguera vieja o una cuerda de unos 10 metros, bolsas de plástico y etiquetas para nombrar los distintos órganos. La maqueta permite representar el tamaño del tubo digestivo desenrollado. Ayuda a entender cómo una gran superficie de intercambio facilita el paso de los nutrientes a la sangre (siguientes sesiones). Pero tiene limitaciones: el diámetro constante de la cuerda, la ausencia de pliegues, la ausencia de relación con el sistema sanguíneo... Sería deseable, si fuera posible y tomando las precauciones necesarias (ver la sesión 4, "Observación de un animal disecado"), realizar la disección de un conejo o un pollo entero para hacerse una idea más exacta del tamaño, la forma y las conexiones con los otros órganos del tubo digestivo.

### Esquematación del tubo digestivo

La distribución de esquemas incompletos para completar y anotar permite que la clase termine esta sesión reteniendo lo esencial.

Así representado, el aparato digestivo se puede colocar en un esquema general del cuerpo humano en el que, más adelante, ocupen su lugar las representaciones de los aparatos respiratorio y circulatorio.

## SESIÓN 4. ¿Cómo funciona el aparato digestivo?

### Observación del propio cuerpo

Se puede comparar la cantidad de alimentos que entra en el cuerpo con la cantidad de residuos que sale de él. Se pueden realizar estimaciones de magnitud utilizando datos aproximados.

▶ Una naranja: 100 g	→	▶ Una cuchara grande o terrón de azúcar: 5 g
▶ Un vaso de agua: 100 g	→	▶ Heces diarias: 200 g
▶ Un plato de pasta: 200 g	→	▶ Orina diaria: alrededor de un Kg. en el caso de los niños; más del doble en el caso de los adultos.

La comparación muestra que una parte importante de los alimentos no se expulsa. En este momento se recuerdan las hipótesis sobre la función de los alimentos recogidas en la primera sesión. Responden parcialmente a la pregunta. Una parte de los alimentos sirve para reparar, substituir los cabellos y pieles muertas (películas...) producidas continuamente por el cuerpo y para asegurar el crecimiento del niño; otra parte se consume cuando se produce energía mediante la respiración. Queda por saber dónde y de qué modo los alimentos pasan al cuerpo para ejercer su función nutritiva.

**Nota:** La función dietética de los alimentos y la noción de alimentación equilibrada no se tratan en esta secuencia. Estos puntos de la programación, muy importantes para la educación para la salud de los alumnos, se habrán tratado con anterioridad o se tratarán más adelante.

Investigación en casa:

¿Qué remedios conocéis que sirvan para tratar problemas digestivos?

- ▶ Todos los derivados del bicarbonato de soda para las digestiones difíciles;
- ▶ Los medicamentos contra la diarrea o el vómito;
- ▶ Los medicamentos o alimentos ricos en fibra para el estreñimiento.

La información recogida en casa sirve para que los alumnos se den cuenta de la importancia social de la digestión. También se puede realizar una recogida de expresiones relacionadas con la alimentación (“¡Buen provecho!”).

### Observación de un animal disecado <sup>3</sup>

Mejor que una película o una serie de documentos iconográficos, la disección de un conejo o un pollo entero permite verificar las hipótesis de los alumnos.

El método preconizado para disecar un animal está bien descrito, por ejemplo, en *Com treballar les continguts procedimentals a l'aula*, d'Antoni Zabala, Graó, 1993 (en catalán). Puede realizarse la disección virtual de una rana en la siguiente página web: [www.itg.lbl.gov/ITG.hm.pg.docs/dissect/spanish/dissect.html](http://www.itg.lbl.gov/ITG.hm.pg.docs/dissect/spanish/dissect.html).

El material necesario incluye una base de corcho o madera, guantes de látex, unas buenas tijeras, agujas, un escalpelo o cutter y varitas finas (palillos chinos, por ejemplo) que puedan utilizarse como cánulas para verificar el trayecto de los “tubos”.

El profesor realiza la operación delante de media clase colocada en semicírculo, mientras la otra mitad realiza un trabajo de investigación documental.

Los alumnos piden al profesor que verifique sus hipótesis. Por ejemplo, que compruebe, con la ayuda de la cánula, si existe o no continuidad entre el estómago y el intestino.

El profesor realiza una incisión en el abdomen, desde el pubis hasta el tórax, como se indica en la figura 7. Esto permite abrir el abdomen como si fuera una ventana y clavar sus extremos en la base de disección (figura 8). Avanzando a lo largo del intestino, se ven los cambios que sufre el bolo alimenticio.

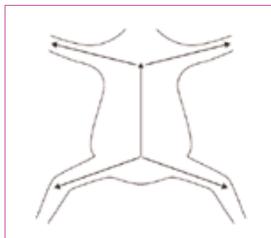


Figura 7

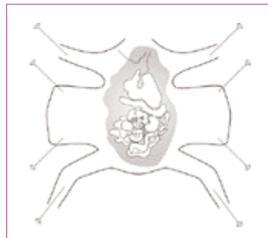


Figura 8

Los últimos alimentos ingeridos por el animal pueden identificarse en el esófago y el estómago (buche y molleja en el caso del pollo). Luego puede reseguirse su paso por el intestino delgado, el ciego y el intestino grueso, que se puede desplegar. A diferencia del tubo digestivo de los mamíferos, el del pollo tiene una molleja muy voluminosa y musculosa que a veces contiene piedrecitas que el animal ingiere para facilitar la trituración del grano.

El conejo tiene un intestino voluminoso, en particular en la zona del ciego, a la entrada del intestino grueso, que facilita la digestión de la hierba. Se puede observar la transformación del bolo alimenticio desde la entrada hasta la salida del tubo digestivo. También se pueden observar los numerosos vasos, sobre todo sanguíneos, que existen en las paredes del tubo digestivo.

### Conclusión

Se hacen preguntas al grupo-clase, se apuntan las palabras clave en la pizarra y se intenta un inicio de síntesis. No existen alimentos buenos o malos. Algunos alimentos resisten la digestión y no son triturados (las fibras vegetales, por ejemplo). Otros no la resisten y quedan reducidos a trocitos muy pequeños. Un experimento de simulación con un filtro de café sirve para mostrar que el agua puede arrastrar partículas finas. Aunque se machaque y convierta en polvo, un terrón de azúcar no pasa por el filtro. El agua, en cambio, disuelve el azúcar y permite su paso. Los alimentos sufren transformaciones mecánicas, pero también transformaciones químicas; las segundas se estudiarán en Secundaria. Una pregunta sobre el sabor dulce de un trozo de pan masticado largamente o sobre el olor del vómito es suficiente para introducir esta noción sin profundizar en ella.

## SESIÓN 5. ¿En qué se convierten los alimentos dentro del cuerpo?

Todavía quedan problemas por resolver: ¿dónde se produce el paso de los alimentos al cuerpo?; ¿cómo se utilizan los alimentos digeridos?

### Búsqueda documental

Para responder a estas preguntas, los métodos de las sesiones anteriores (observación de seres vivos e imágenes científicas, experimentación, construcción de maquetas) no son suficientes. Ahora es necesaria una búsqueda centrada en el saber establecido sobre el tema. Servirá para confrontar los resultados obtenidos por la clase con los establecidos por los científicos (basados en casos médicos y técnicas de investigación fuera del alcance de los alumnos) y elaborar una síntesis más precisa.

En parejas, los alumnos realizan búsquedas en la biblioteca (la mitad de la clase) y en Internet (la otra mitad). Se da la siguiente consigna: Encontrad textos sencillos (de diez líneas como máximo), imágenes científicas y esquemas que permitan responder en parte o totalmente a estas dos preguntas: ¿dónde se produce el paso de los alimentos al cuerpo?; ¿cómo se utilizan los alimentos digeridos?

#### Ficha: Búsqueda en Internet

1. Escojo el motor de búsqueda: www
2. Escojo las palabras clave:  
  
(o con el profesor: digestión, nutrientes, absorción intestinal, nutrición...)
3. De entre los resultados, escojo el que creo que puede incluir información más sencilla y adecuada:
4. En el sitio web que me parece más interesante, encuentro la información en:
5. Texto retenido: (la frase más interesante para nuestra investigación)
6. Imagen científica encontrada: (descripción y dirección web)
7. Esquema retenido: (descripción y dirección web)

### Ficha: Búsqueda en la biblioteca escolar

1. Voy al estante dedicado a:
2. El título de la obra que escojo parece responder a mi búsqueda:
3. En el índice, escojo el capítulo:
4. El texto seleccionado incluye:
5. Texto retenido:
6. Imagen científica encontrada (descripción y página):
7. Esquema retenido (descripción y página):

### Síntesis colectiva a partir de la investigación documental

Las parejas llevan a clase la información recogida. Previamente, el profesor ha recogido las fichas de búsqueda documental y ha preparado algunos textos, imágenes y esquemas fruto de esa búsqueda. Reparte los siguientes cuatro temas a grupos de entre seis y ocho alumnos:

- Grupo 1: transformación de los alimentos en el aparato digestivo;
- Grupo 2: función de la sangre;
- Grupo 3: devenir de los alimentos en el cuerpo;
- Grupo 4: esquema general de la nutrición (digestión, circulación, excreción).

Cada alumno toma nota en su cuaderno de lo que ha retenido individualmente y de la posterior puesta en común. El profesor ha preparado esquemas completos de los aparatos circulatorio y digestivo. Utiliza papel de calcar para superponerlos y hacer resaltar los vínculos. Ejemplos de frases que se pueden escribir en la parte colectiva del cuaderno de experimentos:

*"Los alimentos que comemos se trituran y transforman. No se da una separación entre alimentos sólidos y líquidos. Los alimentos de tamaño reducido pasan a través del intestino delgado a la sangre, que los transporta a todos los órganos para que realicen aportaciones de energía (azúcares, grasas) y contribuyan al crecimiento (calcio, proteínas) y al buen funcionamiento del cuerpo (agua, vitaminas)."*

*"Los alimentos que no han sido suficientemente triturados (no digeridos) pasan al intestino grueso y son expulsados por el ano en forma de heces." "Los residuos que los órganos expulsan a la sangre se filtran en los riñones y reaparecen en la orina."*

*Digestión define la transformación de los alimentos en materiales de pequeño tamaño. Absorción define el paso a través de la pared intestinal. Después de estas dos fases vienen el transporte a través de la sangre y la aportación a los órganos (que permite la liberación de energía, el crecimiento y la renovación de los tejidos).*

El papel de la respiración en este proceso se estudiará más adelante con motivo de un trabajo sobre la respiración y la ventilación pulmonar. Enlazar respiración y alimentación es fundamental, ya que la finalidad de la respiración es

proporcionar oxígeno a todas las células del cuerpo. El oxígeno permite la oxidación de los alimentos aportados por vía sanguínea, que es la reacción química que libera energía. Además, la respiración evacua del organismo el dióxido de carbono producido por la oxidación de los alimentos.

Estas últimas formulaciones corresponden a un nivel que no es accesible hasta Secundaria. En Segundo y Tercer Ciclo de Primaria será suficiente constatar la existencia de vínculos entre ambas funciones: el ejercicio físico requiere, al mismo tiempo, una alimentación apropiada y una buena ventilación (si no, pueden producirse calambres por culpa de la mala oxidación de los nutrientes y la producción de ácido láctico en los músculos).

## SESIÓN 6. Evaluación

A partir de la silueta de un niño, se vuelve a pedir a los alumnos que dibujen el trayecto de los alimentos dentro del cuerpo. Los alumnos pueden pedir al profesor las manipulaciones efectuadas en la sesión 3.

Una serie de preguntas abiertas permite descubrir si el alumno aplica los conocimientos adquiridos a lo largo de la secuencia. Explica por qué, cuando comes conejo o zanahoria, no te conviertes, en parte, en conejo o zanahoria. Los alimentos sufren transformaciones; entran en nuestro cuerpo y sirven de materiales para formarlo (crecer, engordar) y proporcionarle energía (las necesidades aumentan cuando nos movemos).

*¿Qué te ha permitido crecer y fortalecerte?* El recién nacido crece y se fortalece gracias a los alimentos. La leche contiene todos los materiales necesarios. Pero sólo una parte de lo que come el recién nacido pasa a su cuerpo a través de la sangre; el resto se pierde. La alimentación permite crecer y proporciona energía.

Las evaluaciones propuestas a modo de ejemplo sirven para valorar la evolución de las representaciones de los alumnos entre el inicio y el final de la secuencia.

## CONDICIONES PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA SECUENCIA

### Material y documentos

Radiografías del tubo digestivo. Por ejemplo, las de las páginas web citadas en la sesión 3. También podéis consultar libros como el Atlas del Cuerpo Humano, de Martini, Ed. Pearson.

Una película. Por ejemplo, "Le trajet des aliments" (El trayecto de los alimentos), de Delagrave/CNDP, que se puede descargar en [www.cndp.fr/ecole/sciences/erratum.htm](http://www.cndp.fr/ecole/sciences/erratum.htm).

Materiales para construir maquetas del tubo digestivo: tubos flexibles, bolsas de plástico, cuerda (10 m), cartón, tijeras, encuadernadores planos con arandela...

### Precauciones

Este tema se refiere al cuerpo del niño o de la niña, a su intimidad e integridad. Por este motivo, es fundamental respetar la sensibilidad de cada cual. Si se prevé la disección de un conejo o un pollo, hay que tener en cuenta que algunos alumnos se pueden marear al ver la sangre. En general, unas palabras explicativas minimizan este problema. Pasado este momento delicado, la implicación de los alumnos a menudo es mucho mayor.

### Duración

De seis a ocho sesiones de unos 45 minutos. Según los objetivos marcados, el grupo puede dedicar más tiempo a la producción escrita, gráfica o tecnológica (maquetas, exposiciones). La apropiación de todos los puntos de la programación no obliga a dedicar el mismo tiempo a cada sesión. En este ejemplo de desarrollo se ha escogido presentar una extensa gama de actividades para mostrar la variedad de investigaciones que se pueden realizar con los alumnos durante el curso escolar, pero el profesor debe establecer sus prioridades según los objetivos que se haya marcado con la clase.

## CONCLUSIÓN

Hay que evitar algunas derivas. Un trabajo demasiado centrado en la masticación (destrucción mecánica de los alimentos) y la función de la saliva (destrucción química de los alimentos) conlleva el riesgo de transmitir a los alumnos la idea errónea de que toda la digestión se produce en la boca. La masticación es solamente una etapa previa de la destrucción mecánica. La parte fundamental de la destrucción mecánica tiene lugar en el estómago; si no fuera así, habría que pasar horas masticando. (El vómito, que corresponde al estado físico de los alimentos cuando están en la bolsa del estómago, a veces contiene trozos de gran tamaño). La hidrólisis ácida de los alimentos (el estómago segrega ácido clorhídrico) facilita mucho la digestión. Esta idea se puede introducir mostrando que, a diferencia del intestino, el estómago es un potente músculo triturador; y que si se vierte ácido encima de los alimentos, estos se disgregan bastante rápidamente. La parte principal de la destrucción química de los alimentos se produce en el intestino delgado gracias a las enzimas digestivas. Básicamente, el estómago es una bolsa cerrada por una válvula (esfínter del píloro) que amasa y reduce los alimentos literalmente a papilla.

A medida que los alimentos quedan reducidos a este estado físico (suspensión), la válvula se abre para dejar pasar la papilla al intestino. La duración de la etapa gástrica es larga (varias horas).

El agua no es un alimento como los demás. Es el disolvente indispensable para la vida de las células, es decir, de nuestros órganos (músculos, cerebro, tubo digestivo, vasos sanguíneos...). Dentro del cuerpo hay un pequeño "lago interior" (el espacio extracelular) en el que se bañan todas las células. El agua representa alrededor del 60% del peso del cuerpo. El agua que se bebe pasa a la sangre y luego al "lago interior", y el excedente (cuando se bebe demasiado) se vierte en la orina (bañera que rebosa). Se puede tener sed sin tener hambre, por ejemplo cuando se ha transpirado mucho (el nivel de la bañera es insuficiente). El agua es el disolvente de las sales, y cuando al cuerpo le falta agua, el aumento de la concentración de sales provoca sed. La orina contiene una parte de los residuos de la actividad celular del organismo (por ejemplo, la urea), de la que el agua es el disolvente (la otra parte es el dióxido de carbono evacuado por los pulmones). La orina es el resultado de la filtración de la sangre que permite evacuar estos residuos.

Los procesos de evacuación de las heces y la orina no son de la misma naturaleza. Las heces contienen los residuos correspondientes a los alimentos que se han quedado en el "medio exterior" del organismo (la cavidad del tubo digestivo, que empieza en la boca y termina en el ano, está en conexión directa con el exterior). En cambio, la orina contiene residuos procedentes de la actividad de los órganos, es decir, del interior del cuerpo, del "medio interior". Estos son expulsados a la sangre y luego filtrados y excretados por los riñones.

---

### FUENTES

Esta secuencia ha sido experimentada con clases de Primaria de Île-de-France (4º y 5º), los años 2000 y 2001.

---

## SELECCIÓN INDICATIVA DE SITIOS WEB

- ▶ Los sitios web de La main à la pâte en Francia y España, respectivamente, animan a los educadores a plantear preguntas sobre el cuerpo humano y ciencia en general. Unos consultores científicos les responden de manera precisa y sencilla, y las preguntas y respuestas se archivan.  
[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)  
[www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap)

Sitios web que el maestro puede consultar y utilizar para preparar el curso

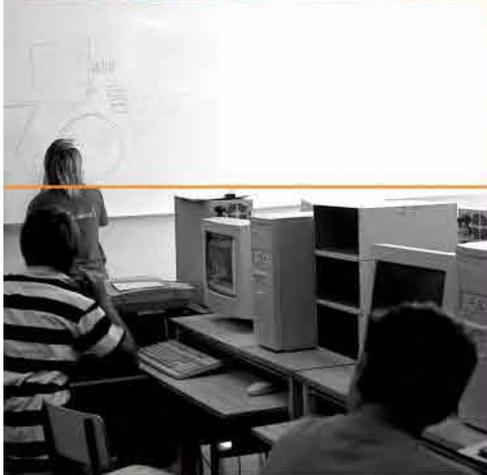
- ▶ Una aula de recursos que incluye, en la sección "Recursos", un ejemplo de programación de actividades de biología para los tres ciclos (en francés).  
[http://pedagogie.ac-toulouse.fr/ariege-education/sciences09/php/IMG/programmation\\_biologie-2.pdf](http://pedagogie.ac-toulouse.fr/ariege-education/sciences09/php/IMG/programmation_biologie-2.pdf)
- ▶ Actividades con el programa "Clic"  
<http://clic.xtec.net/es/index.htm>

### Sitios web que pueden ser útiles para los alumnos en la fase de búsqueda documental

- ▶ Banco de imágenes  
<http://recursos.cnice.mec.es/bancoimagenes>
  
- ▶ Secciones transversales reales del cuerpo humano (muy interesantes, pero difíciles de interpretar; en inglés)  
[www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/GrossAnatomy/cross\\_section/index.html](http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/GrossAnatomy/cross_section/index.html)
  
- ▶ Información ilustrada sobre el aparato digestivo.  
<http://icarito.tercera.cl/infografia/chumano/digestivo/digestivo.swf>

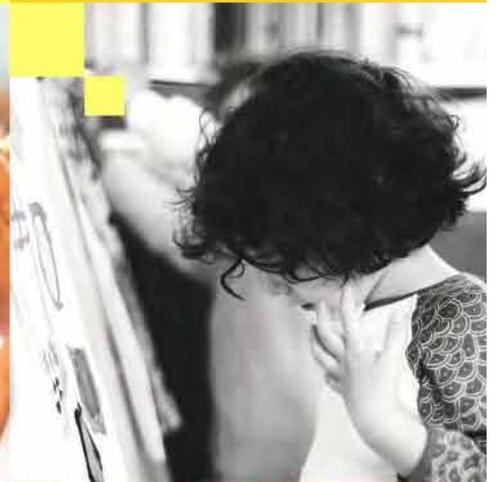
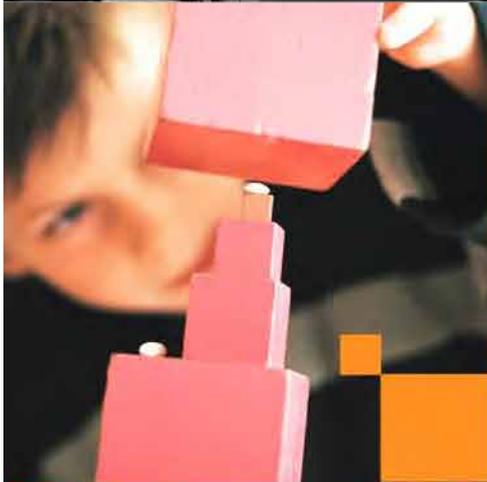


Educación Infantil y Educación Primaria



# PROYECTO LAMAP

Proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela



iniciativas

## 4. ¿QUÉ HORA ES EN SYDNEY, PEQUÍN O BARCELONA? ESTUDIO DE LOS HUSOS HORARIOS

Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

Esta secuencia permite abordar el estudio de la rotación de la Tierra sobre sí misma y, de modo simplificado, algunas de sus consecuencias: la alternancia de días y noches y los husos horarios.

En los ejemplos desarrollados se han escogido las ciudades extranjeras de Sydney y Pequín, no sólo porque la organización de los Juegos Olímpicos (pasados o futuros) las ha hecho famosas, sino porque su posición en la Tierra presenta ventajas pedagógicas que se verán más adelante:

- ▶ Sydney está en el hemisferio sur y su meridiano es aproximadamente el opuesto al de Barcelona, de modo que es posible decir que "cuando en Sydney es de noche, en Barcelona es de día";
- ▶ Nuestro meridiano y el de Pequín forman aproximadamente un ángulo recto. Esto permite afirmar, por ejemplo, que "cuando en Barcelona es mediodía, en Pequín es de noche". Los conocimientos que los alumnos van a adquirir durante la secuencia no serán mucho más complejos.

**UBICACIÓN EN EL CURRÍCULO\***

Esta secuencia está relacionada con una parte de la programación de geografía ("Comparación de las representaciones de la Tierra", sección "Mirada sobre el mundo: espacios organizados por las sociedades humanas") y permite adquirir competencias propias de esta disciplina:

- ▶ Saber realizar una búsqueda en un atlas impreso y un atlas digital;
- ▶ Haber comprendido y retenido el vocabulario científico básico (ser capaz de utilizarlo en el contexto apropiado).

La dimensión internacional del aprendizaje de una lengua extranjera, que forma parte de la programación de esta disciplina, también puede encontrar su lugar en esta secuencia, que se presta a intercambios con escuelas extranjeras a través de Internet y de frases sencillas. En inglés: It's twelve o'clock in Barcelona, what time is it in Sidney? En chino:

**法国时间是十二点, 现在是中国时间几点?**

Por otro lado, estos primeros conocimientos de astronomía marcan el inicio de un aprendizaje que prosigue en la escolaridad posterior. En Educación Primaria se realizan observaciones complementarias entre sí: el movimiento aparente del Sol respecto del horizonte y su evolución durante el año; las horas de la salida y la puesta del Sol y su evolución durante el año. Estas observaciones dan lugar a una primera modelización, a un primer nivel de explicación que se desarrolla en Educación Secundaria y Bachillerato.

**Educación Infantil:** La hora está en relación con el movimiento aparente del Sol; no es la misma en todo el planeta. La Tierra presenta una parte iluminada por el Sol y una parte en la sombra. La rotación de la Tierra sobre sí misma y sus consecuencias: principio de los husos horarios. El giro de la Tierra y los planetas alrededor del Sol, considerado como circular.

**Educación Secundaria:** Giro de la Tierra alrededor del Sol. Explicación de las estaciones. Nociones de fuerza, peso y masa..

**Bachillerato:** Gravitación universal. Segunda ley de Newton. Leyes de Kepler. Modelización del movimiento uniforme de un satélite o un planeta.

**\*Nota a la edición en castellano**

Este apartado hace referencia a la ubicación de los contenidos en el currículo francés y se da a título orientativo. A continuación se ofrecen los aspectos principales que, en relación con este tema, aparecen citados en el currículo español común.

Extractos del R.D. 830/2003 de 27 de junio.

Contenidos	Criterios de evaluación
Segundo Ciclo <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ El Universo. El Sistema Solar. Características físicas del planeta Tierra y sus movimientos.</li> <li>▶ La representación de la Tierra: mapas e imágenes.</li> </ul>	Segundo Ciclo <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Comprender la estructura básica del Universo y del Sistema Solar.</li> <li>▶ Representar espacios mediante planos, croquis y mapas sencillos y utilizarlos para orientarse y desplazarse.</li> </ul>

## UN POSIBLE DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

El proceso se basa en la pregunta inductora siguiente: “¿Cómo es posible que, en el mismo instante, en dos ciudades alejadas una de otra la hora no sea la misma?”. La pregunta es compleja. Resolverla obliga a poner en marcha y coordinar distintos conocimientos:

- ▶ El movimiento de rotación de la Tierra sobre sí misma y sus consecuencias en la alternancia de días y noches.
- ▶ La hora de un lugar, determinada por la posición del meridiano de ese lugar respecto del Sol.
- ▶ Elementos de referencia sobre el globo terráqueo (meridiano, ecuador, polos, hemisferios).

Estos conocimientos no se consideran cuestiones previas que deban abordarse antes de tratar los husos horarios; al contrario, se da a la pregunta de partida el papel de “hilo conductor” que lleva a la adquisición progresiva de estos conocimientos más específicos. Sin embargo, hay condiciones que deben cumplirse:

- ▶ Aunque se trate de manera simplificada, la cuestión de los husos horarios requiere el conocimiento del carácter esférico de la Tierra<sup>1</sup>.
- ▶ Los alumnos deben saber que la hora no es la misma en todo el planeta antes de ponerse a buscar el porqué. En general, así es: para saberlo es suficiente un primer nivel de conocimiento muy elemental (“Cuando en nuestra casa es de día, al otro lado de la Tierra es de noche”).

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Proceso científico	Conclusión de la sesión, desenlace
SESIÓN PREVIA	Observación del recorrido del Sol a lo largo de una jornada.	Observación.	Observación.	Alrededor de mediodía (según la hora de nuestros relojes), el Sol está en el punto más alto de su trayectoria.
SESIÓN 1	¿Cómo saber la hora de un país lejano?	Utilización de un mapa de husos horarios.	Objetivación e interrogación.	Los alumnos saben utilizar el mapa.
SESIÓN 2	¿Por qué cuando en Barcelona es mediodía en Sydney es de noche?	Recogida y confrontación de representaciones.	Primeras hipótesis.	Los alumnos no dominan el vocabulario, que debe ser precisado.
SESIÓN 3	Elaborar un vocabulario (polos, ecuador, hemisferios, meridiano, etc.)..	Búsqueda documental.	Búsqueda documental.	Elaboración de un vocabulario. Trazado de la línea del ecuador y de un meridiano en una bola de poliestireno. Localización de Barcelona y Sydney en la esfera.
SESIÓN 4	¿Qué hora es en Sydney cuando en Barcelona es mediodía?	Construcción de una maqueta: foco y bola blanca.	Primeras simulaciones.	Cuando una de estas dos ciudades está iluminada, la otra está en la sombra.
SESIONES 5 Y 6	¿Cómo explicar la alternancia de días y noches?	Aprendizaje sistemático de la utilización de maquetas. Confrontación de hipótesis en la maqueta.	Hipótesis y primeras manipulaciones.	La maqueta no permite decidir entre distintas hipótesis. Se sabe, sin embargo, que la Tierra gira sobre sí misma frente al Sol.
SESIÓN 7	¿Qué hora es en Pequín cuando en Barcelona es mediodía?	Investigación utilizando la maqueta.	Formulación de una pregunta.	Para poder responder, hay que conocer el sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma.

1. Aunque se trate de un conocimiento difícil de consolidar, en general en Segundo y Tercer Ciclo de Primaria lo está suficientemente como para que se pueda desarrollar la secuencia.

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Proceso científico	Conclusión de la sesión, desenlace
SESIÓN 8	¿En qué sentido se efectúa la rotación de la Tierra sobre sí misma?	Manipulación: foco y bola blanca.	Razonamiento.	El Sol se desplaza frente a nosotros de izquierda a derecha; por tanto, la Tierra, vista desde el polo norte, gira sobre sí misma en el otro sentido.
SESIÓN 9	Vuelta a la pregunta de la sesión 7: ¿Qué hora es en Pequín cuando en Barcelona es mediodía?	Manipulación de la maqueta.	Solución.	Conociendo el sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma, los alumnos responden a la pregunta y formulan otras.
SESIÓN 10	¿Cómo tomar nota de lo que se ha entendido?	Informar en dos dimensiones.	Esquemmatización.	Construcción de una maqueta en dos dimensiones; fotografía y esquemas con anotaciones.

Este desglose es sólo un ejemplo. Cada profesor puede adaptarlo según las necesidades de la clase o la programación fijada para el curso. La sesión 3 sólo tiene interés si los alumnos se dan cuenta de que no consiguen expresar correctamente lo que piensan por no disponer de un vocabulario preciso. No es evidente que tenga que llevarse a cabo en este momento del proceso. El profesor debe decidir el momento oportuno teniendo en cuenta que las definiciones no son necesarias hasta que el fondo (el sentido) se ha entendido bien. Tampoco es obligatorio dedicar una sesión entera a la búsqueda documental. Otra posibilidad es animar a los alumnos a verificar el sentido de las palabras que utilizan pero que no entienden del todo, o aquellas sobre las que han aparecido desacuerdos durante las confrontaciones. La sesión 4 es fácil y de corta duración. Algunos profesores prefieren integrarla en la sesión 2 e indicar a los alumnos el lugar de la esfera en que tienen que situar Barcelona y Sydney.

Es posible dividir la secuencia en dos partes, una para tratar en 5º y otra para tratar en 6º. Si se hace de este modo, sugerimos lo siguiente:

- ▶ En 5º, plantear la problemática de la hora en distintas ciudades. Responder utilizando un planisferio y una maqueta (foco, bola) e indicando a los alumnos el sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma (principal dificultad de la secuencia);
- ▶ En 6º, dedicar unas cuantas sesiones a reflexionar sobre las posibles explicaciones de la alternancia de días y noches y la cuestión del sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma en relación con la dificultad del fenómeno del movimiento relativo.

## SESIÓN PREVIA. Observación del recorrido del Sol a lo largo de una jornada

No se dan detalles de la puesta en práctica de esta actividad. Recordamos, sin embargo, las competencias que deben haberse adquirido al finalizar esta sesión previa:

- ▶ No confundir la hora con la duración;
- ▶ Saber describir de un modo sencillo el movimiento aparente del Sol a lo largo de una jornada.

## SESIÓN 1. ¿Cómo saber la hora de un país lejano?

Esta sesión permite compartir la información que todo el mundo posee sobre el fenómeno del desfase horario (la hora no es la misma en todo el planeta) y aprender a utilizar un mapa de husos horarios simplificado.

## Colectivamente

Es aconsejable basarse en hechos concretos y objetivos. Si es posible, el profesor presenta el problema a partir de un acontecimiento mediatizado (grabado en vídeo...) y adoptando un aire enigmático: "¿Cómo es posible? ¡Acabamos de levantarnos y en ese país es de noche!... ¿Puede ser verdad? ¿Os parece extraño?". Los alumnos se expresan, dan a conocer lo que saben y sus experiencias. El profesor no valida ninguna proposición. Se limita a fomentar el intercambio y tomar nota de lo que dicen los alumnos.

## Individualmente

Cada alumno dispone de un mapa de husos horarios en el que están ubicadas algunas ciudades (anexo 1), y debe responder a preguntas como las siguientes:

- ▶ "En Barcelona es mediodía; ¿qué hora es en Pequín?";
- ▶ "Son las 8 de la mañana en Barcelona; ¿qué hora es en Nueva York?";
- ▶ "Son las 2 de la tarde en Moscú; ¿qué hora es en Dakar?";
- ▶ "Son las 3 de la tarde en La Habana; ¿qué hora es en Pequín?", etc.

## En pequeños grupos

Los alumnos comparan sus respuestas. Si están de acuerdo, idean nuevas preguntas y se las formulan unos a otros. Si no están de acuerdo, piden ayuda al profesor, que les puede proponer que utilicen la tira móvil (ver el anexo 1).

## Colectivamente

El profesor resume el modo de utilizar el mapa y pide a los alumnos que, como conclusión, recojan testimonios sobre el desfase horario preguntando a los adultos. Además, para que la sesión no sea pesada, es interesante realizar observaciones complementarias:

- ▶ La división se hace en 24 husos porque el día tiene 24 horas.
- ▶ Se ha tomado como referencia la hora de España. Resulta cómodo porque es donde vivimos, pero se trata de una referencia arbitraria. El mismo mapa podría estar graduado a partir de otro origen.

## SESIÓN 2. ¿Por qué cuando en Barcelona es mediodía en Sydney es de noche?

Los alumnos intentan explicar por qué la hora no es la misma en todo el planeta. En sus formulaciones utilizan un vocabulario que no dominan. El objetivo de la sesión es que se den cuenta de la necesidad de precisar el sentido de los términos que utilizan.

## Colectivamente

El profesor analiza la información adicional que los alumnos han recogido. A continuación, propone el siguiente trabajo: "Tratad de explicar por qué cuando en Barcelona es mediodía en Sydney es de noche". En un primer momento, la pregunta se limita a dos ciudades situadas en dos meridianos opuestos y a un instante particular (más que el instante, interesa el fenómeno día/noche).

## En pequeños grupos

Los alumnos formulan su explicación en un cartel con textos y dibujos.

Muchos grupos formulan explicaciones que "van en el buen sentido". Algunas pueden ser aceptadas de modo provisional: "El Sol no lo ilumina todo al mismo tiempo"; "El Sol no puede iluminar Barcelona y Sydney a la vez"; "Barcelona está a un lado de la Tierra y Sydney al otro...". El profesor se da cuenta de que los alumnos se confunden y a menudo utilizan palabras que no dominan: "Barcelona y Sydney no están en el mismo hemisferio"; "Barcelona está arriba y Sydney abajo"; "Sydney está en el ecuador pero Barcelona no"; etc.

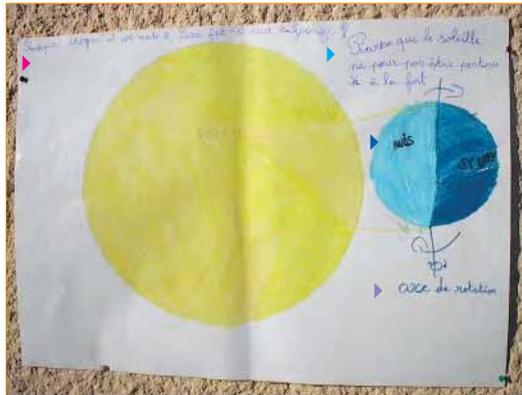


Figura 1.

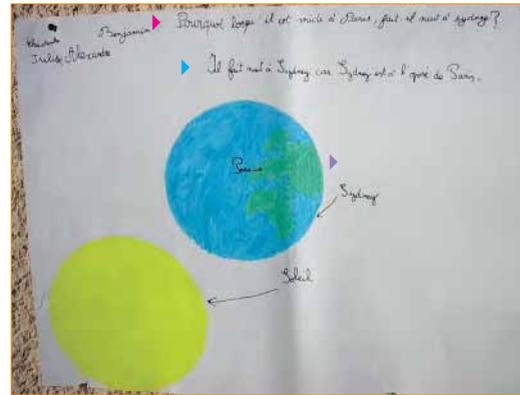


Figura 2

- ▶ ¿Por qué cuando en París (o Barcelona) es mediodía en Sydney es de noche?
- ▶ Porque el Sol no puede estar en los dos sitios al mismo tiempo.
- ▶ SOL/PARÍS (O BARCELONA)
- ▶ Eje de rotación

- ▶ ¿Por qué cuando en París (o Barcelona) es mediodía en Sydney es de noche?
- ▶ En Sydney es de noche porque Sydney está al lado opuesto a París (o Barcelona).
- ▶ París (o Barcelona)/Sydney/Sol

### Colectivamente

Los alumnos resumen sus explicaciones.

El profesor recoge las palabras y expresiones utilizadas por los alumnos (ver más arriba) para utilizarlas en la siguiente sesión. Explica a los alumnos que, antes de continuar, deben buscar (o verificar) el sentido de esas palabras en algún documento, y les pide que lleven a clase los que puedan encontrar.

## SESIÓN 3. Elaborar un vocabulario

Conscientes de la necesidad de adoptar un vocabulario preciso, los alumnos llevan a cabo una búsqueda documental

### En pequeños grupos

Los alumnos elaboran un pequeño vocabulario con los siguientes términos: polos, ecuador, hemisferio, meridiano. Lo completan, si hace falta, con dibujos simplificados. Utilizan recursos documentales tradicionales (diccionarios, libros y revistas de la biblioteca escolar, enciclopedias, atlas, mapamundis, planisferios de la clase o cedidos por las familias) y recursos digitales (online y offline) que permiten realizar búsquedas por palabras clave.

- ▶ CD-ROM:
  - Enciclopedia Multimedia Infantil Omnia Junior
  - Enciclopedia Multimedia, Micronet

### Colectivamente

El profesor valida las definiciones encontradas, facilita su comprensión e insiste sobre las dificultades observadas. Se elabora un glosario (ver la figura 3).

## Individualmente

Se recuerdan las palabras y expresiones retenidas en la sesión anterior para que los alumnos las sustituyan por las correctas.

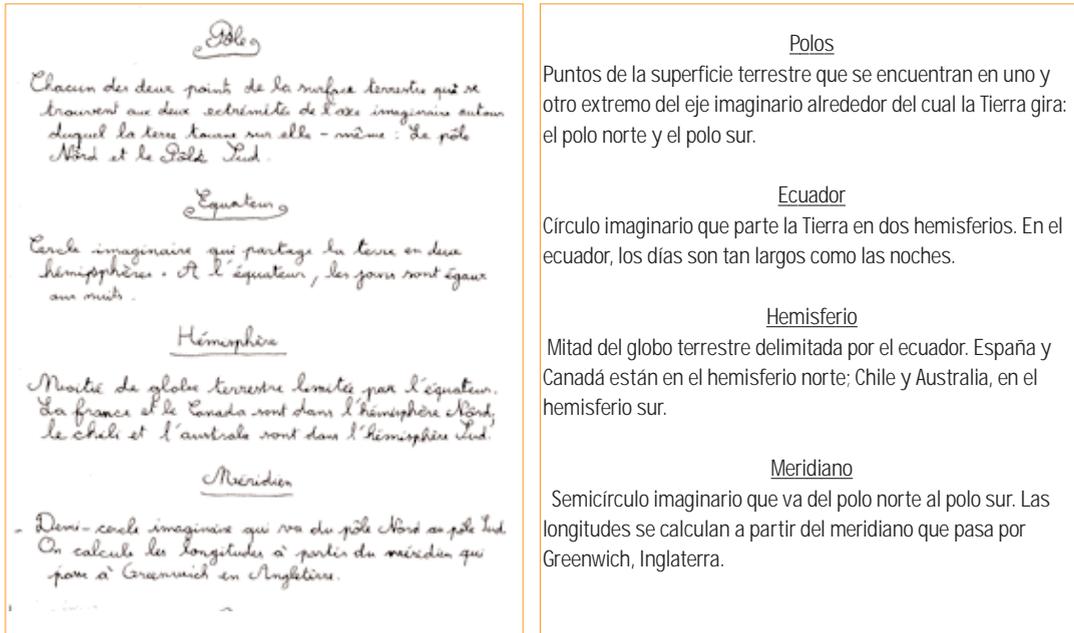


Figura 3

## SESIÓN 4. ¿Qué hora es en Sydney cuando en Barcelona es mediodía?

Los alumnos sitúan los polos y trazan el ecuador y un meridiano en la bola blanca. Una vez situadas las ciudades de Sydney y Barcelona, llevan a cabo la primera simulación.

### Objetivos

Consolidar las anteriores definiciones trasladándolas a una bola blanca que representa la Tierra (figura de la izquierda, a continuación). Simular la posición de la Tierra respecto del Sol cuando en Barcelona es mediodía (figura de la derecha, a continuación) y cuando lo es en Sydney; entender que, en ambos casos, en la otra ciudad es de noche.

En las imágenes presentadas a continuación y en siguientes las páginas, la dirección de los rayos del Sol es perpendicular al eje de los polos. Eso sólo sucede en los equinoccios. No es necesario tratar esta cuestión con los alumnos (está fuera de la programación), a no ser que sean ellos mismos quienes señalen que el día no siempre tiene la misma duración que la noche (ver el apartado "Para ir más lejos").



Figura 4

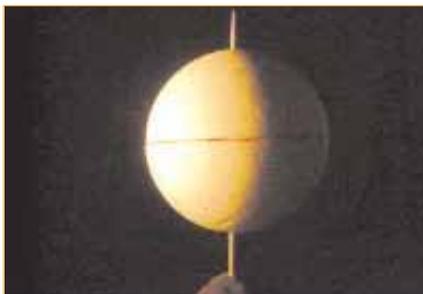


Figura 5

## En pequeños grupos

Los alumnos dibujan en las esferas, con lápiz, el ecuador y un meridiano. Sitúan Barcelona sobre el meridiano, y luego, con la ayuda de un globo terráqueo, intentan situar Sydney.

Con la esfera y una linterna, reproducen la situación de la pregunta de partida<sup>2</sup>. La consigna es la siguiente: Colocar la esfera delante de la linterna para reproducir lo que sucede cuando en Barcelona es mediodía. Indicar qué hora es aproximadamente en Sydney. Hacer un dibujo del experimento.

Se formula la misma consigna invirtiendo la proposición.

## Colectivamente

En la síntesis se utiliza una maqueta más grande. El profesor se sirve de ella para validar las explicaciones, tratar las dificultades observadas y ayudar a los alumnos a formular la conclusión: "La hora no es la misma en Barcelona y Sydney porque cuando los rayos del Sol iluminan una de estas dos ciudades dejan la otra en la sombra".

En este estadio, puede constatarse que las manipulaciones de los alumnos son poco precisas. Si bien consiguen, de manera estática, situar el punto que representa Barcelona de cara a la linterna y explicar que, en ese caso, el punto que representa Sydney está en la sombra, el modo en que mueven el foco y la bola es errático. De momento, esto no debe ser motivo de preocupación.

## SESIÓN 5. ¿Cómo explicar la alternancia de días y noches?

Manipulando la bola y la fuente de luz, los alumnos intentan reproducir la alternancia de días y noches y elaboran distintas hipótesis.

## Colectivamente

El profesor formula la pregunta y se asegura de que los alumnos la han entendido bien.

## En pequeños grupos

Los alumnos buscan una explicación utilizando la maqueta

## Colectivamente

Se resumen y discuten las hipótesis. Pueden esperarse las siguientes, aunque dependen de los conocimientos iniciales de los alumnos:

- ▶ La Tierra gira sobre sí misma y alrededor del Sol;
- ▶ La Tierra gira alrededor del Sol;
- ▶ La Tierra gira sobre sí misma (sin mención de un posible movimiento alrededor del Sol);
- ▶ El Sol gira alrededor de la Tierra.

Excepcionalmente, pueden surgir respuestas infantiles: "El día es para jugar y trabajar; la noche es para dormir". En general, los alumnos las descartan en los debates. La mayoría de alumnos no consigue manipular la maqueta con rigor, y eso provoca que no exista consenso para validar o invalidar las hipótesis. Será necesaria una segunda sesión de manipulación.

La sesión, por tanto, suele terminar con la constatación de un desacuerdo por parte del profesor: la clase no logra ponerse de acuerdo sobre las hipótesis que hay que retener o eliminar. En cambio, todo el mundo está de acuerdo en que hay que aprender a utilizar la maqueta de un modo más riguroso.

## SESIÓN 6. La alternancia de días y noches. Utilización de una maqueta

Los alumnos aprenden a utilizar la maqueta por lo que es: un instrumento para acompañarles en su razonamiento. Entonces se dan cuenta de que la maqueta no permite poner a prueba ciertas hipótesis. Al final de la sesión, el profesor indica cuál es la explicación correcta y precisa que no se puede poner a prueba en la escuela.

### Colectivamente

El profesor explica a los alumnos la función de la maqueta y el modo de utilizarla. Es un instrumento que les ayuda a razonar. La esfera representa la Tierra, la linterna representa el Sol. Cualquier observación realizada en la maqueta tiene su traducción en la realidad. Por ejemplo: si el punto que representa Barcelona esté en la zona iluminada, eso se traduce en la realidad con la proposición "En Barcelona es de día". Si el punto que representa Pequín esté en la sombra, eso se puede traducir con la proposición "En Pequín es de noche".

El profesor propone otro trabajo en grupo para examinar cada una de las hipótesis según este procedimiento.

### En pequeños grupos

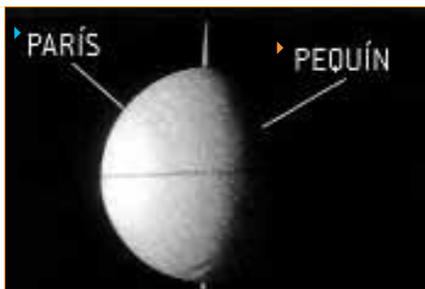
Los alumnos retoman las manipulaciones. Indican si las distintas hipótesis pueden explicar la alternancia de días y noches.

### Colectivamente

Se extraen conclusiones. Éstas confunden con frecuencia a los alumnos, y es tarea del profesor resolver las dudas que subsistan. Se da la explicación correcta (la Tierra gira sobre sí misma) y se explica a los alumnos que todavía no pueden entender las razones que han permitido a los científicos establecerla. De todos modos, el profesor les invita a reflexionar sobre la cuestión general del movimiento relativo a partir de sus experiencias personales: el tren que se pone en marcha lentamente y produce el efecto de que el paisaje se desplaza en el otro sentido; el ascensor. Sin insistir demasiado, puede extraerse una segunda conclusión: se puede estar en movimiento relativo y no darse cuenta<sup>3</sup>.

## SESIÓN 7. ¿Qué hora es en Pequín cuando en Barcelona es mediodía?

En este estadio aún no es posible responder a la pregunta. Lo único que se puede afirmar es que Pequín está en el límite entre el día y la noche. Para saber si se trata del inicio o el final del día hay que conocer el sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma. La sesión tiene como objetivo hacer surgir esta cuestión.



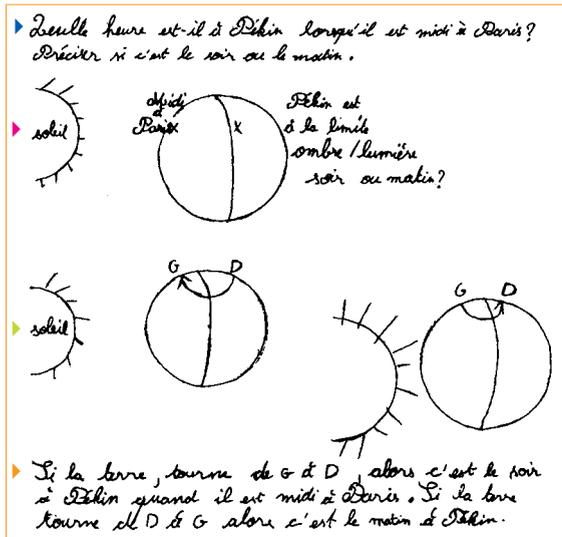
▶ París (o Barcelona)  
▶ Pequín

Figura 6. Si la Tierra gira de izquierda a derecha (ver también la figura 7), Pequín acaba de entrar en la oscuridad: en la ciudad se está haciendo de noche. Pero si la Tierra gira en el otro sentido, entonces Pequín está a punto de entrar en la zona de luz; en tal caso, en Pequín se está haciendo de día.

### Colectivamente

El profesor recuerda las conclusiones de la sesión anterior y formula otra vez la pregunta de partida. Indica que las respuestas deben argumentarse con ayuda de la maqueta y recuerda como se tiene que utilizar.

3. La cuestión del movimiento relativo, incluso del rectilíneo, es difícil. En la historia del pensamiento, el primero en explicarla fue Galileo.



- ▶ ¿Qué hora es en Pequín cuando en París (o Barcelona) es mediodía? Determinar si se está haciendo de día o de noche.
- ▶ Sol mediodía en París (o Barcelona) Pequín está en el límite entre la sombra y la luz ¿mañana o noche?
- ▶ Sol/I-D/I-D
- ▶ Si la Tierra gira de izquierda a derecha, cuando en París (o Barcelona) es mediodía en Pequín se está haciendo de noche. Si la Tierra gira de derecha a izquierda, en Pequín se está haciendo de día.

Figura 7

### En pequeños grupos

Los alumnos preparan las maquetas situando en ellas Barcelona y Pequín. A continuación, las manipulan e intentan ponerse de acuerdo sobre la respuesta a la cuestión planteada.

### Colectivamente

Los grupos formulan sus respuestas a la pregunta. El profesor organiza un debate. Apoyándose en los grupos que han interpretado correctamente el problema, ayuda a extraer una conclusión: la pregunta planteada no se puede responder si no se conoce el sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma.

## SESIÓN 8. ¿En qué sentido se efectúa la rotación de la Tierra sobre sí misma?

A partir del movimiento aparente del Sol, los alumnos determinan el sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma.



▶ Este/Sur/Oeste



Figura 8. Desde Europa, un personaje que observe el Sol verá que se desplaza de este a oeste.

Figura 9. Desde un lugar próximo al Sol, un astronauta vería que la Tierra gira sobre sí misma de oeste a este.

## Colectivamente

El profesor recuerda las conclusiones de la sesión anterior y la pregunta pendiente. En este estadio es aconsejable dejarla abierta, sin indicar a los alumnos que la llave para resolver el enigma se encuentra en el movimiento aparente del Sol. Podrá ayudarles si no llegan por sí mismos a establecer esa relación.

## En pequeños grupos

Los alumnos reflexionan. Pueden utilizar la maqueta. El profesor observa lo que hacen, se encarga de que los tanteos infructuosos no se alarguen demasiado y les ayuda cuando lo cree conveniente.

## Colectivamente

El profesor dirige los intercambios entre los grupos y valida la solución. Facilita su comprensión formulando o ayudando a los alumnos a formular los razonamientos apropiados: "Si estoy en la Tierra, en algún lugar de Europa, y observo el Sol, veo que durante el día se desplaza de este a oeste, de mi izquierda a mi derecha. Si ahora me imagino en un lugar cerca del Sol, y miro hacia la península ibérica, veo que Galicia se desplaza hacia Cataluña, es decir, de oeste a este."

El profesor traza un paralelismo entre este razonamiento y las situaciones evocadas en la sesión 6 (trenes, ascensores) y pide a los alumnos que hagan el dibujo correspondiente. Puede ayudarles a formular esta conclusión: "No podemos asegurar de modo concluyente cuál es el objeto (Tierra o Sol) que está en movimiento, pero hemos determinado que si es la Tierra la que gira sobre sí misma, lo hace de oeste a este".

## SESIÓN 9. ¿Qué hora es en Pequín...?

Los alumnos ya disponen de todos los elementos para entender el principio de los husos horarios. Vuelven a la pregunta pendiente de la sesión 7. Luego se ocupan de otros ejemplos.

## Colectivamente

Por un lado, el profesor recuerda la pregunta no resuelta ("¿Qué hora es en Pequín cuando en Barcelona es mediodía?"); por otro lado, recuerda la cuestión del sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma. Utilizando un globo terráqueo, explica el sentido de la expresión "de oeste a este" que define habitualmente el sentido de rotación de la Tierra. Sobre su mesa instala una maqueta que los alumnos pueden usar como punto de apoyo.

## Individualmente

Los alumnos buscan la respuesta a la pregunta y la formulan por escrito. La corrección se realiza de modo colectivo.

## Colectivamente

Ahora se trata de aplicar a otras ciudades lo que se acaba de comprender respecto de Barcelona y Pequín.

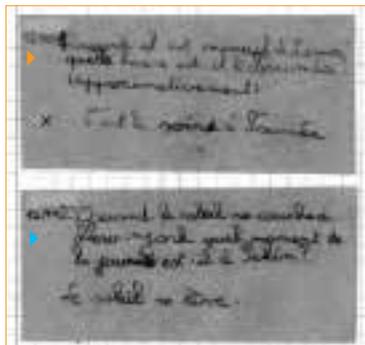
Para que el ejercicio resulte sencillo, proponemos ciudades situadas aproximadamente en el mismo meridiano (Nueva York y Lima) o en meridianos que forman ángulos de más o menos 90° (Barcelona, Pequín, Sydney, Lima y Nueva York). Así, las preguntas y respuestas quedan circunscritas a cuatro momentos concretos del día: salida del sol, mediodía, puesta del sol y medianoche.

El profesor pide a los alumnos que busquen estas nuevas ciudades y las sitúen en la bola. Subraya que, a continuación, deberán utilizar la maqueta para responder las preguntas escritas en la pizarra:

- ▶ "En Lima es mediodía; ¿qué momento del día es en Sydney?"
- ▶ "En Pequín sale el sol; ¿qué momento del día es en Barcelona?"
- ▶ "En Nueva York se pone el sol; ¿qué momento del día es en Lima?", etc.

## En pequeños grupos

Con la ayuda de atlas y globos terráqueos, los alumnos sitúan en la bola las ciudades propuestas. Luego intentan responder a las preguntas. Cuando se ponen de acuerdo, se formulan nuevas preguntas unos a otros.



▶ Cuando en Lima es mediodía, ¿qué hora es en Numea (Nueva Caledonia) (aproximadamente)? En Numea se está haciendo de noche.

▶ Cuando el sol se pone en Nueva York, ¿qué momento del día es en Pequin? En Pequin está saliendo el sol.

Figura 10

A lo largo de la primera fase, los alumnos pueden utilizar una representación plana y una representación esférica de la Tierra y pasar de una a otra. El ejercicio es especialmente formativo, pero hay que reservarle una duración suficiente.

## Colectivamente

El profesor revisa las respuestas a las preguntas formuladas. Retoma algunos ejemplos que sabe que pueden plantear problemas. En particular, apunta dos frases en la pizarra: "La hora no es la misma en Barcelona y Sydney porque Barcelona y Sydney no están en el mismo hemisferio"; "La hora es la misma en Nueva York, que está en el hemisferio norte, y en Lima, que está en el hemisferio sur".

Individualmente, los alumnos han de anotar si creen que las afirmaciones son ciertas o falsas. La primera afirmación se corrige y deviene: "La hora no es la misma en Barcelona y Sydney porque Barcelona y Sydney no están en el mismo meridiano".

## SESIÓN 10. ¿Cómo tomar nota de lo que se ha entendido?

Se proponen distintas actividades con el objetivo de representar, en un espacio plano, el sistema Tierra-Sol visto desde el polo norte, de modo que se puedan distinguir los distintos momentos del día (mediodía, medianoche, mañana, tarde, inicio de la noche, final de la noche).

### Actividad 1

El profesor enseña las fotos del anexo 2 (previamente fotocopiadas). Individualmente, los alumnos indican el momento del día en cada una de las ciudades. Luego comparan los resultados en pequeños grupos. Si hace falta, recurren a la maqueta.

### Actividad 2

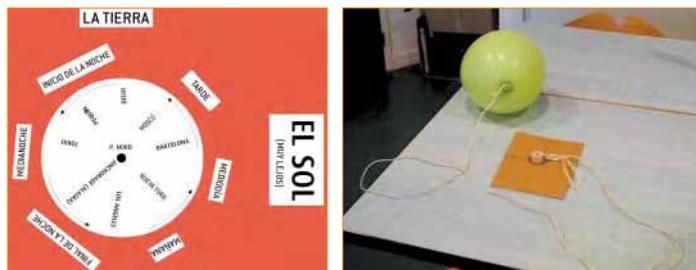


Figura 11

Se trata de construir la maqueta reproducida a continuación (el círculo que representa la Tierra se mueve alrededor de un encuadernador plano con arandela y tiene que ser de gran tamaño para facilitar la observación de los alumnos) y hacerla funcionar a partir de preguntas: "En Pequín es media tarde; ¿qué momento del día es en Los Ángeles?", etc.

Si se tiene la oportunidad, es aconsejable mejorar el modelo dividiendo el círculo móvil en veinticuatro sectores, tantos como husos horarios.

### Actividad 3

Se llega a la esquematización clásica. Los alumnos tienen que hacer anotaciones en el esquema siguiente (ampliado).

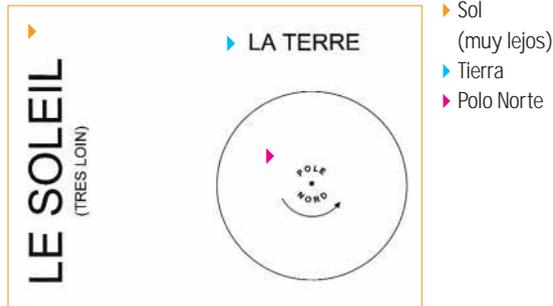


Figura 12. Hacer anotaciones para indicar en qué lugar es: mediodía, medianoche, inicio de la noche, final de la noche, mañana y tarde.

## CONDICIONES PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

### Material para un grupo de alumnos

- ▶ Un mapa de husos horarios (proporcionado en el anexo).
- ▶ Una linterna para representar el Sol.
- ▶ Una bola pequeña (por ejemplo, de poliestireno) atravesada por un eje (aguja de coser, palito de brocheta...) para representar la Tierra. La dimensión de la esfera tiene que ser adecuada respecto de la amplitud del haz de luz (la bola debe quedar dentro de éste). Para no correr ningún riesgo, la colocación del eje de los polos hundiéndola la realiza el profesor.

### Material para las síntesis

- ▶ Una bola blanca mayor que las utilizadas por los alumnos para representar la Tierra;
- ▶ Un foco o una bombilla relativamente potente <sup>4</sup> (100 W) para representar el Sol. Si se escoge la segunda opción, hay que vigilar que el dispositivo sea seguro y no dejar que los alumnos lo manipulen.
- ▶ También puede ser muy útil disponer de un globo terráqueo.

### Duración

Son necesarias una decena de sesiones de 45 o 60 minutos de duración. El proceso es largo, pero cubre una parte importante de la programación de astronomía y una serie de nociones de geografía.

## CONCLUSIÓN

Los saberes principales tratados en las distintas sesiones son los previstos en la programación oficial. Tienen relación con la astronomía y, de manera indirecta, con la geografía.

4. Una bombilla de 100 W permite obtener un buen contraste pero puede deslumbrar a los alumnos. Se puede superar este inconveniente colocando un trozo de cartón entre la bombilla y la clase.

A parte de los conocimientos que adquieren, los alumnos realizan actividades que les permiten reflexionar sobre los varios puntos de vista que se pueden adoptar para explicar un único fenómeno. Su esfuerzo para relacionar fenómenos descritos en un contexto terrestre (este, oeste) o egocéntrico (izquierda, derecha) con representaciones abstractas, (la maqueta, el esquema) les ayuda a salir de sí mismos y desarrollar su capacidad de ubicación en el espacio.

Si existe la posibilidad, un trabajo sobre la luna permitirá manipular otra vez las maquetas y evaluar en qué medida los alumnos aplican las competencias relacionadas con la utilización de las mismas y con la representación mental del espacio.

A lo largo de todo el proceso, se invita a los alumnos a reflexionar, discutir y argumentar. Con la ayuda de textos y esquemas, tienen que dar a conocer su pensamiento y sus respuestas. Las formas y modalidades de producción son diversas (carteles colectivos, escritos individuales o de grupo, glosarios...). Todos estos elementos contribuyen a mejorar el dominio de la lengua de los alumnos.

## PARA IR MÁS LEJOS

La necesidad de una hora universal puede tratarse en la prolongación. Es útil disponer de una hora común para fechar acontecimientos de importancia mundial (¿Qué día y a qué hora Neil Armstrong pisó la luna?). Para hacerlo se utiliza el huso horario de Greenwich. La hora de ese huso horario se conoce como tiempo universal o tiempo medio de Greenwich (TUC o GMT). En España, la hora es una más que en Greenwich (GMT+01:00).

Al finalizar las sesiones, los alumnos han asociado la hora con el movimiento aparente del Sol y han manipulado una bola y un foco para reproducir este fenómeno. Esto puede llevarles a plantearse numerosas preguntas de respuesta difícil. "¿Por qué la sombra del gnomon no alcanza la longitud mínima cuando en nuestro reloj es mediodía?"; "¿Por qué la duración del día no es siempre igual a la de la noche?"; "¿Qué es la línea de cambio de fecha?"; etc. El profesor puede ayudarles a encontrar información que les acerque a las respuestas. Pero no está obligado a hacerlo. Que una secuencia de actividades científicas termine con nuevas preguntas no es sólo posible, sino incluso deseable. Es lo que les sucede a los científicos profesionales.

Para ayudar a los alumnos a ampliar su perspectiva, y con motivo de un trabajo sobre la luna o el Sistema Solar, es interesante evocar la alternancia de días y noches en otros astros: *Visto desde el Sol, el planeta Júpiter da una vuelta sobre sí mismo aproximadamente cada 10 horas. ¿Cuánto dura la noche en Júpiter? ¿Cuánto dura la tarde? Vista desde el Sol, la luna da una vuelta sobre sí misma aproximadamente cada 30 días. ¿Cuál es la duración de un día lunar? En El Principito hay un farolero que vive en un planeta imaginario. Enciende y apaga su farol una vez por minuto. Visto desde su estrella, ¿cuánto tarda este planeta imaginario en realizar una vuelta sobre sí mismo? ¿Cuál es la duración del día y de la noche?*

Finalmente, puede proponerse a los alumnos un trabajo documental consistente en analizar sitios web. A partir de los resultados de varias pruebas realizadas, parece aconsejable que los alumnos trabajen con una lista preparada:

- ▶ Proponer una lista de instituciones tipo CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), ESA (European Space Agency), NASA (National Aeronautics and Space Administration), etc., que incluya el significado de las siglas
- ▶ Prever una lista de diez sitios web que deban clasificarse según su utilidad; la lista puede incluir:
  - ▶ Una categoría de sitios web institucionales relacionados con el tema de la secuencia, para que los alumnos distinguan los mejores;
  - ▶ Una categoría de sitios web no institucionales interesantes (páginas personales bien documentadas),
  - ▶ Una miscelánea de sitios con poco o ninguna relación con el tema;
- ▶ Por último, se puede proponer a los alumnos que realicen una búsqueda de verdad utilizando un motor de búsqueda y palabras clave apropiadas.

### FUENTES

Trabajo experimentado con la clase de 4º de la escuela de Beaupré-Le Châble y las clases de 3º, 4º y 5º de la escuela de Chaumet, Évires (Haute-Savoie), de donde se han extraído los documentos de los alumnos.

## SELECCIÓN INDICATIVA DE SITIOS WEB

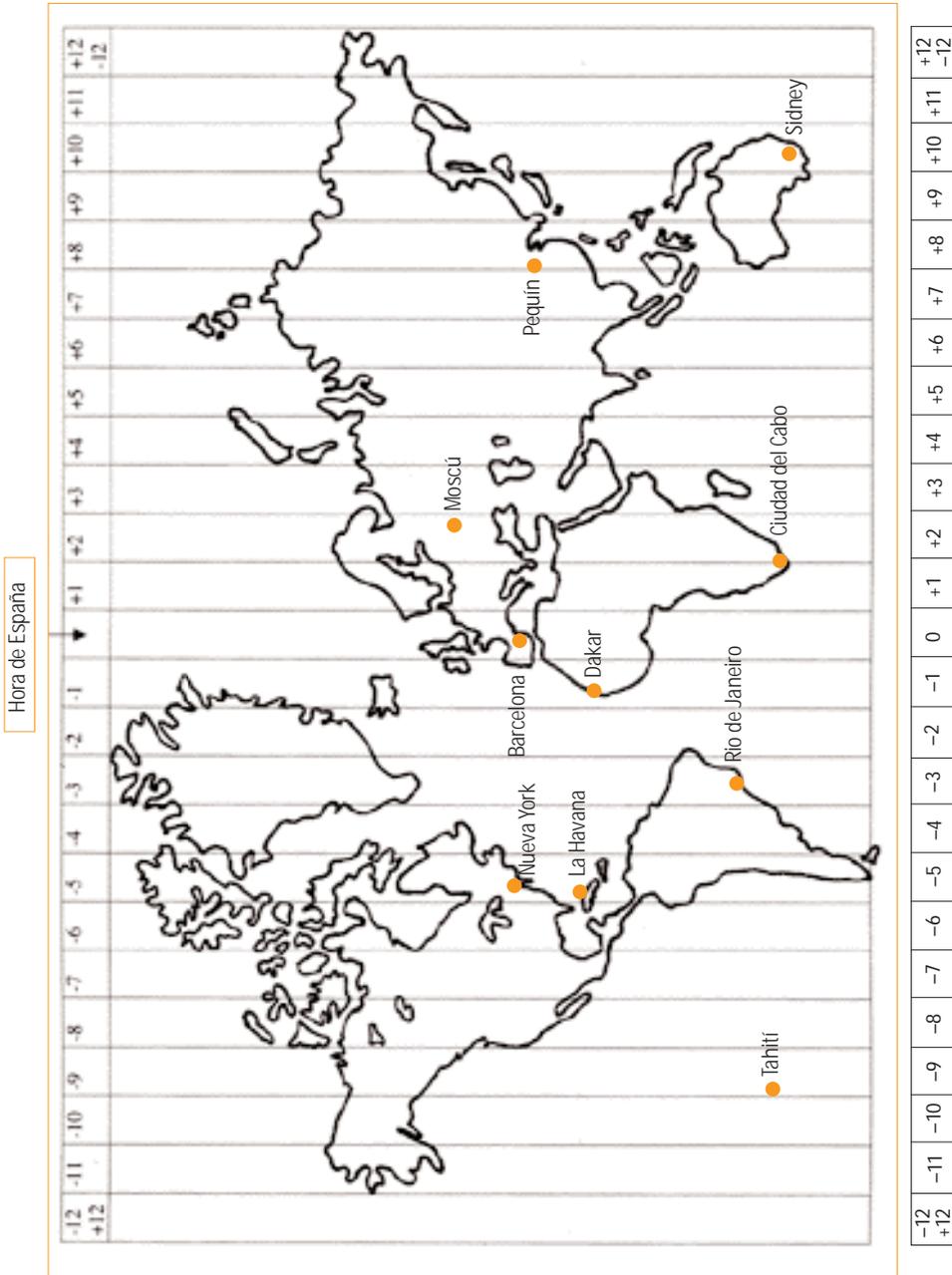
- ▶ Los sitios web de La main à la pâte en Francia y España, respectivamente, contienen bastantes actividades y animan a los educadores a plantear preguntas sobre astronomía y ciencia en general. Unos consultores científicos les responden de manera precisa y sencilla, y las preguntas y respuestas se archivan.  
[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)  
[www.inrp.fr/lamap/scientifique/astronomie/consultants/reponses\\_consultants.htm](http://www.inrp.fr/lamap/scientifique/astronomie/consultants/reponses_consultants.htm)
- ▶ Sitio web con imágenes interactivas del planeta (en inglés).  
[www.fourmilab.ch/earthview](http://www.fourmilab.ch/earthview)
- ▶ Mapa de husos horarios:  
<http://fgi.citeglobe.com/fuseaux/fuseaux.html>
- ▶ Presentación de los husos en esfera:  
[www.cienciasnaturals.com/astron/images/fusos1.gif](http://www.cienciasnaturals.com/astron/images/fusos1.gif)
- ▶ Sitio web del Royal Observatory Greenwich (en inglés). El profesor puede encontrar información detallada sobre el por qué del establecimiento del meridiano 0 en Greenwich. (Búsqueda realizada con la palabra clave "Greenwich".)  
[www.rog.nmm.ac.uk](http://www.rog.nmm.ac.uk)
- ▶ Sitio web muy completo sobre los relojes de sol:  
<http://usuarios.lycos.es/Torbi/taller/relojesdesol.htm>
- ▶ Una secuencia que explica el fenómeno de la alternancia de días y noches (con imágenes y actividades):  
[www.cnice.mecd.es/eos/MaterialesEducativos/mem2003/astrologia/](http://www.cnice.mecd.es/eos/MaterialesEducativos/mem2003/astrologia/)
- ▶ Un reloj que calcula la hora en cualquier lugar del mundo. Incluye un mapa de husos horarios:  
[www.rumbo.com/worldclock/wt\\_es.htm](http://www.rumbo.com/worldclock/wt_es.htm)
- ▶ Puesta de sol en Europa Occidental:  
[www.xtec.es/~jserrano/fosc.htm#res](http://www.xtec.es/~jserrano/fosc.htm#res)
- ▶ Cursillo de astronomía:  
Un rellotge que calcula l'hora en qualsevol lloc del món. Inclou un mapa dels fusos horaris.
- ▶ Sitio web oficial de la NASA:  
[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov) (Hay información en castellano en [www.nasa.gov/about/highlights/En\\_Espanol.html](http://www.nasa.gov/about/highlights/En_Espanol.html).)
- ▶ Información interesante sobre el meridiano verde. Clicar en "Rutas temáticas" y luego "Ruta 6: Meridiano verde" (hay información en castellano):  
[www.euro-senders.com/web\\_cat/index.htm](http://www.euro-senders.com/web_cat/index.htm).
- ▶ Esta página web incluye bellas imágenes de la Tierra (clicar encima para verlas a toda pantalla) y la ficha de actividad "Fabricar una mini Tierra" (en francés).  
[www.teteamodeler.com/boiteaoutils/decouvrirlemonde/fiche29.htm](http://www.teteamodeler.com/boiteaoutils/decouvrirlemonde/fiche29.htm)

La imagen "La Tierra de noche" permite apreciar la iluminación nocturna del planeta. Algunos continentes están iluminados; otros casi no se ven. El acceso a la electricidad de los habitantes del planeta presenta una gran disparidad.

### Sitios web que pueden ser útiles para los alumnos en la fase de búsqueda documental

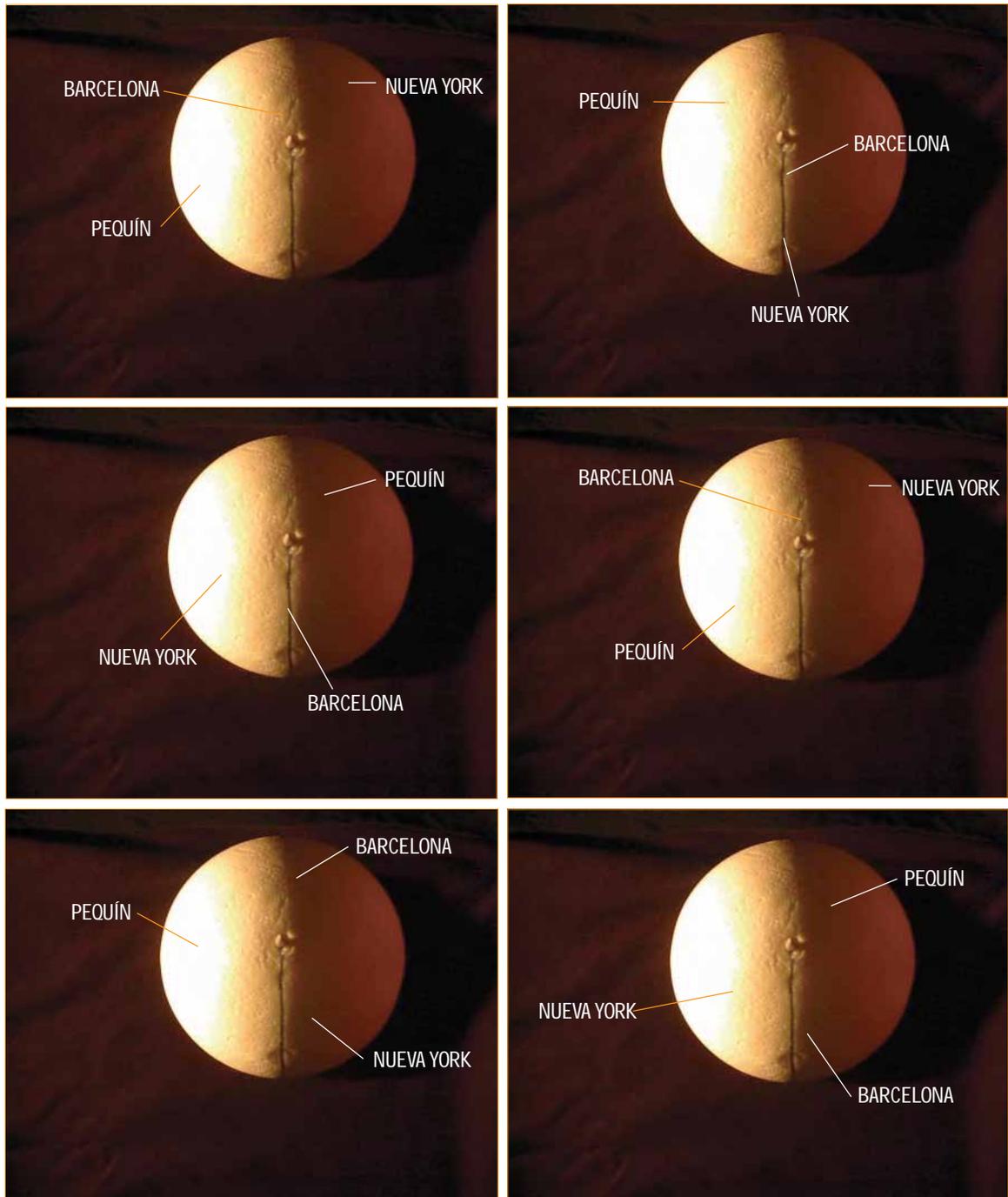
- ▶ Banco de imágenes del Ministerio de Educación y Cultura:  
<http://recursos.cnice.mec.es/bancoimagenes/>
- ▶ Banco de imágenes (en francés). Muy útil porque se puede utilizar en todas las disciplinas.  
[www.bips.cndp.fr](http://www.bips.cndp.fr)

ANEXO 1. Mapa para utilizar en la sesión 1 y la síntesis



Una vez fotocopiada la página, se puede recortar la tira de la derecha. Esta puede superponerse al mapa colocando la referencia (el cero) en el huso horario deseado, para obtener directamente el desfase horario entre cualquier ciudad del mundo y cualquier huso horario. Este mapa se utiliza para ayudar a los alumnos al final de la primera sesión y, más adelante, en el momento de la síntesis.

ANEXO 2. Fotografía para utilizar en la sesión 10



Fotografías para fotocopiar y recortar. Los alumnos deben buscar el momento del día en cada ciudad. El profesor puede recordar el sentido de rotación de la Tierra sobre sí misma.

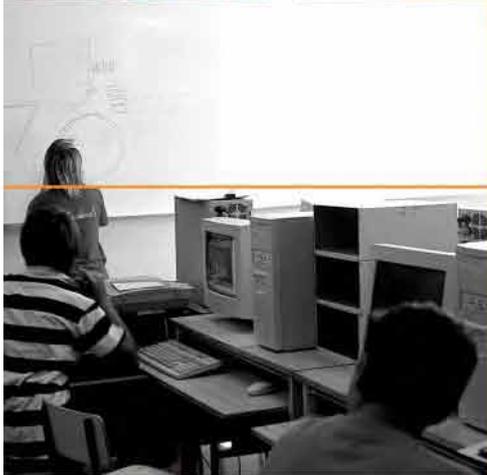
### ANEXO 3. Para construir una maqueta de cartón

Un ejemplo de construcción para proponer a los alumnos.



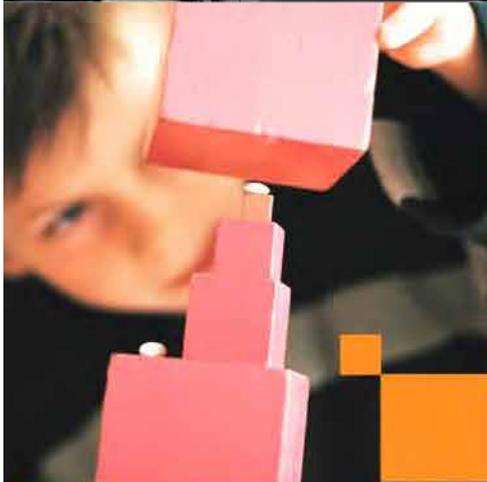


Educación Infantil y Educación Primaria



# PROYECTO LAMAP

Proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela



iniciativas

## 5. EL FUNCIONAMIENTO DE LA PALANCA. "DADME UN PUNTO DE APOYO Y MOVERÉ EL MUNDO"

Segundo y Tercer Ciclo de Primaria



En esta configuración, la fuerza ejercida por las seis pequeñas tuercas colocadas en la caja de la izquierda no es suficiente para levantar la carga (las cinco tuercas grandes de la caja de la derecha).



Si se acerca el punto de apoyo a la carga, ya es posible levantarla.



Si la fuerza de la caja de la izquierda se ejerce demasiado cerca del punto de apoyo, la carga no se puede levantar.

Figura 1. Ley de la palanca.

La secuencia presenta una serie de actividades pedagógicas para que los alumnos entiendan que la rotación de un sólido causada por una fuerza de una magnitud dada es de mayor o menor eficacia según la distancia entre el eje de rotación y el punto donde se aplica la fuerza. El estudio se realiza a partir de un objeto particular: la palanca. La palanca está compuesta por una barra rígida que puede girar libremente alrededor de un eje de rotación llamado punto de apoyo. La palanca modifica la fuerza que es necesario ejercer. Más allá del objeto, el objetivo es entender que el mismo principio interviene en otros dispositivos técnicos. Se ha escogido el puente levadizo, que no es una palanca en el sentido estricto, porque su funcionamiento se debe al mismo principio. Una sesión está dedicada al reconocimiento de la ley de la palanca en organismos vivos. Con estos ejemplos queremos ilustrar el interés y la complementariedad de aproximaciones características de disciplinas distintas: investigación de un principio general válido en varios contextos (dispositivos técnicos, mundo de los seres vivos); construcciones; investigación de una solución técnica; estudio de mecanismos.

Para levantar un objeto dado se puede, en última instancia, utilizar la fuerza más pequeña que se quiera, siempre y cuando se utilice una palanca suficientemente grande. "Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo", dijo, tres siglos antes de nuestra era, Arquímedes. Pero, en contrapartida, se constata que el objeto no se levanta tan arriba. Este último aspecto, absolutamente general, es de gran importancia teórica por su relación con el principio de conservación de la energía.

## UBICACIÓN EN EL CURRÍCULO\*

Conocimientos y habilidades que los alumnos deberían haber adquirido o estar en proceso de adquirir al finalizar la secuencia:

- ▶ Reconocer la ley de la palanca en distintos contextos e identificar el eje a alrededor del cual se efectúa la rotación (punto de apoyo).
- ▶ Saber que el efecto de una fuerza es más grande cuanto más lejos se aplica del punto de apoyo, y que este principio permitió construir las primeras máquinas.
- ▶ Ser capaz de representar, mediante un modelo sencillo, el principio de estas máquinas.
- ▶ Ser capaz de representar, mediante un modelo sencillo, el funcionamiento de un sistema con una articulación. Esta competencia no puede adquirirse en una sola secuencia (ver la construcción de una veleta en "¿De dónde sopla el viento?") pero encuentra en ésta una importante contribución.

### \*Nota a la edición en castellano

Este apartado hace referencia a la ubicación de los contenidos en el currículo francés y se da a título orientativo. A continuación se ofrecen los aspectos principales que, en relación con este tema, aparecen citados en el currículo español común.

Extractos del R.D. 830/2003 de 27 de junio.

Contenidos	Criterios de evaluación
<p><b>Segundo Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Máquinas y aparatos. La palanca: funcionamiento, tipos de palancas y sus diferentes usos y aplicaciones más frecuentes.</li> </ul> <p><b>Tercer Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Máquinas y aparatos en la vida cotidiana. Tipos de máquinas y sus usos más frecuentes. Utilización de aparatos y compuestos. Electricidad, herramientas mecánicas (...).</li> </ul>	<p><b>Segundo Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Enunciar las características de algunas máquinas en función de su utilidad para el ser humano.</li> </ul> <p><b>Tercer Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Concepto de energía. Fuentes de energía y materias primas. Energías renovables y no renovables. Desarrollo sostenible (...).</li> </ul>

## UN POSIBLE DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

En las dos primeras sesiones se presenta la idea de palanca a partir de una situación real (levantar la mesa del profesor) y de la evocación de trabajos realizados por el hombre antes de la invención de las máquinas a motor (las pirámides de Egipto, por ejemplo). Las siguientes dos sesiones están dedicadas a un estudio cualitativo más preciso de la ley de la palanca. Las sesiones 5, 6 y 7 estudian las palancas en otro contexto: el de los puentes levadizos. La sesión 8 presenta una aproximación a la presencia de palancas en organismos vivos. Es un poco más difícil y sólo constituye una posible prolongación.

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Conclusiones de la sesión, des-enlace
SESIÓN 1	¿Cómo levantar la mesa del profesor?	Búsqueda de hipótesis en un contexto abierto.	Clasificación en dos columnas: máquinas motorizadas y máquinas que emplean la fuerza humana.
SESIÓN 2	¿Qué se hacía en la antigüedad para levantar grandes cargas?	Construcción de una maqueta a partir de la imagen de una máquina antigua.	Introducción de la idea de palanca.
SESIONES 3 y 4	¿Cómo reducir el esfuerzo con la ayuda de una palanca?	Exploración experimental de la ley de la palanca.	Cuando la carga se encuentra lejos del punto de apoyo se necesita más fuerza para levantarla pero se levanta más arriba. Cuando la carga se encuentra cerca del punto de apoyo se necesita menos fuerza para levantarla pero no se levanta tan arriba.
SESIÓN 5	¿Cómo fabricar una maqueta de puente levadizo?	Construcción de una maqueta con material modular.	Aplicación no necesariamente consistente de la ley de la palanca en otro contexto.
SESIÓN 6	¿Cómo determinar el punto de unión del hilo a la pasarela	Experimentación.	La pasarela se levanta más fácilmente cuando el hilo está fijado lejos del eje.
SESIÓN 7	¿Qué es igual?; ¿qué no es igual?	Búsqueda de similitudes y diferencias entre dos situaciones en que intervienen palancas.	Abstracción de un principio común y formulación definitiva de reglas sencillas pero generales.
SESIÓN 8	¿Hay palancas en los organismos vivos?	Aplicación de conocimientos, argumentación.	El lugar de inserción de los músculos es determinante para lograr movimiento en un sistema con articulación.

## SESIÓN 1. ¿Cómo levantar la mesa del profesor?

Se propone a los alumnos que levanten un objeto pesado: la mesa del profesor. Los alumnos reflexionan sobre cómo conseguirlo. Llegan a una clasificación en dos categorías: sistemas que utilizan energía humana o animal y sistemas que utilizan otro tipo de energía.

### Colectivamente

El profesor puede evocar las dramáticas consecuencias de las inundaciones y la necesidad de levantar un poco los muebles para protegerlos de los daños provocados por el agua. A continuación, plantea el siguiente reto: levantar su mesa para colocar alzas en las patas.

Dejar que uno o dos alumnos intenten realizar solos la operación y extraigan conclusiones: "pesa mucho", "me duelen las manos", "me duele la espalda", "no tengo tanta fuerza", etc.

El problema está planteado: se trata de idear un método para realizar la tarea fácilmente y superar el reto.

### En pequeños grupos

Los alumnos inventan dispositivos que reproducen mediante textos y dibujos en sus cuadernos de experimentos (figura 4). Algunas ideas:

- ▶ Podemos hacerlo entre todos.
- ▶ Podemos repartirnos las tareas: dos alumnos levantan la mesa y un tercero coloca las cuñas.
- ▶ Clavamos un gancho en el techo y levantamos la mesa con una cadena.
- ▶ Usamos una grúa, un helicóptero, un gato...
- ▶ Ponemos una plancha debajo la mesa y un ladrillo debajo la plancha y saltamos.

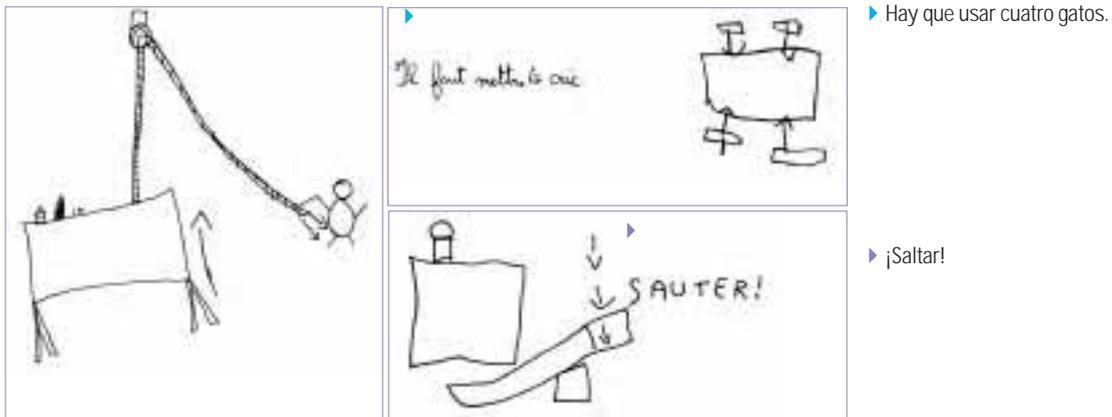


Figura 4

### Síntesis colectiva

Cada grupo expone sus ideas. Éstas se clasifican en dos columnas: dispositivos movidos por el hombre y dispositivos accionados de otro modo.

El profesor concluye la sesión explicando a los alumnos que el acento se pondrá en los dispositivos de la primera columna.

**Nota:** En este estadio, el profesor no debe hacer aparecer la idea de palanca. Si alguien la propone, se clasifica, junto con el resto de dispositivos, en la columna nº 1.

## SESIÓN 2. ¿Qué se hacía en la antigüedad para levantar grandes cargas?

A partir de imágenes de dispositivos de tiempos antiguos, los alumnos construyen máquinas basadas en palancas. La sesión conduce a una primera definición de palanca.

Nota: Es útil disponer de cajas de material de construcción. Si no se dispone de ellas, basta con varitas de madera y cordel.

### Colectivamente

El profesor evoca construcciones realizadas en la antigüedad, antes de la existencia de las máquinas a motor. Puede presentar imágenes o fotos de pirámides y evocar el carácter enigmático que, aún hoy, vista la enormidad de las masas que había que levantar, reina sobre las técnicas utilizadas para su construcción<sup>1</sup>.

### En pequeños grupos

El profesor distribuye las siguientes viñetas: representan dos dispositivos que permiten levantar o desplazar bloques de piedra<sup>2</sup>.

Los alumnos construyen un modelo reducido de la máquina representada en la figura 5. Por turnos, se acercan a la mesa del profesor para probar la solución de la figura 6. El profesor vela por su seguridad.

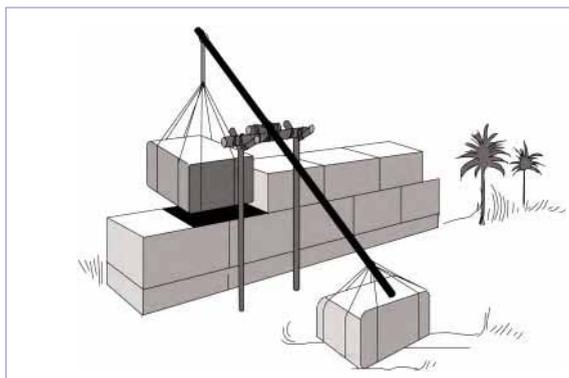


Figura 5

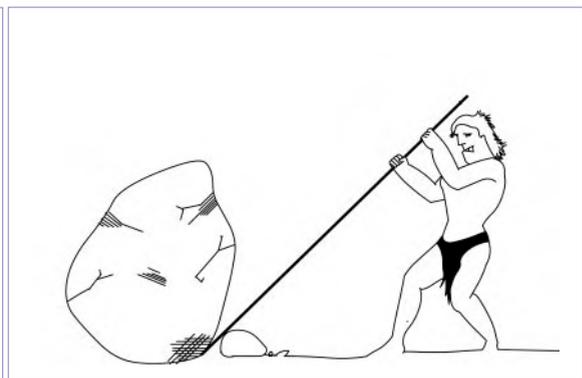


Figura 6

### Colectivamente

El profesor orienta a los alumnos hacia la siguiente pregunta: estos dispositivos ¿permiten reducir el esfuerzo? En el caso del dispositivo de la figura 6, que se ha probado, se puede responder positivamente. Por el contrario, la maqueta representada en la figura 5 no permite siempre responder: el placer de la construcción y el juego pueden ganar la partida al estudio del esfuerzo que hace falta aplicar, un poco prematuro en este estadio. No se intenta, por tanto, extraer ninguna conclusión; basta con formular la pregunta y retenerla.

El término "palanca" se introduce a partir del examen de lo que tienen en común las dos viñetas.

Se anima a los alumnos a elaborar una primera formulación que se irá enriqueciendo a lo largo de las sesiones. En este estadio de la secuencia, las ideas más importantes son las siguientes: una palanca es una barra larga y delgada, rígida, que puede girar alrededor de un eje de rotación (punto de apoyo); la utilizan las personas para levantar cargas.

1. Se adelantan dos hipótesis: el arrastre sobre rampas inclinadas y la utilización de máquinas basadas en la ley de la palanca. Ambas siguen planteando problemas a los historiadores. Para una posible explotación pedagógica, ver la sección "Para ir más lejos" del final de la secuencia.  
2. El profesor interesado en dedicar más tiempo a esta secuencia puede pedir a los alumnos que busquen información sobre este tema y lleven los documentos más interesantes que encuentren a clase.

## SESIÓN 3. ¿Cómo reducir el esfuerzo con la ayuda de una palanca?

Los alumnos entienden que una palanca permite reducir el esfuerzo en el caso de actuar sobre magnitudes pertinentes.

### Material

► Para los alumnos:

Una caja con diez cuerpos de igual masa (representados, en este caso, por tuercas) se fija sobre el extremo de una regla de aproximadamente 30 cm. de largo (ver la figura 7). Representa la carga que se quiere levantar. Se prepara una segunda caja, pero no se fija sobre la regla: lo harán los alumnos, que experimentarán el efecto de la distancia hasta el punto de apoyo.

► Para el profesor:

Reglas o varitas más grandes que se ofrecen a los grupos que terminan la primera exploración.



Figura 7

### Colectivamente

El profesor explica a los alumnos que trabajarán con palancas como las de las maquetas recién construidas (figura 5), si bien más sencillas, robustas y prácticas. Les presenta el material (ver la figura 7). Los alumnos pueden imaginarse un mundo en miniatura en el que hombres muy pequeños no son capaces de levantar más de una tuerca a la vez. Utilizando el material suministrado, tienen que conseguir levantar una caja con diez tuercas. Al principio, la consigna es abierta. El profesor debe asegurarse de que los alumnos entienden la correspondencia entre los elementos de la figura 5 (la imagen de la máquina real) y los de la figura 7 (la maqueta).

### En pequeños grupos

Los alumnos llevan a cabo los primeros experimentos con la ayuda de tuercas adicionales que meten en la segunda caja. Formulando preguntas, el profesor les anima a proceder de varios modos:

“¿Puedes conseguirlo utilizando menos tuercas?”

“¿Es posible levantar la caja más arriba?”

“¿Dónde has fijado la segunda caja? ¿Has intentado fijarla más cerca o más lejos?”

Ofrece a los grupos más rápidos la segunda regla, de 50 cm.

“Inténtalo con esta regla. ¿Qué cambia?”

Es importante que durante los experimentos los alumnos entiendan la influencia de los distintos parámetros (posición del punto de apoyo, posición de la caja de las tuercas que se van añadiendo, longitud de las reglas) y sus efectos (aumento o disminución del número de tuercas necesario, altura de la elevación).

### Colectivamente: puesta en común

El objetivo de esta última fase es poner en común las observaciones realizadas. La síntesis que determinará las reglas que rigen la ley de la palanca se llevará a cabo, tras otras manipulaciones, al final de la siguiente sesión.

## SESIÓN 4. ¿Cómo reducir el esfuerzo con ayuda de una palanca?

Los alumnos sistematizan las observaciones realizadas en la sesión anterior. Éstas se estructuran, con motivo de la síntesis, en reglas sencillas que enriquecen la noción de palanca.

### Material

El mismo que el de la sesión anterior. Fijémonos en que el punto de apoyo es una regla o varita de sección cuadrada. Es importante para resolver correctamente el problema nº 1 (ver a continuación).

### Colectivamente

Se plantean tres problemas a los alumnos:

- ▶ ¿Cuántas tuercas se necesitan para levantar la caja de las diez tuercas cuando el punto de apoyo está en el medio?
- ▶ ¿Cuál es el número mínimo de tuercas que se necesitan para levantar la caja de las diez tuercas?
- ▶ ¿A qué altura máxima se puede levantar la caja de las diez tuercas? ¿Cuántas tuercas hay que utilizar?

### En pequeños grupos

Los alumnos experimentan y se ponen de acuerdo sobre el mejor modo de resolver cada problema

### Individualmente

Los alumnos realizan un dibujo para explicar, en cada caso, dónde se ha colocado el punto de apoyo y hasta qué altura se ha levantado la caja con las diez tuercas.

### Síntesis colectiva

Se basa principalmente en los experimentos de los alumnos. De modo adicional, el profesor puede sacar partido de instalar un dispositivo experimental visible para toda la clase: una tabla sólida de unos 2 m. colocada encima de un tronco. Bajo la vigilancia del profesor, dos alumnos de parecida complejión suben al columpio improvisado. La demostración ayuda a ilustrar las siguientes reglas:

- ▶ Cuando el punto de apoyo se encuentra en el medio de la palanca, la palanca está en equilibrio; las cargas son idénticas.
- ▶ Cuando la carga se encuentra más lejos del punto de apoyo es más difícil levantarla pero se levanta más arriba.
- ▶ Cuando la carga es más a prop del punto de apoyo, es más fácil aixecar-la, però no s'aixeca tan amunt.

Estas reglas enriquecen la noción de palanca, que ya sido objeto de una primera formulación en la sesión 2.

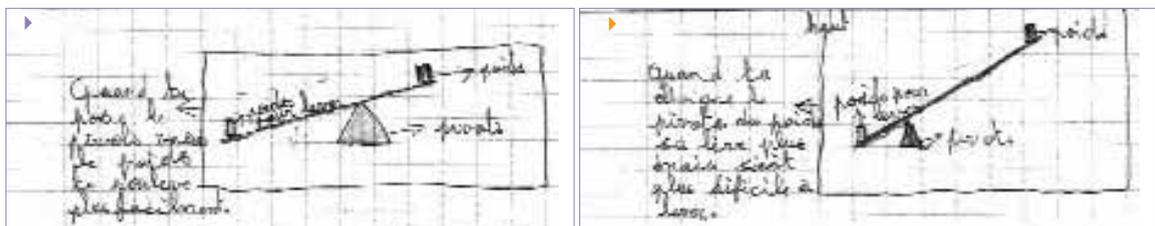


Figura 8

- ▶ Cuando se acerca el punto de apoyo a la carga ésta se levanta más fácilmente. Carga que hay que levantar / carga / punto de apoyo
- ▶ Cuando se aleja el punto de apoyo de la carga ésta se levanta más arriba pero es más difícil de levantar. Altura / carga que hay que levantar / carga / punto de apoyo

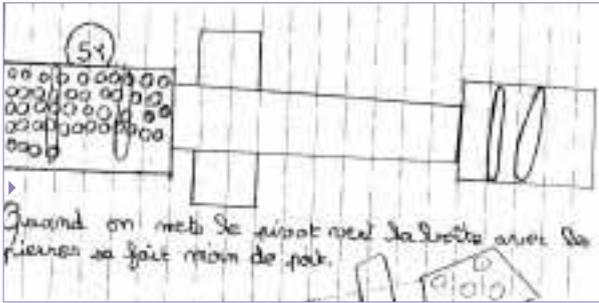


Figura 9

- ▶ Cuando se acerca el punto de apoyo a la caja con piedras, la caja pesa menos.

Para terminar, es interesante discutir la famosa frase de Arquímedes (“Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo”, es decir, la Tierra) y sus límites prácticos (longitud de la palanca y solidez del material).

### Posible dificultad

Algunos alumnos creen que, cuando el punto de apoyo se acerca a la carga, ésta deviene menos pesada (figura 9). Puede pedirse a estos alumnos que intenten levantar otra vez la mesa del profesor (como en la segunda sesión), actuando primero cerca del punto de apoyo y después más lejos. Deberían darse cuenta de que no son más fuertes en un caso que en otro, sino que la tarea es más fácil. Un trabajo sobre las balanzas puede ser un buen complemento de estas sesiones.

## SESIÓN 5. ¿Cómo fabricar una maqueta de puente levadizo?<sup>3</sup>

Los alumnos aprenden la ley de la palanca llevando a cabo actividades en contextos concretos. En este caso, aplican en otro ámbito los conocimientos adquiridos.

### Colectivamente

En Segundo y Tercer Ciclo de Primaria los alumnos ya han mostrado interés por los castillos medievales (en casa o en la escuela). El conocimiento que tienen de los puentes levadizos es suficiente para empezar a trabajar.

El profesor presenta la actividad: fabricar un puente levadizo. No explica a los alumnos que se trata de una prolongación del estudio de las palancas. Si se dieran cuenta, habría que animarles a seguir su razonamiento mediante preguntas sobre las similitudes entre las palancas y este tipo de puentes. Pero parece poco probable que la mayoría de alumnos establezca la conexión antes de la sesión 7

### En pequeños grupos

Los alumnos realizan la construcción a su manera. El profesor les ayuda a resolver las pequeñas dificultades técnicas: fabricación de la pasarela e instalación de un mecanismo que permita su rotación, guía del hilo, solidez de los pilares, etc. Pero no interviene en la elección del punto de unión del hilo a la plataforma del puente. A los grupos que tengan más dificultades les puede mostrar la imagen de un puente levadizo.

### Colectivamente: síntesis

Los grupos presentan sus modelos y explican las dificultades que han encontrado y cómo las han resuelto. Es posible que no todos los grupos lo consigan en una sola sesión. El profesor decidirá si propone una sesión suplementaria o si deja un poco de tiempo entre esta sesión y la siguiente para que todos puedan terminar la construcción.

## SESIÓN 6. ¿Cómo determinar el punto de unión del hilo a la pasarela?

Los alumnos idean y ponen en marcha un experimento para mostrar que la pasarela se levanta más fácilmente cuando el hilo se fija lejos del eje de rotación.

### Colectivamente

El profesor ha identificado con antelación dos construcciones: en la primera el hilo para levantar la pasarela está fijado en el extremo; en la segunda está fijado en el medio. Pregunta a la clase cuál es la solución que exige menor esfuerzo. Deja que los alumnos expresen su opinión sin validar ningún punto de vista. A continuación, propone que busquen, en grupos, el modo de demostrar cuál de las dos soluciones es mejor. Si todos los grupos han fijado el hilo en el extremo del puente, el profesor puede presentar la actividad preguntando a los alumnos por qué han escogido ese punto en lugar de otro. Según los argumentos que recibe, anima a los alumnos a justificar experimentalmente su decisión. Pero, como dificultad añadida, señala que para esta investigación no se pueden construir puentes levadizos. Hay que elaborar nuevos mecanismos con el material disponible: reglas diversas, varitas de madera, gomas elásticas, cuerpos de varias masas, cordel, clips, etc. El objetivo de esta condición es obligar a los alumnos a interesarse por el principio con independencia del objeto. Este método tiene su equivalente en la práctica industrial. Cuando hay que estudiar la eficacia del sistema de frenado de un coche, por ejemplo, el estudio se realiza en un banco de pruebas; no se utilizan coches reales porque el proceso sería demasiado largo y costoso.

### En pequeños grupos

Los alumnos construyen un dispositivo. El profesor les ayuda a llegar a un experimento concluyente. Los ensayos realizados muestran que los alumnos no encuentran dificultades en simular la pasarela y fijar un cordel en el medio o el extremo de ésta; sin embargo, les cuesta entender la condición de abstracción impuesta. Intentan completar el dispositivo guiando el hilo hasta una manivela, como en las maquetas construidas previamente. En este momento el profesor debe intervenir con la pregunta adecuada: "Si dejas la construcción en este estadio, ¿puedes contestar a la pregunta?". Hay que destacar otros aspectos. Los alumnos comprueban con la mano el esfuerzo necesario para levantar la pasarela. Pero como es muy ligera, las diferencias no son determinantes. Algunos alumnos ni siquiera realizan la comparación: levantan la pasarela (con el hilo fijado, por ejemplo, en el extremo) y concluyen: "Sí, así es fácil...". Por todos estos motivos, puede ser útil realizar un balance intermedio.

### Balance intermedio

Sirve para analizar las dificultades encontradas, comparar las propuestas de solución y poner las ideas de los grupos en común:

- ▶ ¿Qué material escoger? Se examinan las distintas propuestas. La discusión debería conducir a la estructura más sencilla: una varita apoyada en un extremo sobre un punto de soporte, sostenida en el otro extremo con un hilo (el hilo se puede sostener con la mano).
- ▶ ¿Cómo hay que construir los dispositivos para poder responder a la pregunta? El objetivo es que todos los grupos entiendan la necesidad de comparar dos dispositivos diferenciados únicamente por la posición del punto de unión del hilo a la pasarela.
- ▶ ¿Cómo resolver el hecho de que la pasarela sea demasiado ligera? Se puede acordar hacerla más pesada colocándole encima una caja de tuercas (o cualquier otro objeto adecuado).

Encontrar respuesta a estas tres preguntas es suficiente para llegar a un experimento concluyente que permita validar la solución consistente en atar el hilo lo más lejos posible del eje. Sin embargo, el profesor puede fomentar una reflexión más científica relacionada con la comparación de fuerzas: "Medir el esfuerzo con la mano no es muy científico: ¿existe algún método mejor?". En general, la respuesta requiere de la intervención del profesor, que puede proponer la utilización de una goma suficientemente elástica como para adaptarse a las fuerzas en juego. El método se ilustra en la figura 11. Podrá aplicarse de nuevo en relación con el estudio de los planos inclinados si la clase se anima a tratarlos (ver la sección "Para ir más lejos").

Después del balance, los grupos están preparados para seguir experimentando.

### Regreso a los grupos

Los alumnos retoman su experimento. Lo explican y dibujan en el cuaderno de experimentos y anotan sus conclusiones.

### Síntesis colectiva

Es muy rápida. Su finalidad es dar respuesta a la pregunta de partida: la pasarela es más fácil de levantar cuando el hilo está fijado lejos del eje.

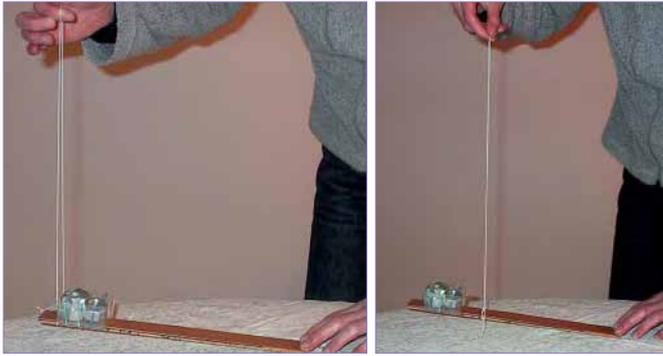


Figura 10. Percepción directa o medida con una goma elástica: la influencia de la posición del punto de unión es perceptible.

## SESIÓN 7. ¿Qué es igual?; ¿qué no es igual?

Los alumnos relacionan las actividades realizadas durante las sesiones anteriores y reconocen, bajo distintas formas, un principio común que se puede formular de manera general.

### Colectivamente

El profesor retoma dos dispositivos: la regla que aguanta una caja de tuercas y descansa sobre un punto de apoyo y la pasarela del puente levadizo lastrada con una caja de tuercas. Reproduce ambos dispositivos en la pizarra de modo esquemático (ver la figura 11).

En grupos, los alumnos comparan ambos dibujos y anotan "qué es igual" y "qué no es igual" en una tabla de doble entrada.

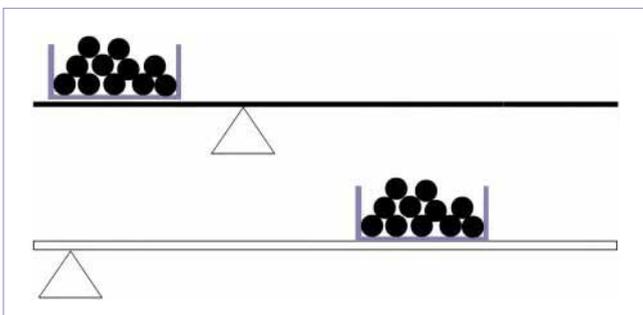


Figura 11. Un extremo se sostiene con la mano

### En pequeños grupos

Los alumnos discuten y rellenan la tabla.

Si se dedican exclusivamente a la descripción de los objetos y se olvidan de los principios subyacentes, el profesor les invita a reflexionar sobre éstos últimos con una pregunta apropiada: "¿Qué hay que hacer para que el esfuerzo necesario para levantar las cajas sea el menor posible? ¿La respuesta es la misma en ambos casos?"

### Síntesis colectiva

El profesor recoge y valida las propuestas. Es interesante señalar la similitud entre la función del eje de rotación del puente levadizo y la del punto de apoyo de la palanca. Puede decirse lo mismo de la posición del punto de apoyo: en ciertos dispositivos está situado entre los puntos donde se aplican las fuerzas (en la máquina de la figura 6, por ejemplo) y en otros en uno de los extremos (caso del puente levadizo).

A continuación, confirma y subraya el parecido fundamental que justifica este momento de la secuencia. Aquí lo formulamos en los términos del currículo, pero los alumnos pueden ofrecer formulaciones equivalentes: una misma fuerza tiene más efecto sobre la rotación cuanto más lejos se aplica del eje; aplicadas a la misma distancia del eje una fuerza grande tiene más efecto que una fuerza pequeña.

## SESIÓN 8. ¿Hay palancas en los organismos vivos?

La ley de la palanca interviene en el mundo de los seres vivos, si bien es necesario poner de manifiesto su presencia. El profesor constatará cierta dificultad de los alumnos para aislar el mecanismo de la palanca en el seno de un organismo vivo complejo. Tendrá que ayudarles a realizar la esquematización necesaria.

Cuando se trata, por ejemplo, de reflexionar sobre los puntos de unión de los tendones a los huesos, muchos alumnos cometen el error ilustrado en la figura 12.

Un trabajo exhaustivo sobre el papel de los músculos en el movimiento de las articulaciones requiere de varias sesiones (os remitimos al ejemplo de nuestra selección de sitios web). Aquí vamos a suponer que ya se ha realizado, y a proponer dos experimentos complementarios en los que interviene la ley de la palanca.

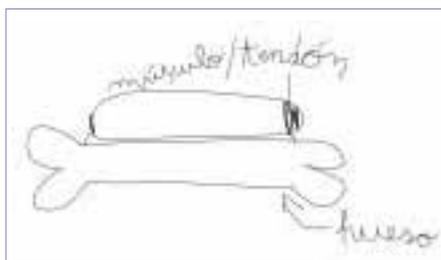


Figura 12. L. La unión de los músculos a los huesos: un ejemplo de palanca. Un error frecuente.

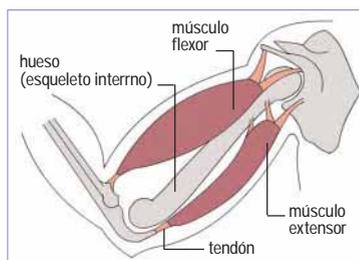


Figura 13. La unión de los músculos a los huesos: un ejemplo de palanca. El esquema correcto.

### La articulación del ala de un insecto

Los alumnos se familiarizan con la hoja de trabajo (anexo 1). El profesor les proporciona la información necesaria para que la entiendan bien. En particular, se asegura de que entienden el esquema de la sección del tórax del insecto y el cambio de escala aplicado a la representación del grosor de la cutícula (envoltura externa del insecto). El cambio es necesario para que puedan fijarse los encuadernadores planos de arandela. Invita a los alumnos a releer, en los libros o cuadernos, la lección donde se explica la función de los músculos y la articulación del antebrazo humano.

Los alumnos realizan individualmente el trabajo que se pide en la ficha, pero trabajan cerca unos de otros para poder dialogar y reflexionar conjuntamente.

El profesor hace un resumen a partir de las maquetas realizadas por los alumnos o una maqueta de mayor tamaño confeccionada por él mismo (ver la figura 14).

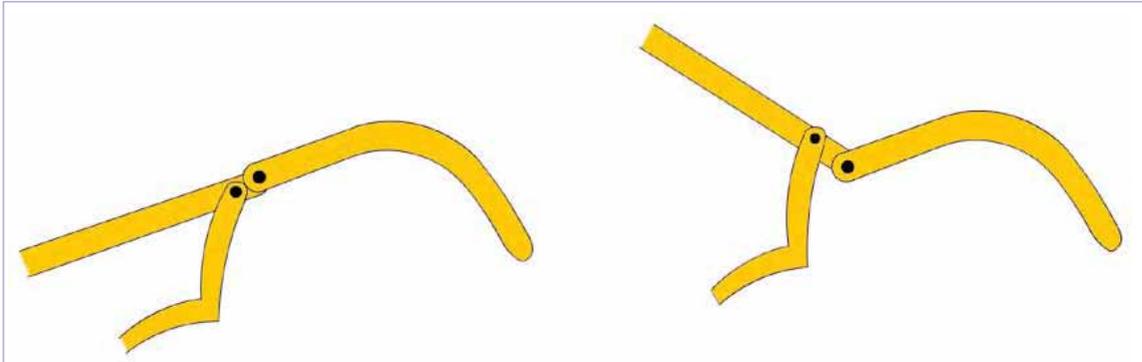


Figura 14.

La figura 15 presenta, a la derecha, la sección del tórax con los músculos contraídos que se espera que realicen los alumnos; habrá que compararla con la sección de la izquierda, donde los músculos aparecen relajados.

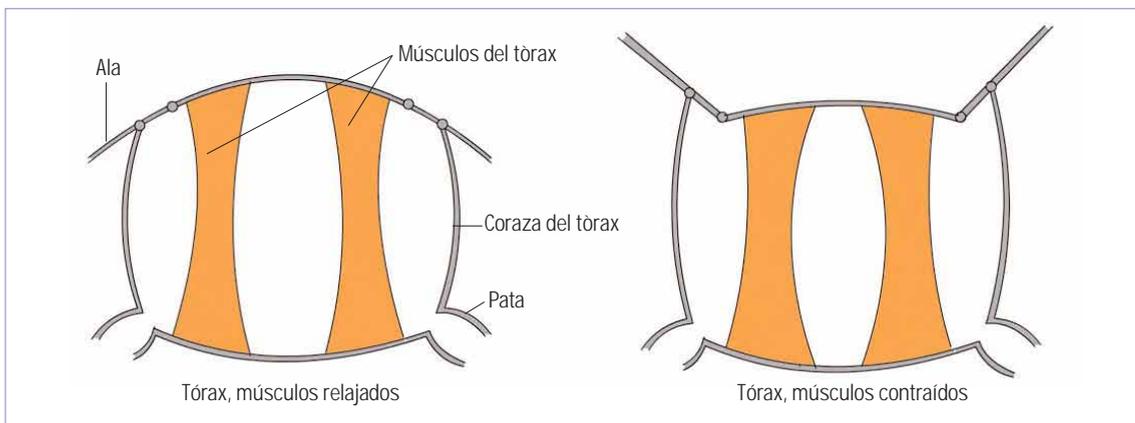


Figura 15.

### El modo en que los cangrejos consiguen abrir las almejas

El profesor reparte almejas a los alumnos. Les pide que comprueben con la mano la dureza de la concha y les explica de qué modo los cangrejos la rompen y acceden a su alimento (anexo 2).

El profesor comenta la viñeta 1, que muestra que la pinza del cangrejo puede parecerse mucho a las palancas estudiadas. Tras colocarla en la posición adecuada, el cangrejo introduce el diente macizo y potente de su pinza derecha en la rendija de la almeja y ejerce fuerza contra el borde de la concha hasta romperla. Por esta abertura mayor, el cangrejo hurga en el interior de la almeja y accede a su alimento, que atrapa con el dedo largo y fino de su pinza izquierda.

## CONDICIONES PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Material para cada grupo de tres o cuatro alumnos (ver la figura 7)

- ▶ Una pequeña caja de material de construcción. Si en la clase no hay ninguna, se puede pedir a una escuela vecina o a los mismos alumnos;
- ▶ Una regla plana o una varita de 30 a 50 cm. de longitud y una regla de sección cuadrada para hacer de punto de apoyo.
- ▶ Dos cajas idénticas (sin tapa) para fijar encima de las reglas con gomas elásticas.
- ▶ Una provisión de objetos idénticos (canicas, pernos, tornillos, tuercas, arandelas...) para colocar dentro de las cajas.

Material colectivo

- ▶ Un tronco o una piedra grande y el mango de un pico u otro palo grueso para levantar la mesa del profesor (sesión 2).
- ▶ Una tabla sólida de unos 2 m. para colocar encima del tronco (síntesis de la sesión 4).

Duración

Proponemos un desarrollo en ocho sesiones. Los profesores que quieran profundizar más en el tema de esta secuencia encontrarán prolongaciones en la sección "Para ir más lejos". Los que, por el contrario, prefieran un desarrollo mínimo podrán limitarse a las cuatro primeras sesiones.

## CONCLUSIÓN

En el anexo 3 se ofrecen varias opciones para evaluar los conocimientos adquiridos por los alumnos, que tienen que identificar la ley de la palanca en las ilustraciones que les son presentadas (de distinta dificultad).

## PARA IR MÁS LEJOS

Las balanzas, la noción de equilibrio

Se puede proponer a los alumnos que apliquen sus conocimientos sobre palancas a la situación del niño o niña que quiere columpiarse con un adulto (mayor, más pesado). ¿Dónde hay que colocar el punto de apoyo del columpio? Con un punto de apoyo fijo, ¿dónde deben colocarse el adulto y el niño? Luego se puede proponer la construcción de una balanza romana. Se construye con una barra que apoyada en una anilla por un punto cercano a su extremo. Se intentará conseguir el equilibrio entre una carga colgada del extremo y un contrapeso (bolas de plastilina, arandelas...) que podrá deslizarse por la barra con la ayuda de un clip.

La construcción de las pirámides: ¿palancas o planos inclinados?

Si se ha realizado la actividad de la sesión 6, los alumnos ya conocen un método para comparar fuerzas (figura 11). Es rudimentario, pero basta para realizar esta actividad. Los elementos del debate se pueden presentar rápidamente con la ayuda de textos breves y algunas imágenes.

*"Nuevas hipótesis cuestionan la utilización de rampas en la construcción de las pirámides de Egipto."*

*"Eres el arquitecto del faraón Kheops. El faraón quiere como tumba la pirámide más grande jamás construida. Como sus órdenes son designios divinos (¡tu cabeza corre peligro!), convocas a tu consejo de arquitectos para reflexionar sobre el problema. ¿Cómo se pueden amontonar miles de bloques de piedra calcárea de 2,5 toneladas de peso y 90 bloques de granito de 25 toneladas?" "Los egiptólogos todavía se pierden en conjeturas cuando intentan analizar los métodos utilizados por los arquitectos egipcios. Existen dos escuelas enfrentadas. La más extendida apuesta por la construcción de una rampa inclinada, progresivamente realizada y prolongada, sobre la que los hombres habrían arrastrado los bloques de piedra. Según la otra, los bloques de piedra habrían sido izados de una capa horizontal a la siguiente mediante máquinas de madera basadas en la ley de la palanca 4. Entre los partidarios de la tesis "maquinista" [de las palancas], el arquitecto Pierre Crozat ha presentado recientemente un sistema que es coherente con los escritos del historiador griego Herodoto (484 AC-420 AC). (...)" © Pour la science, nº 265, noviembre de 1999.*

4. Estas máquinas son parecidas a las que se han presentado a los alumnos en la sesión 2 (figura 6).

La tarea de los alumnos consiste en examinar, en grupos, la hipótesis alternativa a la de las palancas y comprobar experimentalmente que el esfuerzo requerido para mover una carga a lo largo de un plano inclinado es menor que el de moverla verticalmente (siempre y cuando se haya tomado la precaución de reducir el fregamiento: superficies pulidas o enjabonadas).

#### Fuentes

Trabajo experimentado con las clases de 3º, 4º y 5º de la escuela de Chaumet, Évires (Haute-Savoie), la clase de 3º de la escuela Les Fins, Annecy (Haute-Savoie) y varias clases de las escuelas de educación infantil Jean Vilar, Martin Luther King y Courcelles, Vaulx-en-Velin (Rhône).

## SELECCIÓN INDICATIVA DE SITIOS WEB

- ▶ Los sitios web de La main à la pâte en Francia y España, respectivamente, contienen bastantes actividades y animan a los educadores a plantear preguntas sobre física y ciencia en general. Unos consultores científicos les responden de manera precisa y sencilla, y las preguntas y respuestas se archivan.  
[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)  
[www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap)

#### Historia

- ▶ Entrada al Castillo de Montjuic, en Barcelona:  
[www.weblandia.com/castillos/montjuic.htm](http://www.weblandia.com/castillos/montjuic.htm)
- ▶ El puente levadizo y otras imágenes de la Fortaleza de Jaca:  
[www.pirineodigital.com/actualidad/rapitan.htm](http://www.pirineodigital.com/actualidad/rapitan.htm)
- ▶ Castillo de Ponferrada:  
[www.lector.net/phyoct98/ponferr3.htm](http://www.lector.net/phyoct98/ponferr3.htm)

#### Objetos técnicos

- ▶ Una foto del puente levadizo del puerto de Barcelona  
[www.urssa.es](http://www.urssa.es)
- ▶ En la sección "Mecánica", sistemas de palanca en diversos tipos de piano (esquemas):  
[www.pianospuig.com/esp/inicio.html](http://www.pianospuig.com/esp/inicio.html)
- ▶ Imagen de las poleas de un teleférico:  
[www.bmf-ag.ch/umlaufbahn.htm](http://www.bmf-ag.ch/umlaufbahn.htm)
- ▶ Sistema de un teleférico eficiente energéticamente  
[www.ycc.ac.uk/yc/new/media/mike/dt/cat2002.htm](http://www.ycc.ac.uk/yc/new/media/mike/dt/cat2002.htm)
- ▶ Fotografía de una polea de barco:  
[www.vlevelly.com/Bateaux/poulie.html](http://www.vlevelly.com/Bateaux/poulie.html)
- ▶ Diferente tipos de polea:  
[www.educa.aragob.es/iesepila/tecno1/PAG3.htm](http://www.educa.aragob.es/iesepila/tecno1/PAG3.htm)

#### Diversos

- ▶ Simuladores en que las poleas y palancas pueden accionarse con el ratón del ordenador:  
[www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/applets/Fendt/physesp/physesp.htm](http://www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/applets/Fendt/physesp/physesp.htm)
- ▶ Maqueta de un castillo con puente levadizo para construir en casa:  
[www.tiboo.com/tibooarc/bricolages/chateau-fort.htm](http://www.tiboo.com/tibooarc/bricolages/chateau-fort.htm) (en francés)

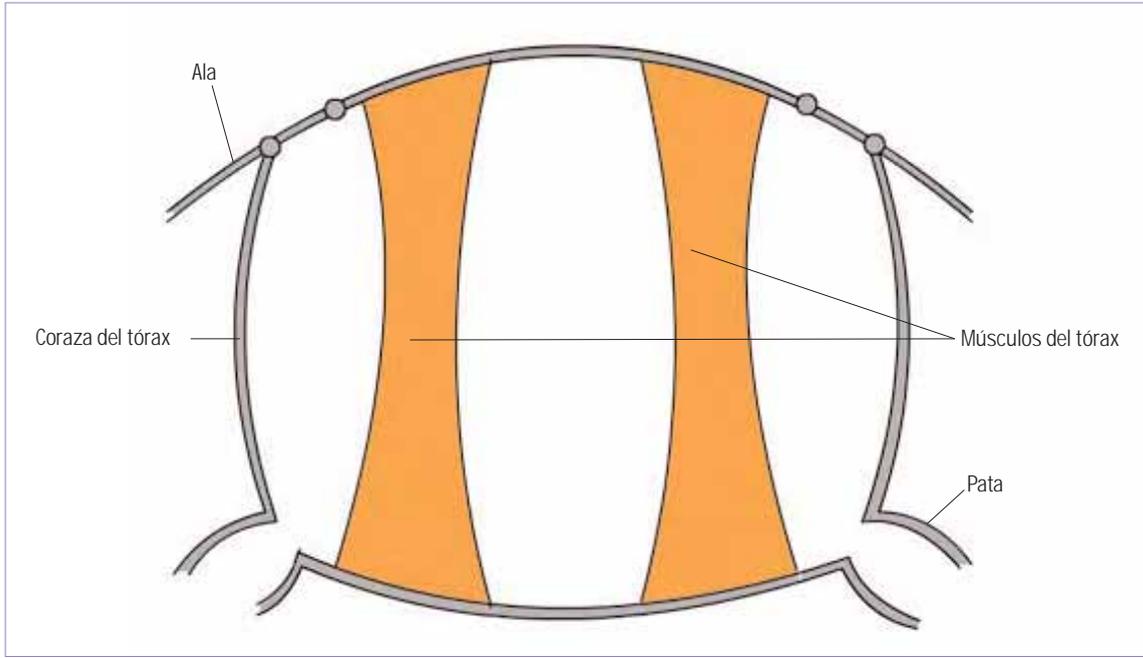
- ▶ Resumen teórico muy claro sobre la ley de la palanca  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Palanca>

#### Actividades pedagógicas

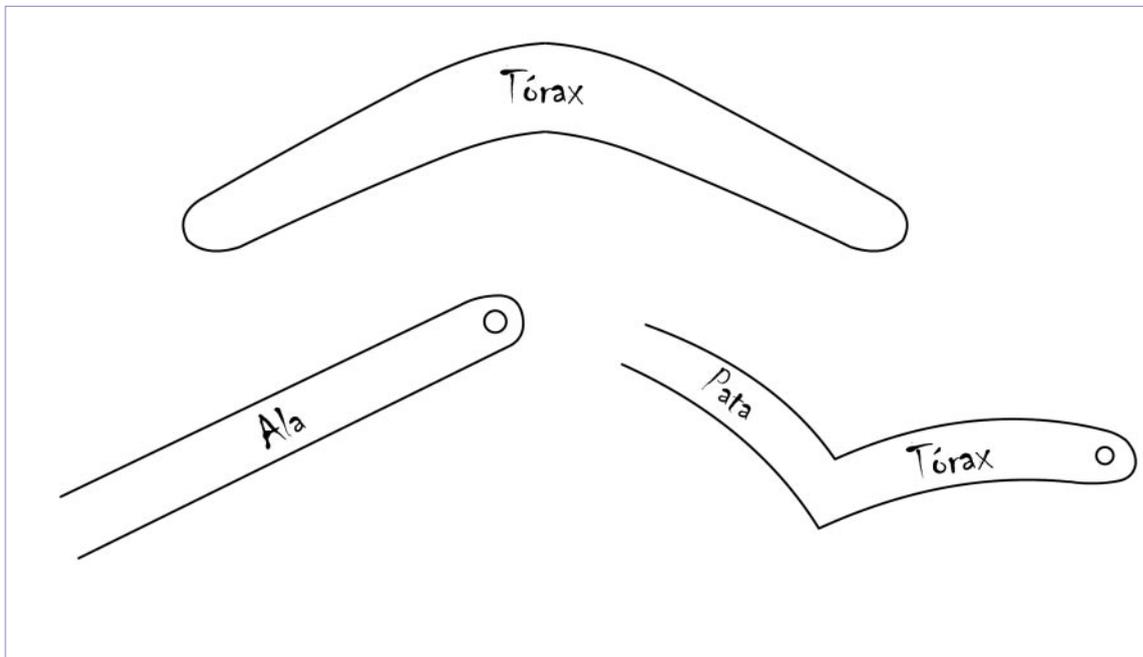
- ▶ Entre otras actividades, los niños y niñas de infantil experimentan con palancas:  
[www.xtec.es/~mpedreir/escola/reconstr/reconstruim.htm](http://www.xtec.es/~mpedreir/escola/reconstr/reconstruim.htm) (en català)

## ANEXO 1. El vuelo de un insecto

El siguiente esquema representa la sección del tórax de un insecto cuando los músculos están relajados. Para simplificar algunos músculos no han sido representados.



Reproduce y recorta las siguientes formas en cartón ligero. Son representaciones de la parte izquierda de la sección anterior.



Utilizando encuadernadores planos de arandela, construye las articulaciones de las alas y haz que funcionen. En tu cuaderno de experimentos, dibuja el esquema de la sección del tórax cuando los músculos están contraídos.

ANEXO 2

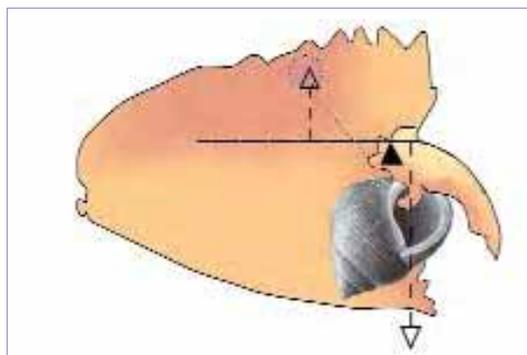
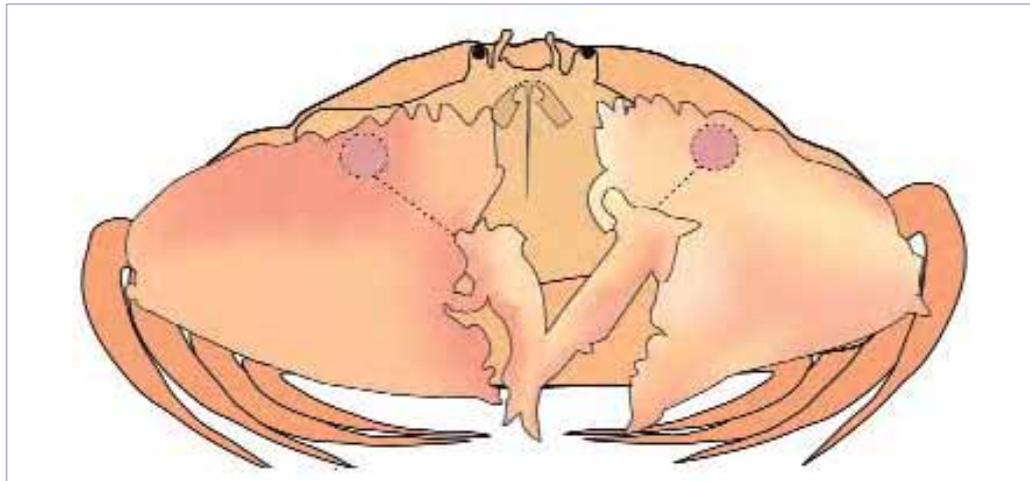


Figura 1

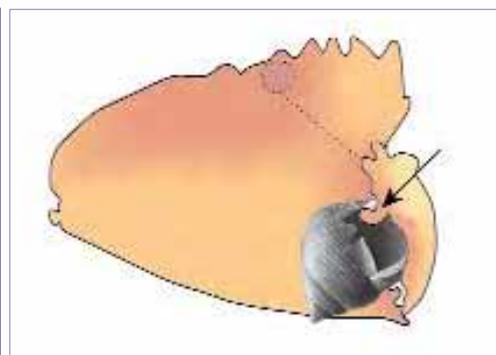


Figura 2

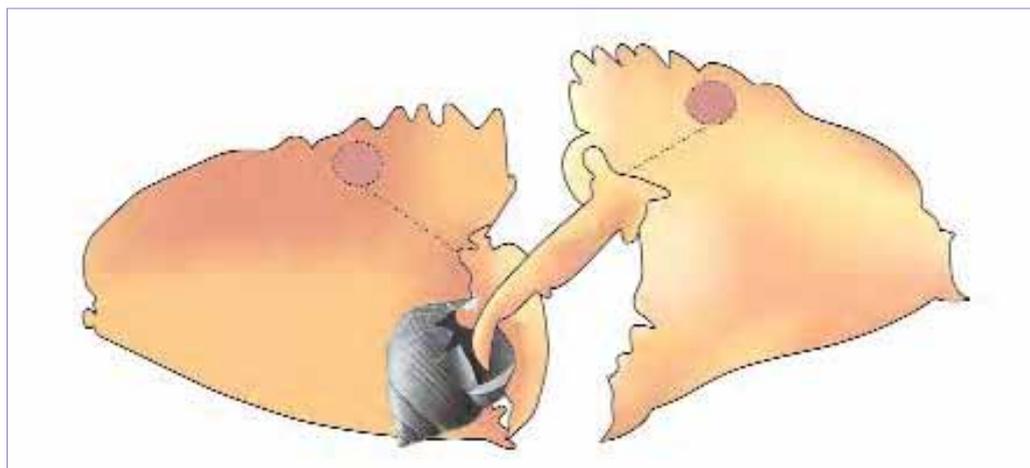


Figura 3

Las flechas de la figura 1 sugieren que la fuerza ejercida por los músculos de la pinza del cangrejo, pequeña, ejerce una fuerza mucho mayor contra la concha de la almeja. Eso es debido a la diferencia entre las distancias existentes hasta el punto de apoyo.

## ANEXO 3

A continuación, se ofrecen herramientas para evaluar la adquisición, por parte de los alumnos, de tres competencias específicas: la identificación de dispositivos que utilizan la ley de la palanca, la comprensión del papel de las distancias entre los puntos donde se ejercen las fuerzas y el punto de apoyo, y la identificación de la ley de la palanca en dispositivos complejos no tratados en la secuencia.

1. Observa estos objetos e indica cuáles utilizan la ley de la palanca.



Imagen 1.  
Un sacaclavos..



Imagen 2. Un cascanueces.



Imagen 4. Un estuche con cierre de cremallera.

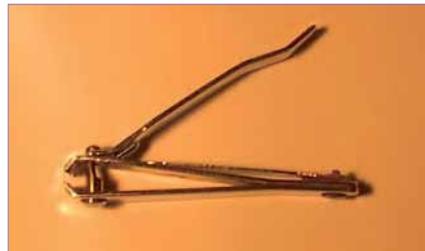


Imagen 3. Un cortaúñas..



Imagen 5. Una perforadora de oficina.



Imagen 6. Una máquina de taladrar

### Indicaciones para el profesor

Dispositivos que utilizan palancas: 1, 2, 3, 5.

Dispositivos que no utilizan palancas (al menos de modo evidente): 4 y 6.

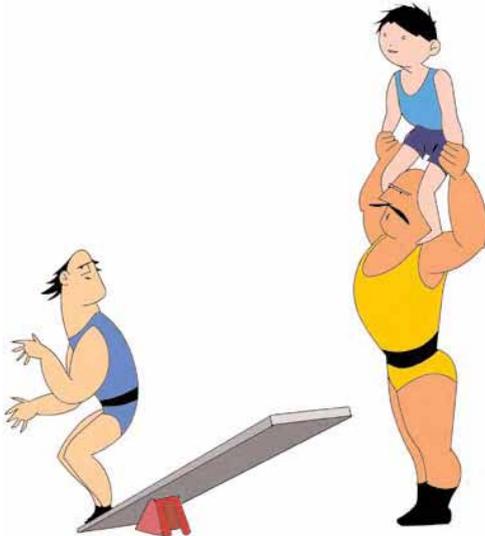
Se aconseja que los dispositivos escogidos sean muy variados. Es posible que los alumnos creen que una palanca tiene que constar obligatoriamente de una barra rectilínea. El cascanueces y el cortaúñas son palancas acodadas. Es posible que creen que las palancas sirven exclusivamente para levantar cargas pesadas. En este caso, el profesor puede mostrarles las imágenes de la perforadora de oficina o el cortaúñas. También pueden creer que las palancas son siempre herramientas de bricolaje. Por este motivo se proponen la perforadora de oficina o el cascanueces, que son palancas, y la máquina de taladrar, que es una herramienta de bricolaje sin palanca<sup>6</sup>).

93 6. De hecho, un estudio preciso de la taladradora permite ver, por ejemplo, que tiene una palanca de gatillo. Pero para Educación Primaria, y teniendo en cuenta el trabajo realizado, no parece razonable entrar en estos detalles.

2. Observa el león y el conejo. ¿Pueden estar en equilibrio en alguno de estos dibujos? Rodea el caso o los casos en que sea posible.



3. Observa el siguiente dibujo.



Dibuja la tabla y el punto de apoyo tal y como los han colocado los acróbatas. ¿Por qué los han colocado así?

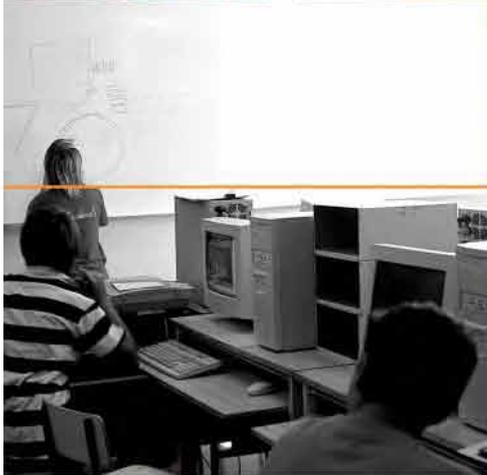


### Indicaciones para el profesor

Los ejercicios 2 y 3 sirven para saber si los alumnos han entendido bien la influencia de la posición del punto de apoyo (lejos de la carga que se quiere propulsar, en el caso del número de los acróbatas) y de los puntos donde se ejercen las fuerzas.

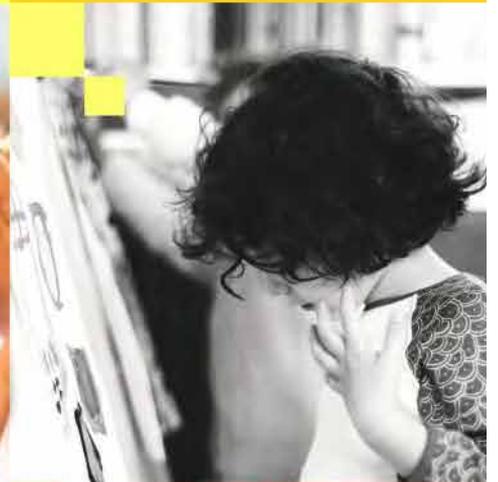
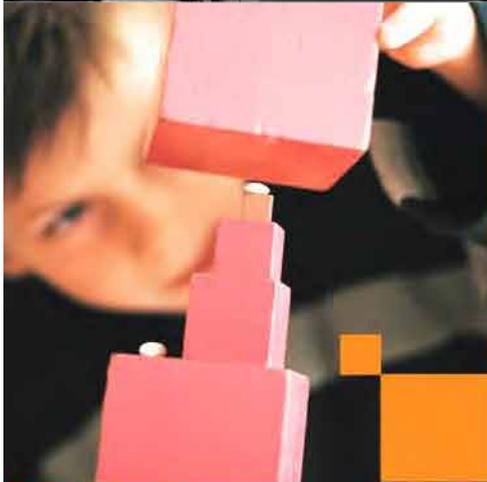


Educación Infantil y Educación Primaria



# PROYECTO LAMAP

Proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela



iniciativas

## 6. ¿DE DÓNDE SOPLA EL VIENTO?

### Segundo y Tercer Ciclo de Primaria

Esta secuencia permite ilustrar la conexión entre ciencia (adquisición de conocimientos; en este caso, la materialidad del aire y los efectos de las fuerzas) y tecnología (construcción de un objeto con una utilidad y unas funciones definidas).

- ▶ El aire en movimiento puede producir una fuerza y crear movimiento.
- ▶ Tal efecto puede ser utilizado para hacer funcionar ciertos objetos.
- ▶ Estos objetos pueden tener la función de producir energía (molino de viento) o indicar una dirección (manga de viento, veleta). La manga de viento permite obtener, además, una indicación de la velocidad del viento.

Por razones de sencillez y de interés pedagógico (presencia de un eje de rotación, relación con los puntos de referencia llamados cardinales) se retiene, como objetivo de construcción de la secuencia, la segunda función.

## UBICACIÓN EN EL CURRÍCULO\*

**P5 y Primer Ciclo de Primaria:** En el marco del estudio de la materia, los alumnos han constatado la existencia del aire. A través de la materialidad del aire han abordado el estado gaseoso. En el marco del estudio del espacio han aprendido a representar el entorno cercano, a ubicarse y a orientarse en el espacio. Saben localizar y describir oralmente los elementos de un espacio organizado.

**Segundo y Tercer Ciclo de Primaria:** Los temas de esta secuencia sobre el viento se vuelven a tratar en muchas partes de la programación de ciencias experimentales y tecnología.

**Educación secundaria:** Se introducirá la noción de fuerza.

**Bachillerato:** Se estudiará el movimiento de un sólido en rotación alrededor de un eje, el trabajo de una fuerza y la energía.

### Conocimientos y buenas prácticas que los alumnos deberían haber adquirido o estar en proceso de adquirir al finalizar la secuencia

El viento es aire que se desplaza respecto de un punto fijo. Del viento se perciben los efectos. El aire ejerce fuerzas sobre los objetos respecto de los que está en movimiento. Estas fuerzas actúan sobre la forma y/o posición de los objetos. En posición de equilibrio, una veleta indica la dirección del viento local si las superficies<sup>1</sup> a uno y otro lado del eje de rotación son muy diferentes; la parte de superficie más pequeña indica de dónde sopla el viento.

#### \*Nota a la edición en castellano

Este apartado hace referencia a la ubicación de los contenidos en el currículo francés y se da a título orientativo. A continuación se ofrecen los elementos básicos que, en relación con este tema, figuran en el currículo español común.

Extractos del R.D. 830/2003 de 27 de junio.

Contenidos	Criterios de evaluación
<p><b>Primer Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ El aire que respiramos. Composición, características e importancia para los seres vivos. El tiempo atmosférico: principales fenómenos meteorológicos. La sucesión estacional.</li> </ul> <p><b>Segundo Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ El clima y su repercusión en el paisaje.</li> </ul> <p><b>Tercer Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Máquinas y aparatos en la vida cotidiana. Tipos de máquinas y sus usos más frecuentes. Utilización de aparatos y compuestos.</li> <li>▶ Concepto de energía. Fuentes de energía y materias primas. Energías renovables y no renovables. Desarrollo sostenible</li> </ul>	<p><b>Primer Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Conocer los principales fenómenos meteorológicos y comprender las características de las estaciones del año.</li> </ul> <p><b>Segundo Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Reconocer los diferentes elementos que configuran el paisaje (relieve, suelo, clima, vegetación, poblamiento, redes de comunicación) para establecer semejanzas y diferencias entre diferentes ámbitos territoriales.</li> </ul> <p><b>Tercer Ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Conocer los diferentes paisajes españoles, comprendiendo que son el resultado de la combinación de diversos agentes físicos, así como de la interacción entre el medio natural y los grupos humanos.</li> <li>▶ Conocer las principales fuentes de energía y su impacto medioambiental y clasificar diversos tipos de materias primas explicando sus posibles usos y transformaciones. Aplicar el concepto de desarrollo sostenible a las actividades de la vida cotidiana.</li> </ul>

## UN POSIBLE DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Las sesiones presentadas a continuación no tienen todas la misma importancia ni deben llevarse a cabo en este momento o en este orden; su sucesión no responde a un desglose temporal lineal.

Hay muchos recorridos posibles. Sin embargo, las sesiones 2, 3, 4 y 5 constituyen un núcleo ineludible. Corresponde a los profesores añadir a este núcleo, cuando les parezca más oportuno y en función de su proyecto pedagógico, una u otra sesión. En particular, la sesión 7 puede integrarse fácilmente en la sesión 4.

Algunos ejemplos de recorrido:

- ▶ sesiones 2, 3, 4 y 5;
- ▶ sesiones 6, 2, 3, 4 y 5;
- ▶ sesiones 2, 3, 7, 4 y 5;
- ▶ sesiones 2, 3, 4, 7, 5, 8...

**Nota:** La sesión 1 correspondería a Primer Ciclo de Primaria; sin embargo, si se lleva a cabo antes de las siguientes sesiones, los alumnos progresarán más deprisa hacia la cuestión de la orientación y los puntos de referencia que se plantea en la sesión 2.

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Proceso científico	Conocimientos, saberes y habilidades en juego
SESIÓN 1	¿Cuáles son los efectos del viento?	A partir de sus observaciones y de su experiencia sensible, los alumnos se fijan en los fenómenos que ponen de manifiesto la presencia del viento e intentan describirlos.	Observación.	Saber distinguir los elementos de la naturaleza de los objetos contruidos por el hombre.
SESIÓN 2	¿Qué objetos indican la dirección del viento?	Sesión corta que ayuda a descubrir que el viento ejerce fuerzas sobre los objetos y puede producir su movimiento.	Propuestas de experimentos.	Saber argumentar. Saber representar.
SESIÓN 3	¿Cuáles son las características de estos objetos?	Los alumnos ponen a prueba una parte o la totalidad de las propuestas formuladas en la sesión anterior.	Primeras experimentaciones y definiciones de las características esperadas de los objetos.	Saber seleccionar información pertinente. Comprender que el viento es aire en movimiento respecto de un punto fijo.
SESIÓN 4	¿Cómo construir una veleta?	Los alumnos se enfrentan a situaciones que ponen de manifiesto el papel de las masas y superficies a uno y otro lado del eje de rotación.	Primeras construcciones.	Comprender que el viento ejerce fuerzas sobre los objetos. Observar que la veleta indica la dirección del viento local siempre y cuando las superficies a uno y otro lado del eje de rotación sean muy diferentes.
SESIÓN 5	Construcción de una veleta.	Los alumnos construyen y ponen a prueba una veleta que responde a los criterios fijados en los experimentos precedentes.	Construcción y validación.	Saber construir un dispositivo técnico a partir de constreñimientos específicos.

SESIONES	Pregunta de partida	Actividades realizadas con los alumnos	Proceso científico	Conocimientos, saberes y habilidades en juego
SESIÓN 6	¿Por qué se quiere saber de dónde sopla el viento?	A través de documentos, los alumnos reflexionan sobre el papel histórico y social de los objetos construidos por el hombre para conocer la dirección del viento. Establecen comparaciones con la actualidad.	Búsqueda documental.	Aprender a buscar información pertinente.
SESIÓN 7	¿Cómo identificar la dirección del viento?	Mientras intentan describir la dirección del viento (en la escuela, con motivo de una salida, en un plano o un mapa), se anima a los alumnos a usar las nociones de "punto de referencia local" y "punto de referencia geográfico" (puntos cardinales).	Observaciones.	<p>Ser capaz de distinguir "punto de referencia local" de "punto de referencia geográfico".</p> <p>Saber utilizar una brújula.</p>
SESIÓN 8	¿Cuáles son los vientos dominantes?	Los alumnos registran regularmente la dirección del viento que señala la veleta y observan la variabilidad de los vientos locales.	Observaciones y construcciones.	<p>Recoger datos de modo pertinente.</p> <p>Representar datos matemáticamente e interpretarlos</p>

## SESIÓN 1. ¿Cuáles son los efectos del viento?

A partir de sus observaciones y de su experiencia sensible, los alumnos se fijan en los fenómenos que ponen de manifiesto la presencia del viento e intentan describirlos.

### Objetivos

- ▶ Primera aproximación a los efectos del viento sobre elementos presentes en la naturaleza y objetos construidos por el hombre.
- ▶ Explicación de la diferencia entre lo que ha sido construido por el hombre y lo que no.
- ▶ Enriquecimiento del vocabulario a partir de los fenómenos observados.
- ▶ Enriquecimiento de la lengua a partir de la especificidad de las situaciones (observaciones, descripciones, interpretaciones, pruebas...).

### Situación de partida, formulación de interrogantes

Para no limitar a los alumnos a preguntas demasiado formales o respuestas convenidas, se puede proponer un ejercicio del tipo: "F. dice que hoy hace viento. Buscad, en el exterior, indicios que permitan justificar esta afirmación."

### Ejemplos de respuestas de los alumnos

Las hojas y las ramas de los árboles, los cabellos, el dedo humedecido, el polvo, la tierra, la arena, el humo, el "vapor" de las chimeneas, un pedazo de ropa, la ropa tendida, las nubes, un trozo de papel, una manga de viento, una veleta, una cometa...

## Análisis de las respuestas y formulación del problema

“¿Cuáles son las diferencias entre estas propuestas? ¿Cómo se pueden clasificar?”

Es poco probable que los alumnos propongan, por sí solos, la clasificación deseada (construido/natural). El profesor puede introducirla mientras dirige el intercambio oral en el grupo-clase y hacer aparecer tres categorías:

- ▶ Los efectos del viento sobre el cuerpo, percibidos mediante los sentidos;
- ▶ Los efectos del viento sobre elementos de la naturaleza;
- ▶ Los efectos del viento sobre objetos contruidos por el hombre.

## Concepción de la investigación por parte de los alumnos

En relación con la tercera categoría, se pide a los alumnos que elaboren y pongan a prueba un dispositivo. Esto conduce a una nueva distinción entre:

- ▶ Los objetos contruidos por el hombre para obtener información sobre el viento (velocidad, dirección). Si los alumnos las citan, la brújula y la rosa de los vientos se clasifican provisionalmente en esta categoría (se pondrán a prueba más adelante);
- ▶ Los objetos que sufren los efectos del viento pero no han sido contruidos para obtener información sobre éste (tejas que salen proyectadas, paraguas que se vuelven del revés...).

## Textos, trabajo lingüístico

Pueden pedirse textos a los alumnos para:

- ▶ Dar forma a las primeras observaciones realizadas en relación con las tres categorías (descripción, justificación de la clasificación del objeto o elemento en una de ellas...).
- ▶ Proponer construcciones sencillas para poner a prueba.

La producción de textos es necesaria para categorizar y representar. Ejemplo de enriquecimiento de vocabulario: arremolnarse, proyectarse, dispersarse... Las tejas salen proyectadas; los papeles, no. Las hojas se arremolninan, las tejas, no...

## Ejemplos de dispositivos contruidos

Un vaso casi lleno de agua (cuando sopla viento se forman pequeñas olas en la superficie); un trapo atado a una botella con lastre; un papel atado a un cordel... Se aconseja poner a prueba estas construcciones en el exterior. Luego darán lugar a un trabajo de esquematización en los cuadernos de experimentos.

## SESIÓN 2. ¿Qué objetos indican la dirección del viento?

Los alumnos inventan dispositivos para saber de dónde sopla el viento.

### Objetivo

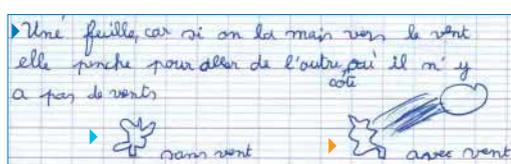
Lograr que los alumnos expliquen sus concepciones y someterlas a un primer análisis para concretar el objetivo de la actividad posterior.

### Consigna

Cada alumno responde a una doble pregunta: “¿Conoces objetos que puedan ser útiles para saber de dónde sopla el viento? ¿Cómo se utilizan?”. Los alumnos describen sus propuestas en los cuadernos de experimentos (dibujos y/o textos). El profesor debe asegurarse de que la consigna ha sido bien entendida. En función de la edad y experiencia previa de los alumnos, se han observado dificultades para diferenciar la cuestión del origen (causa) del viento de la cuestión de su dirección y sentido. La pregunta “¿Por qué hay viento?” sería legítima, pero plantea un problema demasiado complejo que no será tratado aquí.

## Ejemplos de dispositivos propuestos por los alumnos

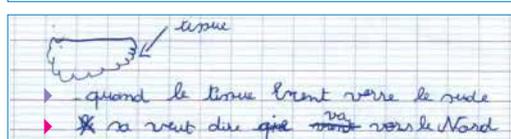
- ▶ "Ato un globo con un cordel y miro hacia dónde se desplaza."
- ▶ "Cojo un cuaderno y lo pongo boca abajo para que el viento haga girar las páginas."
- ▶ "Ato un cabo de cordel o un trozo de ropa a un bastón."
- ▶ "Clavo una botella agujereada a un bastón."
- ▶ "Utilizo una bandera."
- ▶ "Utilizo una manga de viento."
- ▶ "Utilizo una veleta."
- ▶ "Con un satélite."
- ▶ "Con una brújula?"



- ▶ Una hoja, porque si se pone de cara al viento se va hacia el otro lado, donde no hay viento.
- ▶ sin viento
- ▶ con viento



- ▶ Cómo se utiliza: la brújula sirve para saber dónde está el viento.



- ▶ Cuando la ropa va hacia el sur eso significa que viene va hacia el Norte.
- ▶ ropa

Figura 2. Tres propuestas de alumnos.

## Tratamiento de las propuestas de los alumnos

Para que conduzca a preguntas productivas, el tratamiento se puede organizar de dos maneras (ver la Introducción, "Condiciones para la puesta en práctica de una secuencia didáctica").

## ▶ Tratamiento inmediato:

El profesor pide a los alumnos que clasifiquen las propuestas en las categorías enumeradas más abajo, establecidas a priori. Cada grupo (que puede ser de entre cuatro y seis alumnos) elabora una clasificación argumentada de las propuestas de sus miembros y escribe en un cartel la propuesta del grupo. La comparación de los carteles permite al profesor organizar un debate para definir los obstáculos y limitar la elección a las propuestas más pertinentes.

## ▶ Tratamiento diferido:

Los alumnos (por ejemplo, en parejas) clasifican el conjunto de propuestas anotadas por el profesor en las categorías establecidas (también aquí) a priori. Luego, confrontaciones en grupos de cuatro y a continuación entre grupos permiten elaborar una clasificación argumentada destinada a ser presentada a toda la clase. En pequeños grupos, los alumnos establecen por sí solos categorías relacionadas con el trabajo realizado durante la sesión 1. Proponen una clasificación. En este caso, las interacciones y el debate tienen como objeto los criterios de categorización y la adecuación de las respuestas a los criterios

## Ejemplo de categorías posibles

**Categoría 1:** Dispositivos que resuelven el problema pero no se pueden construir en clase: existen satélites que observan la atmósfera desde el espacio y permiten deducir la dirección del viento (encima de los océanos, por ejemplo), ¡pero no se puede construir un satélite en clase!

**Categoría 2:** Dispositivos dirigidos directamente a alguno de los cinco sentidos. El ruido del viento en las orejas, el dedo humedecido...

**Categoría 3:** Dispositivos relacionados con la observación de fenómenos del entorno. Dirección del humo, inclinación de los árboles, hojas llevadas por el viento...

**Categoría 4:** Dispositivos-objeto. Veleta, manga de viento, hilo de lana, brújula, rosa de los vientos... Dentro de estos, se pueden distinguir:

- ▶ Los objetos que el viento deforma (cordel, líquidos).
- ▶ Los objetos que el viento mueve alrededor de una posición fija (objetos anclados).

Los objetos propuestos en esta última categoría son los que se van a construir y poner a prueba más adelante.

## Sugerencias

Se justifican las razones por las que se dejan de lado los dispositivos clasificados en las categorías 1, 2 y 3:

- ▶ Categoría 1: falta de realismo;
- ▶ Categoría 2: demasiado subjetivos, dependen de la persona;
- ▶ Categoría 3: no reproducibles, no universales y de poca precisión.

Se extrae una estrategia: construir un objeto técnico que sea sensible a la fuerza ejercida por el viento e indique de modo estable su dirección.

## Notas

Más arriba se han evocado los textos colectivos. Sin embargo, cada alumno podrá reformular en su cuaderno los dispositivos que le afecten más concretamente.

De todas las formulaciones posibles, se favorecerá la que exprese que, para determinar con precisión la dirección del viento, hace falta un objeto que bien se deforme, bien se oriente por efecto del viento.

## SESIÓN 3. ¿Cuáles son las características de estos objetos?

Primeras experimentaciones y definiciones de las características esperadas de los objetos. Los alumnos ponen a prueba la totalidad o una parte de las propuestas de la sesión anterior y empiezan a definir las características funcionales del objeto. Como la sesión es larga, es posible que tenga que dividirse en dos partes.

### Objetivos

A partir de las pruebas realizadas con los objetos propuestos y retenidos, los alumnos definirán las condiciones necesarias para que un objeto responda a la doble cuestión planteada al inicio de la sesión anterior y, de este modo, determinarán las características del objeto que van a construir (en este estadio, las posibilidades han quedado reducidas a la manga de viento y la veleta).

Se explicará y tratará la cuestión "¿Cómo producir viento?".

## Consignas

El dispositivo retenido permite que cada alumno ponga a prueba experimentalmente sus concepciones, que han sido más o menos transformadas durante la sesión 2.

Para que el trabajo sea realmente productivo, es aconsejable que los alumnos trabajen en parejas. Pero el profesor puede decidir la mejor manera de agruparlos en función de la dinámica de la clase.

“Construid y poned a prueba un objeto que señale de dónde sopla el viento.”

Necesitaremos, para empezar, viento: “¿Cómo podemos producir viento?”

Los objetos serán elegidos entre aquellos propuestos por los alumnos en la sesión anterior.

Si todavía no han sido eliminadas, los alumnos excluyen, durante esta sesión, las soluciones no pertinentes (brújula, rosa de los vientos) o demasiado imprecisas (hilo de lana). Tras las primeras tentativas, el profesor encamina a los alumnos hacia la construcción de una veleta. La manga de viento, que los niños conocen bien, se deja como solución pertinente.

La cuestión de los puntos de referencia se abordará bien a partir de propuestas de los alumnos, bien con la ayuda del dispositivo preparado a continuación

## Investigaciones realizadas por los alumnos

El sistema para poner a prueba los dispositivos se puede instalar del siguiente modo (ver la figura 3).

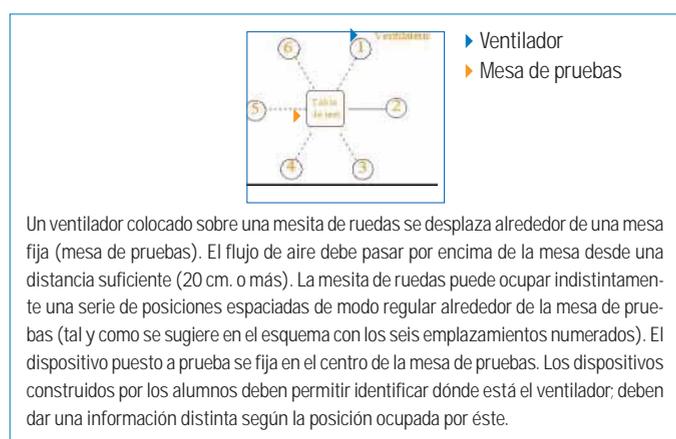


Figura 3. Sistema para poner a prueba los dispositivos de la clase.

Para no correr ningún riesgo, una rejilla de protección debe impedir el contacto con las palas del ventilador. Si la cuestión de los puntos de referencia no aparece de entrada, se puede diferir (ver la sesión 7). El experimento será más concluyente con un ventilador de suficiente diámetro (de 10 a 20 cm.). Para tomar nota de las pruebas realizadas con este sistema, se podrán utilizar planos realizados a partir del esquema anterior, codificaciones en soportes predeterminados u otros métodos propuestos por los alumnos.

No es aconsejable imponer puntos de referencia intermedios (como, por ejemplo, las posiciones de la mesita) a los alumnos que recorran por sí solos a las nociones de norte, sur, oeste, nordeste... Al contrario: si estos puntos de referencia han sido tratados en el aula (por ejemplo, en clase de geografía) es conveniente utilizarlos.

Las observaciones del comportamiento de los objetos y las interpretaciones hechas por sus autores se comparan en unas confrontaciones organizadas por el profesor. Estos debates permiten poner de manifiesto las características que deben tener los objetos para cumplir la función deseada.

Figura 4. Ejemplos de construcciones de una clase de 5º.



Pájaro veleta



Molinete con zócalo



Globo atado a un cordel

## Notas

Los alumnos describen su proyecto de construcción en el cuaderno de experimentos. Deben anotar qué esperan de él y, una vez realizadas, los resultados de las pruebas y sus observaciones. También deben tomar nota de las razones por las que retienen o abandonan el dispositivo puesto a prueba.

La cuestión de los puntos de referencia vendrá dada por la necesidad de comunicar o tomar nota de las observaciones. También se podrá introducir con preguntas como las siguientes: “¿hacia dónde va el viento?”; “¿cómo se puede saber si el viento viene siempre de la misma dirección?”.

## Ejemplos de observaciones que pueden dar pie a un debate de utilidad para la elaboración de criterios de construcción

- ▶ El viento es regular pero el dispositivo indica varias direcciones, no encuentra una posición de equilibrio (es el caso, por ejemplo, del hilo de lana).
- ▶ El dispositivo se deforma o no es resistente al viento fuerte (solución: construcción de zócalos, sujeción con vientos).
- ▶ El dispositivo no señala nada cuando el viento es débil.
- ▶ El dispositivo no es resistente a la lluvia.

## Ejemplos de textos terminados

- ▶ El viento es un flujo de aire que viene de un lugar, va hacia otro lugar y posee, por tanto, una dirección determinada respecto de un punto de referencia.
- ▶ Un objeto que gira por efecto del viento puede indicar de dónde sopla el viento.
- ▶ Para poder dar un nombre a la dirección del viento, ese objeto debe tener un puntero y se necesita un punto de referencia local o geográfico (puntos cardinales).

## Características de los dispositivos según una clase

- ▶ Asimetría de los objetos para poder identificar el sentido del viento (diferenciar de dónde viene y hacia dónde va).
- ▶ En el caso de un dispositivo con eje de rotación, verticalidad del eje y reducción del rozamiento.
- ▶ Sensibilidad al viento (materiales, formas)..
- ▶ Estabilización del dispositivo en una posición que indique la dirección del viento.

## Algunos consejos

La cuestión “¿Cómo producir viento?” tendría que quedar resuelta durante la experimentación. La producción de viento se asocia fácilmente a la puesta en marcha de un ventilador. El viento es aire en movimiento.

Hay que precisar esta noción introduciendo la del movimiento respecto de un punto de referencia. Para hacerlo, el profesor puede proponer una observación comparada de:

- ▶ El ventilador que pone aire en movimiento.
- ▶ El movimiento de un molinillo o una manga de viento por efecto del viento, que provoca la rotación del molinillo o hincha la manga de viento.

Esto debería permitir llegar a la conclusión de que el viento es un desplazamiento de aire respecto de un punto de referencia determinado (noción de movimiento relativo).

## SESIÓN 4. ¿Cómo construir una veleta?

En aquesta sessió es confronta els alumnes amb situacions que evidencien, sobretot, el paper de les parts situades a una i altra banda de l'eix del penell.

### Objetivo

Descubrir a partir de pruebas y, si es necesario, experimentos adicionales, una de las principales características de la veleta: la distribución de masas y superficies a uno y otro lado del eje.

Responder a la siguiente pregunta: "¿Cómo actúa el viento?"

### Indicaciones para los profesores

Lograr una rotación en buenas condiciones técnicas (sin torsión del eje, con minimización del rozamiento) obliga a equilibrar las masas a uno y otro lado del eje. Si esta condición no se cumple, la vida del dispositivo se reduce y el rozamiento limita su precisión. El equilibrio se consigue cuando el centro de gravedad del sistema se sitúa sobre el eje.

Esto se puede conseguir del siguiente modo: en ausencia de viento, se coloca el eje horizontal; la veleta, vuelta en una dirección cualquiera, no debe moverse (los físicos hablan de equilibrio indiferente).

Desde un punto de vista físico, sólo cuando existe una gran diferencia entre las superficies a uno y otro lado del eje de rotación la posición de equilibrio de la veleta indica la dirección del viento (es paralela a ésta); cuando esto es así, la parte de superficie más pequeña o punta de la saeta indica el sentido del viento (de dónde sopla). Esta condición es importante.

De modo sorprendente, puede observarse que un dispositivo hecho de dos placas simétricas respecto del eje de rotación adopta una posición de equilibrio perpendicular a la dirección del viento, excepción a una regla empírica simple según la cual los dispositivos estudiados se orientan de modo a minimizar la superficie de contacto con el viento.

No se trata de dar estas explicaciones a los alumnos. Su finalidad es ayudar al profesor a interpretar los resultados de las experimentaciones y a guiar a los alumnos en sus descubrimientos empíricos.

### Experimentos que se pueden proponer

Se reparten veletas poco asimétricas a los alumnos y se da la siguiente consigna: "Probad este dispositivo y proponed mejoras para que indique la dirección del viento".

Se trata de que los alumnos observen la imperfección del dispositivo; será fácil realizar un experimento que muestre que la veleta indica una dirección que no coincide con la del viento. A partir de la interpretación y el análisis más o menos empírico de los resultados obtenidos, se puede animar a los alumnos a lograr que las superficies de las placas a uno y otro lado del eje de rotación sean muy asimétricas.

Los alumnos también deberán observar que, con el ventilador a igual potencia, superficies de contacto con el viento distintas provocan movimientos distintos.

Esta observación puede ser útil para responder a la pregunta "¿Cómo actúa el viento?", que también puede ser planteada a partir de observaciones de los alumnos ("el viento tumba la veleta" o "el viento empuja la veleta"), o incluso introducida por el profesor durante las experimentaciones. Esta etapa se puede preparar durante las sesiones de experimentación, dando prioridad a las situaciones que conducen a los alumnos a afirmar que el viento "empuja" a los objetos o, de un modo más preciso, ejerce fuerzas sobre las superficies de contacto de los objetos cuya magnitud está directamente relacionada con el tamaño de éstas.

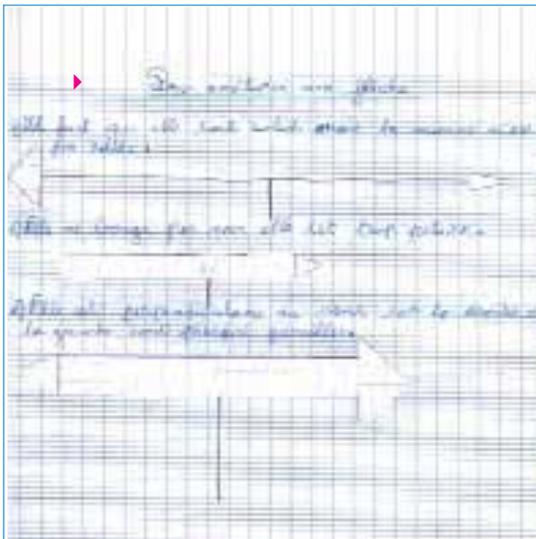
## Para el profesor

En los boletines de meteorología marina, la expresión “fuerza del viento” (expresada según la escala de Beaufort) se usa para indicar la velocidad del viento. Para evitar confusiones, se preferirá la palabra “velocidad” (expresada en Km./h.), porque el lenguaje científico reserva la palabra fuerza para otra magnitud (fuerzas ejercidas sobre los objetos).

## Ejemplos de resultados obtenidos con los primeros dispositivos construidos

- ▶ Rotación continuada alrededor del eje.
- ▶ Rotación interrumpida y estabilización en una posición que no indica la dirección del viento.
- ▶ Estabilización y orientación en la dirección del ventilador (en este caso, para ayudarlo a analizar el éxito, el profesor pide al alumno que construya otra forma “igualmente eficaz”).

## Ejemplos de textos individuales



- ▶ Para mejorar la saeta  
Tiene que ser sólida. La mía no lo es.  
No se mueve porque es muy pequeña.  
Se queda en una posición perpendicular al viento porque las partes derecha e izquierda son casi iguales.

Figura 5. Se puede pedir a la clase que observe el conjunto de dispositivos “que funcionan” y el conjunto de dispositivos “que no funcionan”. Los alumnos extraen ideas para efectuar modificaciones y volver a poner a prueba sus dispositivos. Los posibles modos de ubicación en el espacio se pueden evocar en este estadio (también se puede esperar a una sesión posterior).

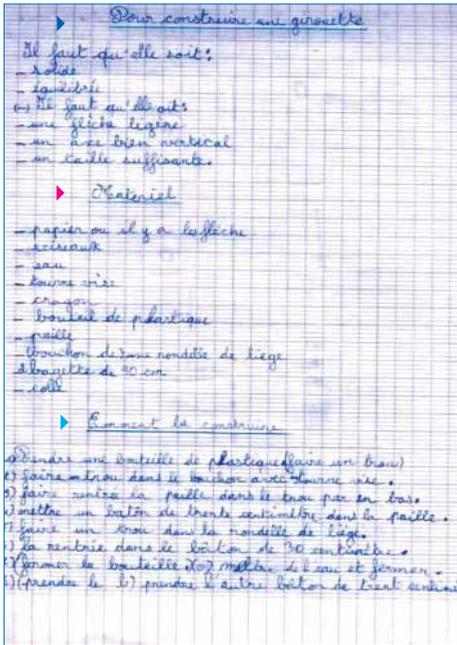
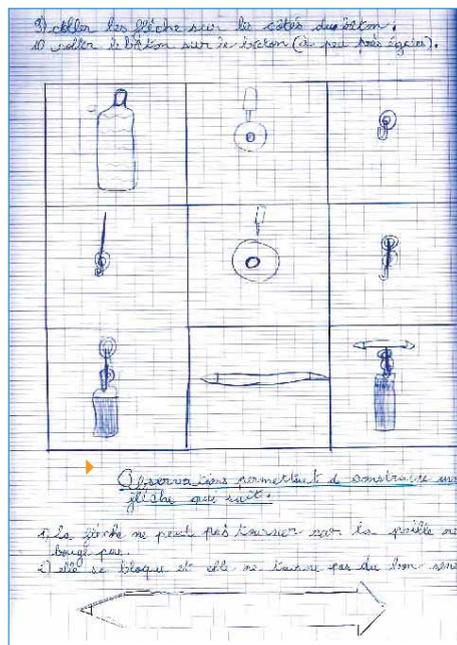


Figura 6



► Para construir una veleta

Tiene que ser: sólida / equilibrada

Tiene que tener: una saeta ligera / un eje bien vertical / un tamaño suficiente

► Material

Un papel con las saetas dibujadas / tijeras / agua / destornillador / lápices / botella de plástico / pajita / (tapón de) una lámina de tapón de corcho / 2 varitas de 30 cm. / pegamento.

► Cómo construirla

- 1) Coger una botella de plástico (hacer un agujero).
- 2) Con el destornillador, hacer un agujero en el tapón.
- 3) Introducir por debajo la pajita en el tapón.
- 4) Introducir un palito de 30 centímetros dentro de la pajita.
- 5) Hacer un agujero en la lámina de tapón de corcho.
- 6) Insertarla en el palito de 30 centímetros.
- 7) (Cerrar la botella) Poner agua y cerrar.
- 8) (Coger el p) Coger el otro palito de treinta centímetros.
- 9) Pegar las saetas a los lados del palito.
- 10) Pegar el palito en el palito (casi iguales).

► Observaciones que permiten construir una saeta

- 1) La saeta no puede girar porque la pajita no se mueve.
- 2) Se bloquea y no gira en el sentido correcto.

## SESIÓN 5. Construcción de una veleta

Los alumnos construyen una veleta que responde a los criterios fijados por la clase a partir de las construcciones y experimentaciones precedentes.

### Objetivo

Construir un objeto con unas características predefinidas y verificar que responde a las especificaciones. Cada alumno (o cada equipo) construye una veleta siguiendo los criterios definidos por la clase. Se pueden tomar notas de cada proyecto (textos y esquemas) y, a través intercambios dirigidos por el profesor, someter cada proyecto a una lectura crítica y argumentada. Se verificará que los proyectos de los alumnos cumplan con los criterios definidos.

## SESIÓN 6. ¿Por qué se quiere saber de dónde sopla el viento?

A través de documentos, los alumnos descubren la función histórica de conocer la dirección del viento y la comparan con la necesidad que se tiene actualmente de esa misma información. "¿Por qué queremos saber de dónde sopla el viento? ¿De qué sirve saberlo?"

### Ejemplos de respuestas de los alumnos

- ▶ "Para desplazarse con algunos dispositivos: velero, windsurf..."
- ▶ "Para desplazarse con seguridad: coches, barcos, aviones (hay mangas de viento a lo largo de las pistas de los aer puertos...)"
- ▶ "Cuando se va de camping, hay que plantar la tienda bien orientada respecto del viento."
- ▶ "Cuando se enciende fuego o se hace una barbacoa en el jardín, hay que tener en cuenta la dirección del viento para que las brasas no caigan sobre la hierba seca y provoquen un incendio y para que el humo no moleste a los vecinos"
- ▶ "Cuando se plantan árboles hay que tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes."
- ▶ "Si el viento viene del norte, sé que va a hacer buen tiempo. Si viene del sur, trae lluvia (según cada región, por supuesto...)"

### Documentos

Recogida de dichos y formulaciones varias.

Documentos para entender el papel histórico de la veleta.

Documentos que muestren la variedad de formas de las veletas ideadas y construidas por el hombre.

En esta sesión se pueden utilizar los recursos aconsejados al final de la secuencia. Siempre que sea posible, se recurrirá a noticias de actualidad o entrevistas realizadas a personas de la región (gente mayor, agricultores, jardineros, pescadores, navegantes, bomberos, pilotos, etc.). Este tipo de trabajo puede ser más fácil de poner en marcha con motivo de una salida. Otra opción es dar prioridad al empleo de documentos de tipo histórico.

## SESIÓN 7. ¿Cómo identificar la dirección del viento?

Los alumnos intentan identificar la dirección del viento (en los alrededores de la escuela, en la mesa de pruebas o en un mapa) para elaborar las nociones de punto de referencia local (relacionado con los muros de la escuela, por ejemplo) y punto de referencia geográfico (puntos cardinales).

Esta sesión puede introducirse durante la sesión 3 o realizarse de modo independiente con motivo del trabajo sobre la veleta o en otro momento del año.

Esta sesión corresponde a otro punto de la programación y aquí no se desarrolla. Por regla general, hay que procurar que cada alumno utilice el punto de referencia que le convenga.

## SESIÓN 8. ¿Cuáles son los vientos dominantes?

Los alumnos anotan regularmente la dirección señalada por la veleta. Un número importante de lecturas permite poner de manifiesto las direcciones más frecuentes de los vientos locales. Esta sesión se lleva a cabo en conexión con las clases de geografía y matemáticas.

Se puede fabricar un disco en el que estén indicados los puntos cardinales. En el momento de cada lectura (una vez al día, por ejemplo), se enganchará una pegatina circular encima del círculo, en el lugar que corresponda a la dirección identificada. La concentración de pegatinas está relacionada con la noción estadística de "nube de puntos". La extensión de estas "nubes" informa de la variabilidad de los vientos y la incertidumbre de las lecturas.

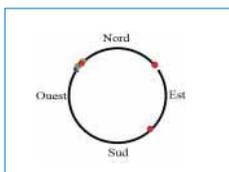


Figura 7

### Ejemplos de resultados obtenidos

Las concentraciones de pegatinas permiten identificar los vientos dominantes (en este caso, N-NO y E).

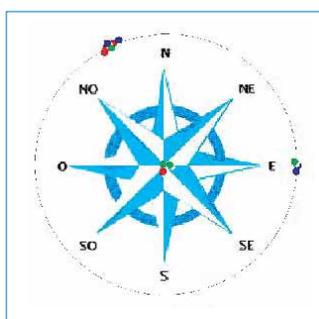


Figura 8

Día	Viento
Lunes 2	N-NO
Martes 3	N-NO
Jueves 5	N-NO
Viernes 6	Sin viento
Lunes 9	Sin viento
Martes 10	Sin viento
Jueves 11	E
Viernes 12	E
Lunes 15	E
Martes 16	Sin viento
Jueves 17	Sin viento
Viernes 18	N-NO

En el esquema anterior se ha pegado una pegatina en el centro para indicar que no hacía viento.

Se pueden substituir las pegatinas por una tira de papel de longitud proporcional al número de casos. También se pueden construir distintos tipos de diagramas (según la familiaridad de los alumnos con las representaciones de este tipo elaboradas en clase de matemáticas o interpretadas en geografía).

## CONDICIONES PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Pese a que esta secuencia se basa en trabajos realizados con clases de Tercer Ciclo (5º y 6º), la doble pregunta "¿Conocéis objetos que puedan utilizarse para saber de dónde sopla el viento? ¿Cómo se utilizan?" también ha sido formulada a alumnos de Segundo Ciclo. El análisis comparado de las respuestas permite medir la persistencia de algunas representaciones y el papel del entorno cotidiano en su elaboración (como, por ejemplo, en las afirmaciones "El viento sólo actúa sobre objetos ligeros" o "El viento se fabrica en las nubes").

La investigación sobre la dimensión social e histórica del objeto y el trabajo sobre el vocabulario específico pueden ocupar una parte importante de la secuencia. Esta puesta en perspectiva es pertinente, porque si bien el objeto "veleta" tiene un

interés pedagógico indiscutible, no tiene la utilidad que tuvo en el pasado (incluso es posible que sea completamente desconocido en el entorno urbano). La secuencia no tiene como finalidad la construcción de una veleta, sino la exploración de todas las posibilidades de aprendizaje relacionadas con este artefacto tecnológico.

### Material

- ▶ Para toda la clase:  
Uno o más ventiladores con rejilla de protección.
- ▶ Para cada pareja o grupo de alumnos:  
Pajitas, palitos de brocheta romos, papeles, cartón, cordel, lana, encuadernadores planos de arandela, ropa, carretes de hilo vacíos, tacos de madera, tapones de corcho, tijeras, pegamento...
- ▶ Para construir zócalos: una botella de plástico llena de arena o agua en función de lastre, una base de madera o poliestireno compacto.  
Según las propuestas de los alumnos (y siempre que sea posible conseguirlos), en la sesión 3 se utilizarán otros materiales.

### Duración prevista

Cuatro sesiones como mínimo; de seis a ocho sesiones como máximo.

## PARA IR MÁS LEJOS

La secuencia puede enfocarse como medio de introducir otras secuencias o de aplicar conocimientos ya adquiridos. A continuación se ofrecen dos ejemplos.

### En relación con la secuencia “El funcionamiento de la palanca”

Haber realizado un trabajo anterior sobre las palancas permite aplicar nociones relacionadas con la ley de la palanca en el momento de equilibrar la veleta sobre el eje. Si se haya hecho al revés, las nociones elaboradas a partir de tentativas en la secuencia sobre las veletas podrán emplearse de manera explícita para estudiar las palancas.

### En relación con la secuencia “¿El aire es materia?”

Si la secuencia “¿De dónde sopla el viento?” se realiza después de la secuencia “¿El aire es materia?”, puede plantearse la siguiente cuestión: “Si el aire es materia, ¿qué efectos puede producir sobre los objetos cuando está en movimiento?”. Precisamente porque es materia, el aire puede actuar sobre los objetos cuando está en movimiento. Esta acción, que se produce debido al desplazamiento relativo del aire respecto del objeto, se ve condicionada por la superficie de contacto que ofrece el objeto, ya sea el aire el que se desplace (haga viento), ya sea el objeto el que esté siendo desplazado.

Si la secuencia “¿De dónde sopla el viento?” se realiza antes, puede servir de punto de partida para llegar a la pregunta “¿Qué es el viento?”. Por comparación, por ejemplo, con otros medios de ejercer fuerzas sobre los objetos, el profesor puede encaminar a los alumnos hacia la siguiente interrogación: “¿Qué es el aire? ¿El aire es materia?”.

---

### FUENTES

Clase de 4º de la escuela Montaigne, Sevran (Seine-Saint Denis).

Clase de 5º de la escuela Simone de Beauvoir, Saint-Fons (Rhône).

---

## SELECCIÓN INDICATIVA DE SITIOS WEB

Estos sitios web pueden ayudar al maestro a preparar las secuencias y ser útiles para los alumnos en las fases de búsqueda documental.

### Historia de las veletas

- ▶ Página en español de l'Atelier de la girouetterie, con mucha información en imágenes:  
[www.girouette.com/girouetterie-es/index-es.html](http://www.girouette.com/girouetterie-es/index-es.html)

- ▶ Información sobre la Giralda de Sevilla, que toma su nombre de la veleta que la corona:  
[www.cica.es/~masa/tvs/monumentos/Giralda](http://www.cica.es/~masa/tvs/monumentos/Giralda)
- ▶ La apasionante historia del Gallo de San Isidoro, de origen desconocido y probablemente muy antiguo:  
[www.diariodeleon.es/reportajes/noticia.jsp?TEXTO=2708958](http://www.diariodeleon.es/reportajes/noticia.jsp?TEXTO=2708958)
- ▶ Complemento del anterior donde se explica el probable origen persa de los gallos de las veletas:  
[www.diariodeleon.es/reportajes/noticia.jsp?TEXTO=2708950](http://www.diariodeleon.es/reportajes/noticia.jsp?TEXTO=2708950)
- ▶ Història del barri del "Caballito" de Buenos Aires, nom que li ve d'un penell:  
[www.buenosaires.com/historia/LaVeleta.htm](http://www.buenosaires.com/historia/LaVeleta.htm)
- ▶ Ejemplos de veletas  
[www.girouette.com/girouetterie-es/index-es.html](http://www.girouette.com/girouetterie-es/index-es.html)  
[www.veletayrelojdesol.com](http://www.veletayrelojdesol.com)  
[www.hierroestilo.com.ar/ornamentos\\_parques\\_jardines.htm](http://www.hierroestilo.com.ar/ornamentos_parques_jardines.htm)

#### Las veletas y la literatura

- ▶ Poema de García Lorca "Veleta"  
[www.casavaria.com/esp/clasicos/lorca/veleta.htm](http://www.casavaria.com/esp/clasicos/lorca/veleta.htm)
- ▶ La "carta de amor" de Antonio Burgos a la Giralda, haciendo referencia a su nombre, originado por la veleta de la catedral de Sevilla:  
[www.lunadelolivar.com.ar/libros.htm](http://www.lunadelolivar.com.ar/libros.htm)

#### Didáctica y meteorología

- ▶ Estación automática de Sort, fotos de todos los aparatos y datos en tiempo real  
[www.meteosort.com/meteosort/cas](http://www.meteosort.com/meteosort/cas)
- ▶ Página muy buena de una particular argentina, con datos de todo el mundo:  
[www.geocities.com/silvia\\_larocca](http://www.geocities.com/silvia_larocca)
- ▶ Instituto Nacional de Meteorología  
[www.inm.es](http://www.inm.es)
- ▶ Una buena selección de recursos de ciencias:  
[http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/cc\\_naturales](http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/cc_naturales)

#### Construcción

- ▶ Para fabricar una veleta:  
[www.xtec.es/~dsantama/meteo](http://www.xtec.es/~dsantama/meteo)
- ▶ Per fabricar un penell:  
[www.irabia.org/web/ciencias/meteorologia/meteorologia/experimentos.htm](http://www.irabia.org/web/ciencias/meteorologia/meteorologia/experimentos.htm) (és l'experiment núm. 4)
- ▶ Para fabricar un anemómetro sencillo:  
[www.geocities.com/jandradem2001/Articulos/ConstrAnemome.htm](http://www.geocities.com/jandradem2001/Articulos/ConstrAnemome.htm)

#### General

- ▶ Los sitios web de La main à la pâte en Francia y España, respectivamente, animan a los educadores a plantear preguntas sobre meteorología y ciencia en general. Unos consultores científicos les responden de manera precisa y sencilla, y las preguntas y respuestas se archivan.  
[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)  
[www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap)

## 7. EL AGUA EN EDUCACIÓN INFANTIL

El agua es el hilo conductor de esta secuencia. La importancia de esta materia en todas las áreas científicas es evidente (el agua es un constituyente importante del planeta Tierra y el medio natural en que se desarrollan todos los organismos vivos). Por otro lado, es conocida la atracción que sienten los alumnos de todas las edades por el agua. Gracias a sus propiedades (el agua fluye...), sus transformaciones (cambios de estado) y los cambios que provoca en otras sustancias (mezclas, disoluciones...), el agua permite realizar múltiples actividades susceptibles de ayudar al alumno a construir sus primeras abstracciones (idea de materia y de conservación, aproximación al estado líquido...). El tema del agua se trata durante toda la escolaridad. Tras una primera aproximación básicamente sensorial en Educación Infantil, el aprendizaje prosigue en Primaria, cuando se enuncian sus primeras propiedades. Luego el estudio de las propiedades del agua prosigue hasta enseñanza superior.

Al inicio de Primer Ciclo, el aprendizaje se basa a menudo en talleres en los que se utilizan materiales familiares. La organización de talleres científicos tiene como objetivo ir más allá del simple descubrimiento libre. Más adelante, los niños adquieren una serie de capacidades que permiten poner en práctica secuencias de aprendizaje hechas de sesiones articuladas unas con otras. Los dos ejemplos presentados en esta secuencia muestran cómo poner en marcha un proceso de interrogación científica y trabajar para llegar a la adquisición de conocimientos científicos en cuatro o cinco sesiones. El primero está pensado para P3 o P4 ("Situaciones-problema para P3 o P4 alrededor del transporte del agua"); el segundo corresponde a P5 ("Una secuencia para P5: aproximación al fenómeno de la disolución").

Debido a las características específicas de los alumnos de Educación Infantil, el esquema de esta secuencia difiere ligeramente del esquema adoptado para las demás.

## UBICACIÓN EN EL CURRÍCULO\*

Los primeros conocimientos sobre el agua marcan el inicio de un aprendizaje que tiene continuidad en la escolaridad posterior.

### P5 y Primer Ciclo de Primaria:

- ▶ El agua (líquido) y el hielo son dos estados de una misma sustancia.
- ▶ El agua es líquida a una temperatura superior a cero grados y sólida a una temperatura inferior.
- ▶ Pese a que a veces deja de ser perceptible, la materia no aparece ni desaparece.

### Segundo y Tercer Ciclo de Primaria:

- ▶ El principal objetivo es consolidar el conocimiento de la materia.
- ▶ Estados y cambios de estado del agua.
- ▶ Mezclas y soluciones.

### Nota a la edición en castellano\*

Este apartado hace referencia a la ubicación de los contenidos en el currículo francés y se da a título orientativo. A continuación se ofrecen los elementos básicos que, en relación con este tema, figuran en el currículo español común.

Extractos del R.D. 830/2003 de 27 de junio.

#### Contenidos

- ▶ El mundo de la materia
- ▶ Diferentes tipos de objetos naturales y elaborados presentes en el entorno.
- ▶ Atributos físicos y sensoriales de los objetos: color, tamaño, sabor, sonido, plasticidad, dureza.
- ▶ Identificación y clasificación elemental de los objetos en función de sus características y de su utilización.
- ▶ Materiales habituales que se usan en las actividades cotidianas.

## UN POSIBLE DESARROLLO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

El número de alumnos se debe adaptar en función del material y el equipamiento disponibles. En P4, un barreño o cubo grande para cada cuatro alumnos es suficiente.

Cada sesión dura aproximadamente 45 minutos (incluyendo la introducción, la recogida del material y las conclusiones), de los que quince corresponden a manipulación efectiva.

La introducción y las conclusiones se realizan con toda la clase. Son momentos que se hacen cortos, pero que se repiten de modo regular durante la secuencia. Los alumnos participan en ellos con aportaciones que evolucionan a lo largo de las sesiones. Las repeticiones o verbalizaciones de lo que se ha experimentado o se experimentará contribuyen a los aprendizajes lingüístico y científico.

SESIONES	Pregunta de partida	Principales objetivos actitudinales	Actividades realizadas con los alumnos	Conocimientos, saberes y habilidades en juego
SESIÓN 1	¿Qué sucede cuando juego con agua?	Seguridad. Limpieza. Respeto a los demás y respeto del material.	Descubrimiento sensible. Juegos manuales, juegos con recipientes (trasvases, inmersión de recipientes...).	Descripción de las acciones realizadas. Aproximación a las propiedades del estado líquido: "fluye, moja, rebosa".
SESIÓN 2	¿Qué es para mí el agua?	Seguridad. Control de las acciones que permiten operar con pequeñas cantidades.	Comparación de líquidos; empleo de los sentidos para analizarlos y diferenciarlos.	Criterios de reconocimiento del agua: color (¡no es azul!), opacidad, transparencia, olor y, eventualmente, sabor. Adquisición de un método. Prevención.
SESIÓN 3	¿Qué ruidos hace el agua?	Respeto de las condiciones de audición.	Análisis de un documento de audio. Identificación de los ruidos del agua (en la vida cotidiana, en la naturaleza).	Diferenciación auditiva. Primera aproximación a las características del sonido.
SESIÓN 4	¿Qué hace el agua con otras materias?	Búsqueda de rigor. Constancia.	Experimentación de mezclas con materias identificadas. Clasificaciones.	Descripción de las mezclas realizadas. Aproximación a las nociones de disolución, medida, dosis. Adquisición de un método.
SESIÓN 5	¿Cómo se fabrican los cubitos de hielo?	Formulación de hipótesis, previsión de resultados.	Descubrimiento sensible del hielo. Fabricación de cubitos de hielo utilizando distintos moldes.	Aproximación al cambio de estado sólido/líquido del agua. Aproximación a las diferencias entre el estado líquido y el estado sólido.

Nota: Las sesiones 1 y 2 son autónomas. Las sesiones 3 y 5 son "semiguías". La sesión 4 es guiada.

## SESIÓN 1. ¿Qué sucede cuando juego con agua?

### Material

- ▶ Barreño transparente, recipientes de varios tamaños y formas.
- ▶ Cucharas y tenedores de plástico, vestidos de muñecas.
- ▶ Embudos, coladores.
- ▶ Delantales impermeables, esponjas, bayetas.

### Consignas

“Jugad con el agua; usad todo el material disponible; pasad la esponja si hace falta.”

### Aprendizajes lingüísticos

Descripción de las acciones (llenar, vaciar, trasvasar, verter...) y los estados (seco, mojado, húmedo...).

### Aprendizajes científicos

- ▶ Aproximación al estado líquido del agua: fluye, pasa por el colador, a través de la bayeta...
- ▶ Explicación de los desplazamientos del agua (como paso previo al aprendizaje de la noción de conservación, es importante que los alumnos observen los desplazamientos del agua y se habitúen al hecho de que el agua no desaparece<sup>1</sup>); en esta botella hay agua; yo la vierto a este bidón; seco la mesa con la esponja; escurro la esponja y el agua fluye; etc.

### Puesta en relación con situaciones vividas en la escuela o el entorno familiar

El profesor ayuda a los alumnos a establecer las relaciones pertinentes (agua que se vierte en la mesa y que hay que secar; lluvia que moja y empapa la ropa...).

### Posibles prolongaciones

Los descubrimientos anteriores (es difícil coger el agua en las manos; es difícil jugar sin mojarse o sin mojar el suelo) llevan a posibles prolongaciones.

¿Con qué nos podemos proteger cuando jugamos con agua? Nociones de permeabilidad, de impermeabilidad; puesta a prueba de distintos tejidos.

¿Con qué podemos secar el suelo? Noción de absorción; puesta a prueba de distintos tejidos y tipos de papel.

## SESIÓN 2. ¿Qué es para mí el agua?

### Introducción a la sesión: prevención, educación para la salud

Los productos preparados no son tóxicos y se dosifican en pequeñas cantidades. Esto hay que explicárselo a los niños. Pero también deben saber (y esto es lo que el profesor les recuerda en la introducción) que nunca deben probar nada que no sepan qué es.

### Material

- ▶ Una serie de botellitas con líquidos más o menos espesos, transparentes, opacos, coloreados (agua del grifo, agua gaseosa, agua con azúcar, agua con jarabe de almendra, agua con jarabe de menta, agua con extracto de anís, agua y limón, agua y sal, agua y vinagre, agua y aceite...) y una o dos botellas llenas de agua del grifo.

- ▶ Pegatinas circulares rojas y azules.
- ▶ Tarritos transparentes, cubos.
- ▶ un jarro con agua del grifo.

### Consignas

“Buscad, entre estas botellitas, las que contengan agua del grifo. Podéis serviros pequeñas cantidades de líquido y compararlas con el agua del jarro. Si el líquido es distinto, pegad una pegatina roja en la botellita; si es igual, pegad una pegatina azul.”

### Aprendizajes lingüísticos

Descripción del aspecto (claro, turbio, espeso, fluido..., color, presencia o no de burbujas), el sabor (dulce, salado, amargo, ácido, picante...), el olor (huele, no huele, huele bien, huele mal).

### Aprendizajes científicos

Aproximación a un proceso científico: mirar (es suficiente para descartar algunos líquidos), oler y, finalmente, probar. A menudo no hace falta tocar nada. Aproximación a un proceso científico: mirar (es suficiente para descartar algunos líquidos), oler y, finalmente, probar. A menudo no hace falta tocar nada.

### Puesta en relación con situaciones vividas en la escuela o en el entorno familiar

Evocación de los recipientes que contienen líquidos encontrados en casa (que no hay que probar): líquido lavavajillas, detergente, productos de limpieza, productos de jardinería...). Lectura de las etiquetas y los símbolos que advierten de peligro.

### Posibles prolongaciones

Juego de reconocimiento de líquidos a partir del gusto, con los ojos vendados (jarabes, leche, agua...).

## SESIÓN 3. ¿Qué ruidos hace el agua?

### Material

- ▶ Una grabación realizada expresamente en la escuela que incluya ruidos de agua conocidos por los alumnos (diez minutos). Es interesante incluir “intrusos” (cantos de pájaros, voces humanas imitando el ruido del agua, sonidos de instrumentos musicales...) y repeticiones de los mismos sonidos con distintas intensidades sonoras;
- ▶ Fotos o dibujos que ilustren las situaciones grabadas (ducha, grifo, cisterna del váter, regadera, manguera, llenado de vasos...);
- ▶ Fotos o dibujos que ilustren ruidos del agua distintos de los grabados (torrente, mar, lluvia, fuente...);
- ▶ Fotos o dibujos “intrusos” que evoquen el ruido del agua (piano, arpa, cascabel, pájaros...);
- ▶ Una caja para las fotos y las ilustraciones.

### Consignas

“Escuchad la grabación y clasificad las fotos o ilustraciones. Meted en la caja los sonidos que os parezca oír y dejad encima de la mesa los que no oigáis.”

### Aprendizajes lingüísticos

Caracterización de un sonido: fuerte, débil, agudo, grave, corto, largo...

### Aprendizajes científicos

Aproximación a las características del sonido: intensidad, tono, timbre.

## Posibles prolongaciones

Uso de grabaciones de sonidos menos familiares (torrente, olas...). Imitaciones. Instrumentos musicales (maracas de agua, percusiones con vasos más o menos llenos). Juegos de sonidos. Comparación del sonido de una gota que cae sobre una tapa, una baldosa u otro material. Imitación del ruido del agua: efectos sonoros.

## SESIÓN 4. ¿Qué hace el agua con otras materias?

### Introducción

Productos distintos se mezclan con agua más o menos bien. Se evocan experiencias vividas, si es posible, en la escuela (cocina, merienda, limpieza): "¿Qué pasa cuando al agua se le añade azúcar, jarabe, arena, caramelos, lechuga...?". Los alumnos lo explican con sus propias palabras: "desaparece, se derrite, la lechuga no se derrite, etc."

### Material

- ▶ 4 jarros pequeños llenos de agua.
- ▶ Entre 12 y 16 tarritos de cristal con tapa.
- ▶ 4 barreños o cubos grandes.
- ▶ 4 cucharitas de café, 4 cucharitas de plástico de helado.
- ▶ Etiquetas adhesivas y un bolígrafo.
- ▶ Materias sólidas y líquidas: harina, azúcar, semillas, caramelos, pasteles, tinta, pintura, tiza, pajitas, papel, tierra, arena, pegamento, hierba, corteza de árbol, café soluble, chocolate, leche, plastidecors...

### Consignas

"Mezclad un producto (uno solo) con agua en un tarrito. Cerrad bien el tarrito antes de agitarlo. Dictad el nombre del producto mezclado con agua para que yo pueda escribirlo en la etiqueta. Haced lo mismo con otros productos. De un mismo producto, podéis poner mucha cantidad en un tarrito y poca cantidad en otro. En este taller no tenéis que probar nada."

### Papel del profesor

El profesor guía a los alumnos con sus preguntas ("¿Las mismas mezclas dan los mismos resultados?"). Les acompaña en su reflexión, les anima a proceder con cuidado, a llevar la cuenta del número de cucharitas de producto que añaden al agua.

### Aprendizajes lingüísticos

Este producto se mezcla, éste no<sup>2</sup>. Aspecto de la mezcla que se obtiene: turbia, clara...

### Aprendizajes científicos

Primera aproximación a la disolución y la saturación. Constatación de las condiciones ligadas a la reproducibilidad (las mismas causas producen los mismos efectos): necesidad de dosificar con cuidado. Aproximación a la medida, la dosificación.

### Posibles prolongaciones

Cuando se siguen las instrucciones de una receta (cocina, preparación de colores en clase de plástica...) hay que respetar las cantidades indicadas.

## SESIÓN 5. ¿Cómo se fabrican los cubitos de hielo?

### Introducción

¿Qué pasa cuando se sacan los cubitos de hielo del congelador? ¿Qué se puede hacer con los cubitos? ¿Cómo se pueden fabricar más?

### Material

- ▶ Una provisión de cubitos (que hay que ir sacando del congelador poco a poco).
- ▶ Distintos recipientes para hacer moldes.
- ▶ Plastilina (para hacer moldes o para llenarlos).

### Consignas

“Sacad los cubitos, jugad con ellos usando las manos y los recipientes.”

Más adelante, después de la fase de descubrimiento libre: “¿Podemos fabricar cubitos? ¿Con qué? ¿Podemos utilizar el agua de los cubitos derretidos para volver a hacer cubitos?”

### Papel del profesor

Pedir hipótesis y predicciones a los alumnos: “¿Cómo se pueden fabricar cubitos de hielo? ¿Van a tener todos la misma forma?”.

Adaptar las consignas a las capacidades de los niños. En P3 hay muchos niños que no consiguen hacer moldes de plastilina. A estos se les propone utilizar otros moldes. Igualmente, se anima a los alumnos a llenar un molde de plastilina para que vean que un molde único da como resultado una forma única, se llene con plastilina o con agua.

Conseguir que se den cuenta de la transformación del hielo en líquido.

### Aprendizajes lingüísticos

Cubito, hielo. Derretir, congelar (polisemia).

### Aprendizajes científicos

Primera aproximación a los cambios de estado del agua y su reversibilidad.

### Posibles prolongaciones

La nieve: “La nieve se vuelve agua, pero a partir del agua no se puede volver a hacer nieve, al menos en la escuela”.

## SITUACIONES - PROBLEMA PARA P3 O P4 ALREDEDOR DEL TRANSPORTE DEL AGUA

Cuando los talleres de exploración (libres y dirigidos) se realizan regularmente en el marco de los aprendizajes comportamentales, los alumnos, incluidos los de P3, adquieren la actitud adecuada para la experimentación y la investigación. Cuando han adquirido esta actitud (la condición es importante), pueden enfrentarse a lo que aquí llamamos “situaciones-problema”: planteada una cuestión, los alumnos tantean, investigan, experimentan para encontrar una respuesta. La actividad experimental es la que valida en primera instancia los métodos ideados por los alumnos.

Las sesiones presentadas a continuación consisten en resolver situaciones-problema alrededor del transporte de agua desde un barreño hasta unos cubos más pequeños. El profesor formula las consignas al principio y los niños entienden muy

rápida-mente la lógica de la secuencia. Tras la fase de manipulación, las sesiones finalizan con unas conclusiones. En cada caso, se concretan los conocimientos que se quieren transmitir. Por último, cada sesión se alarga con dibujos que los alumnos realizan individualmente y anotan con la ayuda del profesor (los niños le dictan los textos). Es interesante sacar fotos de los alumnos mientras experimentan: sirven de soporte de las sesiones de lengua que se realizan más adelante. Los dibujos, a los que se pueden añadir estas fotos, se recogen en un gran libro de experimentos que se elabora de modo colectivo y se pone a disposición de los alumnos, que siempre se sumergen en él entusiasmados. Estas prolongaciones, muy importantes, pueden llevarse a cabo sistemáticamente.

### Con las manos

Es muy importante que los niños estén en contacto físico con el agua. Las manipulaciones deben empezar sin intermedios.

### Consigna

“Transportar el agua que hay en el barreño hasta los cubos más pequeños que hay a unos metros de distancia.”

### Ejemplos de comportamientos observados

A menudo los niños se sienten desconcertados por la ausencia de material. Al principio, algunos no se atreven a tocar el agua. No saben cómo empezar. Luego se animan, cogen el agua con las manos y corren para perder la menor cantidad posible. Acercan el cubo al barreño. Algunos cooperan: uno sostiene el cubo cerca del agua y el otro lo va llenando con las manos.

### Conclusiones, estructuración

Los alumnos explican lo que han hecho, las dificultades: “He puesto las manos así”; “es difícil”. Explican esas dificultades: “El agua se va”; “El agua se escapa”; “Tenemos agujeros en las manos”.

### Con el material

La puesta en práctica y la consigna son las mismas que en la actividad anterior, pero los alumnos pueden escoger entre utensilios más o menos adecuados: regaderas, botellas, vasos, platos, embudos, coladores, botellas agujereadas (con uno o más agujeros)... La lista no es definitiva. Los alumnos pueden ir a buscar más utensilios por su cuenta.

### Ejemplos de comportamientos observados

Algunos alumnos se empeñan en utilizar herramientas poco eficaces (recipientes demasiado pequeños). Otros utilizan todo lo que cae en sus manos, sin reflexionar. Otros se inclinan rápidamente por métodos óptimos (recipientes del tamaño adecuado). Algunos cogen su cubo y lo sumergen en el barreño.

### Conclusiones, estructuración

Los alumnos describen lo que han hecho: “Tapar el agujero del embudo con un dedo”; “Ponernos de dos en dos para tapar todos los agujeros de la botella”; “Correr para que el agua no se nos escape”.

El profesor invita a los alumnos a formular las razones por las que algunos utensilios son más eficaces que otros: “Algunos no funcionan, tienen agujeros”. Los alumnos nombran, describen, comparan los utensilios: “Se puede tapar el agujero del embudo, pero no se pueden tapar todos los agujeros del colador”.

### Escoger los utensilios

En Educación Infantil es bastante habitual que los alumnos utilicen símbolos representativos del éxito o el fracaso. En este caso aplican los símbolos a los utensilios de los que disponen para el transporte del agua.

## Consigna

“Intentad transportar el agua con estos utensilios. Guardad los que funcionen en un cubo y los que no funcionen en

## Estructuración

Hay muchos modos de tomar nota de las tentativas realizadas (que hay que adaptar según la edad de los alumnos):

- ▶ Selección de fotos y confección de un mural “funciona/no funciona”.
- ▶ Individualmente: asignar los símbolos correspondientes a las imágenes de los objetos (fotos, dibujos); alternativa: recortar, pegar en la columna correcta; etc.

## ¿Y con menos agua...?

Tras estas manipulaciones, los alumnos han aprendido a escoger los utensilios más apropiados para transportar el agua. Como resultado, llenan rápidamente los cubos y el nivel de agua del barreño disminuye visiblemente. Esto plantea un nuevo problema: las utensilios que hasta este momento funcionaban mejor (botellas, regaderas) han dejado de ser prácticos.

## Consigna

El problema es objeto de una formulación con los alumnos. “Cuando hay mucha agua, usamos estos utensilios para vaciar el barreño. Pero ahora, cuando ya casi no queda agua, algunos ya no funcionan. ¿Podemos terminar de vaciar el barreño con los utensilios de que disponemos?”

## Ejemplos de comportamientos observados

Los alumnos encuentran soluciones: cogen los objetos más pequeños que todavía se pueden llenar; utilizan recipientes pequeños para llenar recipientes grandes.

## Conclusiones, estructuración

Los alumnos nombran los utensilios que todavía funcionan.

El profesor les ayuda a realizar formulaciones más completas y lingüísticamente complejas. Los alumnos explican por qué los recipientes grandes ya no funcionan: “La botella ya no se puede hundir en el barreño porque toca el fondo”. Justifican sus elecciones: “He escogido la cucharita porque la regadera no iba bien”. Realizan comparaciones: “La cuchara va mejor que la regadera porque es más pequeña”.

Con estas formulaciones, los alumnos se aproximan a la noción de capacidad.

## Continuación

La etapa anterior y sus conclusiones introducen el siguiente problema: “¿Qué se puede hacer cuando queda muy poco agua y ninguno de los utensilios funciona?”

## Consigna

“Sacad toda el agua del barreño y transportadla a los cubos pequeños. Utilizad estos materiales. Guardadlos en el cubo que corresponda según si funcionan o no.”

## Material

Además de los utensilios empleados hasta este momento (que se mantienen para que los alumnos tengan, a pesar de todo, la posibilidad de volver a probarlos), se proponen varios objetos y materiales más o menos adecuados (bayetas, esponjas, papel absorbente, cartón, varios tipo de papel, hojas de papel de aluminio, escobillas, raspadores...).

## Ejemplos de comportamientos observados

Hay niños que no hacen caso del material y utilizan las manos. Pero por la experiencia previa que poseen, enseguida se dirigen hacia las esponjas y las bayetas.

El profesor les anima a hacer comentarios y establecer comparaciones con experiencias vividas en casa. Les anima a probar todos los materiales. Se asegura de que los escurren y ven salir el agua. Esto es importante para que entiendan que ha entrado.

## Conclusiones, estructuración

Los alumnos nombran los materiales y verbalizan sus acciones: pasar la esponja, apretar... Describen lo que sucede: "El agua entra en la esponja; cuando aprieto, vuelve a salir". Explican por qué un material es útil o no: "El agua no entra"; "El agua estropea el papel".

Estas actividades permiten a los alumnos familiarizarse con la noción de absorción. Sin embargo, es un poco prematuro esperar que utilicen el vocabulario científico (la esponja absorbe el agua).

## Possibles prolongacions

Actividad de cocina: preparar un tabulé para mostrar que hay alimentos que se hinchan por efecto del agua: "El agua entra en la sémola y no vuelve a salir".

Comparar el transporte del agua con el transporte de grava: los utensilios más adecuados no son los mismos. Los alumnos se aproximan de modo experimental a las diferencias entre el estado líquido y el estado sólido

Relaciona el tamaño del recipiente, el esfuerzo necesario y el número de viajes que hay que realizar: "El recipiente grande pesa más pero permite realizar menos viajes; el recipiente pequeño pesa menos pero obliga a realizar más viajes".

Aproximación a la medida: ¿Cuántos recipientes hacen falta para llenar un cubo?, etc..

## UNA SECUENCIA PARA P5. APROXIMACIÓN AL FENÓMENO DE LA DISOLUCIÓN

Al inicio de Educación Infantil, el niño sabe muy bien que un objeto que desaparece de delante de sus ojos no deja de existir. Puede hacer pucheros para que se le devuelva un juguete que se ha guardado. Como si fuera capaz de realizar el siguiente razonamiento: "Sé que el juguete existe; aunque no lo vea, no ha desaparecido". Evidentemente, el niño no realiza el razonamiento de modo consciente. Sin embargo, podría decirse que domina la noción de la permanencia del objeto. Es incapaz de formularla en palabras, pero sus actos lo demuestran. Puede decirse que el niño utiliza o pone en práctica un principio de razonamiento conservativo (conscientemente o no). El término conservativo remite a la permanencia de la materia y su transformación, propiedad fundamental de la física y la química clásicas ("La materia no se crea ni se destruye", en palabras de Lavoisier).

Los objetos sólo son casos particulares entre las muchas formas de la materia. Son visibles, poseen una forma característica que no cambia o cambia muy poco. Cuando se guardan en un armario, conservan todas sus propiedades. En estas secuencias nos interesamos por el fenómeno de la disolución. Cuando se disuelve, la materia cambia de apariencia. El agua es transparente, pero un terrón de azúcar disuelto en agua deja de ser visible. ¿Por qué no se ve el azúcar? ¿Ha desaparecido? Un adulto sabe que, pese a su invisibilidad, una sustancia disuelta no ha desaparecido. Su sistema cognitivo ha integrado perfectamente el principio de conservación de la materia y sabe que su validez es general, sean cuales sean las apariencias. Hacia los 4 o 5 años, el niño ha integrado el principio de conservación en relación con algunos casos particulares, en especial cuando no entra en contradicción con su percepción inmediata. Pero para el niño no es todavía una propiedad general.

Para ayudar a los alumnos a integrar el principio de conservación aun cuando las apariencias le son contrarias, se puede recurrir a situaciones en que los sentidos (la visión, el gusto) sirvan de apoyo. El sabor dulce del agua con azúcar es un indicio (no una prueba) de la no desaparición del azúcar. La sesión 4, "¿Qué hace el agua con las otras materias?", de la secuen-

cia para P5 proporciona un ejemplo de aprovechamiento de esta idea.

La secuencia presentada a continuación es muy parecida pero se apoya en la visión. Como material experimental, se propone utilizar un tipo de caramelos que los alumnos conocen bien: esos caramelos de chocolate recubiertos de una capa de azúcar (de color blanco) y un glaseado de color. La disolución de este recubrimiento exterior de colores transmite el color al agua, lo que permite llevar a cabo las actividades propuestas y, en una fase de síntesis, ponerlas en relación con el comportamiento de otras sustancias (en particular, la sal y el azúcar manipulados durante los talleres). El azúcar, la sal o el recubrimiento de color de los caramelos se disuelven en el agua: el azúcar y la sal dejan de ser visibles, pero su sabor se puede identificar; el recubrimiento de los caramelos desaparece (ya no se distingue como tal), pero su color permanece. El punto de apoyo sensorial (gusto, visión) y el paralelismo establecido entre distintas sustancias contribuye a un principio de adquisición de la noción de disolución.

## Precaución

Los caramelos que se utilizan son productos alimentarios. Las sustancias disueltas en agua no se conservan (enmohecen enseguida). Así pues, no hay que intentar conservar las soluciones ni siquiera de una día para otro. Hay que realizar una limpieza sistemática tras cada actividad.

## Rascar los caramelos para que se vuelvan blancos

Antes de la llegada de los niños, el profesor decolora los caramelos pasándolos por agua y dejándolos secar. Los deja esparcidos encima de la mesa.

## Ejemplo de desarrollo

Los alumnos encuentran los caramelos y reaccionan de inmediato: “¡Son blancos! ¡Ya no son de colores!”. El profesor adopta un aire catastrofista: “Han robado el color de los caramelos...”. Los alumnos no se dejan engañar y ofrecen inmediatamente una explicación: “Cuando se chupan, se vuelven de color blanco...”.

El profesor explica que no los ha chupado (no sería higiénico) y, con aire enigmático, plantea a los alumnos el reto de encontrar el modo de quitar el color a los caramelos. Se recogen las hipótesis. Ejemplos: escupir encima, rascarlos, frotarlos, lavarlos con agua, jabón, “producto lavavajillas”... Se llega a un acuerdo para rechazar algunas soluciones (escupir encima) y se decide poner a prueba las demás, empezando con la de rascar. Hay que decidir con qué. Se retienen varias propuestas: uñas, tijeras, tenedores, cuchillos, destornilladores, limas...

Los alumnos se ponen manos a la obra. El profesor se les une, también rasca los caramelos, pide reacciones, anima las discusiones entre alumnos.

Ejemplos de reacciones:

- “Es difícil”;
- “El color no se va”;
- “Lo he conseguido, se ve un poquito la parte blanca”;
- “Se me ha roto. Se ven la parte blanca y el chocolate”;
- “El color ha ido a parar sobre la mesa”;
- (Profesor) “Sí, los restos de caramelo caen encima de la mesa. ¿De qué color son?”; etc.

El profesor ayuda a los alumnos a mejorar sus formulaciones (el color no cae encima de la mesa, caen los restos coloreados) y enriquecer su vocabulario (restos, polvo, pedacitos...).

## Desenlace

Ayudados, si hace falta, por las preguntas del profesor, los alumnos deben llegar a la formulación de una frase que explique el desplazamiento de la materia: “Rascando, el recubrimiento de los caramelos se rompe. Los pedacitos coloreados caen encima de la mesa”

## Quitar el color, sí, ¿pero con qué?

Ahora se trata de poner a prueba el segundo método: quitar el color con agua, jabón o producto lavavajillas. La actividad se lleva a cabo en un rincón especialmente acondicionado. El profesor proporciona el jabón y el producto lavavajillas cuando los alumnos lo piden y se asegura de que las soluciones son diluidas.

### Ejemplo de desarrollo

El profesor deja que los alumnos hagan tanteos. No intenta que adopten un proceso metódico; sería prematuro al inicio del taller. Les ayuda a identificar las fases de la decoloración: la capa exterior coloreada se disuelve en primer lugar; luego se disuelve la parte blanca. Si no se interrumpe la operación, se llega al corazón de chocolate del caramelo, cuya disolución tiñe inmediatamente el agua de un color marrón oscuro.

Todos los niños consiguen decolorar los caramelos. Asimismo, se dan cuenta de que el agua pierde su color transparente. "Se vuelve sucia". En realidad, la disolución de los distintos colorantes de los caramelos da como resultado un color marrón poco atractivo...

Los alumnos disfrutan mientras realizan la actividad y, como es normal, manipulan sin ningún método. Utilizan y mezclan todos los productos, pero no saben si una solución es más eficaz que otra. Se toma la decisión, por tanto, de montar tres puntos de trabajo para realizar ensayos más metódicos: en el primero sólo se utiliza agua; en el segundo, agua con jabón; en el tercero, agua mezclado con un poco de producto lavavajillas. Los alumnos pasan por cada uno de estos tres puntos de trabajo.

### Desenlace

Los alumnos formulan sus observaciones adoptando un vocabulario apropiado (coloreado, descolorido): los caramelos se han descolorido; el agua se ha coloreado; el agua se ha vuelto de color marrón. Se trata de que quede bien establecida la correlación entre la decoloración de los caramelos y la coloración del agua: el agua se ha coloreado porque los caramelos se han descolorido.

## Colorear el agua de un tono determinado

### Ejemplo de desarrollo

El profesor recuerda la actividad anterior y pone el acento en el color del agua. ¿De dónde viene el color marrón? No faltan opiniones: "Es suciedad"; "Es porque no nos hemos lavado las manos"; "Es el chocolate de los caramelos"; etc. En este estado, la mayoría de alumnos todavía no entiende que el color marrón procede de la mezcla del resto de colores. La primera etapa consiste en poner a prueba las distintas hipótesis.

Todo el mundo se lava las manos.

Los caramelos se retiran una vez descoloridos, antes de que el chocolate se vea.

El agua que se obtiene es más clara, pero el tono sigue siendo marrón.

El profesor modifica ligeramente el problema: "Si quisiéramos obtener agua amarilla, ¿qué tendríamos que hacer?". Las respuestas de los alumnos se encaminan enseguida hacia la idea esperada: "Tendríamos que usar solamente caramelos amarillos".

Los alumnos separan los caramelos por colores y los lavan en tarritos transparentes. Al final de las actividades, se juntan los tarritos y se valida la hipótesis inicial.

### Desenlace

Se recuerda la conclusión del día anterior: los caramelos se decoloran al mismo tiempo que el agua se colorea. Ahora se completa: si los caramelos son rojos, el agua se colorea de rojo. Si se mezclan caramelos de todos los colores, el agua se colorea de marrón.

En P5, la mayoría de alumnos puede relacionar esta conclusión con las mezclas de pintura: decolorando caramelos amarillos y azules tal vez consigan obtener agua verde... Por supuesto, es importante verificar estas hipótesis si se llegan a formular.

## Comparar azúcar, sal, caramelos y otras materias

A lo largo de estos talleres dedicados al agua y realizados durante el mismo período, los alumnos han mezclado varias sustancias con agua. Han comprobado que algunas “se mezclan<sup>3</sup>” y otras no. Han observado, a veces a simple vista y a veces con lupa, que trocitos de azúcar “desaparecían” en el agua. Se les ha sugerido que probaran el agua para darse cuenta de que, aunque invisible, el azúcar no había desaparecido. Pero una ocasión nunca es suficiente para consolidar los conocimientos adquiridos. Las actividades realizadas con los caramelos permiten volver a tratar la noción de disolución, enriquecerla con más ejemplos y estructurarla mejor.

## Ejemplo de desarrollo

El profesor prepara varias materias en recipientes adecuados: sal, azúcar en polvo, caramelos como los de la actividad anterior, leche en polvo. Cada alumno dispone, además, de pequeños recipientes transparentes llenos de agua. Los alumnos rascan los caramelos para obtener restos coloreados. A continuación mezclan cada sustancia con agua y observan lo que sucede. El profesor les anima a expresarse: “¿Qué es igual?; ¿qué no es igual?”.

## Desenlace

Las discusiones y reformulaciones pueden resumirse en éstas.

- ▶ Al principio se ven los granos de sal, de azúcar, los restos coloreados de los caramelos, el polvo de la leche. Luego se dejan de ver.
- ▶ Por lo que respecta al azúcar y la sal, aunque ya no se ven se percibe su sabor si se prueba el agua.
- ▶ Por lo que respecta a los restos de los caramelos, se ve el color y se percibe un poco su sabor si se prueba el agua.
- ▶ Por lo que respecta a la leche en polvo, se ve el color blanco.

Es difícil ir más lejos y convencer a los alumnos del principio de conservación de la materia. En Educación Infantil, el peso de la percepción inmediata es mayor que el de cualquier tipo de argumento. La construcción cognitiva del principio de conservación de la materia prosigue en Educación Primaria. Entonces, por ejemplo las sustancias disueltas se pueden recuperar por medio de la evaporación. Y no es hasta Tercer Ciclo que la mayoría de alumnos alcanzan los razonamientos conservativos estables que se aprovechan en Educación secundaria..

## CONDICIONES PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

El objetivo general es lograr que el alumno adopte una actitud de “investigador”. Los tipos de actividades evolucionan a lo largo del año con el fin de que los alumnos desarrollen, de modo progresivo, los comportamientos indispensables para participar con autonomía suficiente en verdaderos talleres científicos.

### Progresión de los tipos de actividades

Exploración libre: exploración dirigida, con consignas del profesor sobre las tareas y las observaciones que hay que realizar; tanteo experimental para investigar propiedades más concretas; confrontación con situaciones de investigación que incluyen ensayos, errores y comunicación entre alumnos.

Los objetivos comportamentales se desarrollan principalmente en los talleres de exploración libre y dirigida. Más adelante, los objetivos científicos pueden alcanzarse de un modo más eficaz mediante actividades abiertas (tanteo experimental y procesos de investigación). El desarrollo debe pensarse para todo un año. Desde P3 ya es posible implicar a los alumnos en investigaciones (ver, por ejemplo, la sección “Situaciones-problema para P3 o P4 alrededor del transporte del agua”).

### Observaciones sobre los objetivos comportamentales

3. Término empleado con los alumnos en lugar de “se disuelven”.

Respetar a los compañeros. Respetar la organización del grupo. Respetar las normas de seguridad e higiene. Controlar las propias acciones. Progresar de modo autónomo en el medio preparado y balizado por el profesor. Aceptar la participación en un proceso de aprendizaje; realizar las tareas hasta el final; ser capaz de volver a empezar; saber concentrarse; procurar ser riguroso. Aceptar a los demás, comunicarse, formular propuestas, explicar, mostrar hallazgos, ayudar y aceptar ser ayudado...

### Función del profesor

La presencia del profesor no es constante en cada uno de los talleres. Los de exploración libre y exploración guiada piden una presencia menor. Estos talleres son muy oportunos al inicio del curso, cuando los alumnos son menos autónomos.

Cuando los alumnos se enfrentan a tareas más complejas y, más adelante, a procesos de investigación y tanteo, la presencia del profesor se hace más necesaria para guiarles y relanzar actividades con nuevas preguntas. Si durante el primer período del año los alumnos adquieren una autonomía suficiente, el profesor puede organizar talleres autónomos y animar o hacer avanzar a los alumnos en situaciones particulares.

### Aprovechamiento

Las sesiones terminan con unas conclusiones. Se intercambian los hallazgos y se comparan las soluciones ensayadas. Es un momento importante para el aprendizaje lingüístico (adquisición de un vocabulario preciso, formulación de proposiciones exactas). Para los alumnos de Educación Infantil, lo más fácil es verbalizar las acciones (hago esto, después hago esto otro...). Es útil ayudarles a ir más allá y formular proposiciones más generales sobre el objeto, materia, fenómeno o propiedad (el agua es así; actúa de este modo...). Complementaria del experimento, la verbalización es necesaria para alcanzar los primeros conocimientos científicos. Los testimonios visuales y escritos (murales, fotografías, dibujos, textos dictados al profesor...) prolongan y completan las conclusiones y contribuyen en gran medida al aprendizaje.

### Precauciones

Los requisitos de seguridad hacen indispensable una vigilancia especial por parte del profesor, que debe prevenir a los alumnos de los riesgos de manipular agua, cubitos de hielo (se procurará que no estén demasiado fríos) o productos no consumibles.

### FUENTES

Trabajos experimentados en la escuela de las Acaces, Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine), la clase de P4 de la escuela Martin Luther King, Vaulx-en-Velin (Rhône) y la clase de P5 de la escuela de la Jonchère, Seynod (Haute-Savoie). Parte de la secuencia está inspirada en los contenidos de dos sitios web [www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Index.htm](http://www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Index.htm) y [www.innopale.org](http://www.innopale.org).

## SELECCIÓN INDICATIVA DE SITIOS WEB

- ▶ Los sitios web de La main à la pâte en Francia y España, respectivamente, contienen bastantes actividades y animan a los educadores a plantear preguntas sobre agua y ciencia en general. Unos consultores científicos les responden de manera precisa y sencilla, y las preguntas y respuestas se archivan.  
[www.paueducation.com/lamap](http://www.paueducation.com/lamap)  
[www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap)
- ▶ Página de las escuelas infantiles con muchas ideas para hacer con los elementos de la naturaleza (clicar "Los niños y la naturaleza" bajo el título principal):  
[www.xtec.es/~jfernanq/](http://www.xtec.es/~jfernanq/)
- ▶ Otras actividades:  
<http://centros3.pntic.mec.es/cp.la.canal/agua/experim.htm>
- ▶ Web del Centro Canario del Agua. Información científica y sobre desalación. Los mejores enlaces educativos son en inglés.  
[www.fcca.es](http://www.fcca.es)
- ▶ Página sobre las salinas de Atacama (Chile), donde se explica una experimento para realizar con agua y sal.  
[www.educarchile.cl/eduteca/todounmundo/02/salar/guia.htm](http://www.educarchile.cl/eduteca/todounmundo/02/salar/guia.htm)