



Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Secretaría de Educación  
Subsecretaría de Educación  
Dirección General de Planeamiento  
Dirección de Currícula

# Ciencias Naturales

*Documento de trabajo n°7.  
Algunas orientaciones para la enseñanza  
escolar de las Ciencias Naturales*

**GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES**

**Jefe de Gobierno  
Dr. FERNANDO DE LA RÚA**

**Vicejefe de Gobierno  
Dr. ENRIQUE OLIVERA**

**Secretario de Educación  
Prof. MARIO A. GIANNONI**

**Subsecretario de Educación  
Dr. ROGELIO BRUNIARD**

**Directora General de Planeamiento  
Lic. MARGARITA POGGI**

**Directora de Currícula  
Lic. SILVIA MENDOZA**

---

Como es de conocimiento público, durante el año 1998 se ha iniciado en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires el proceso que culminará con la sanción por la Legislatura de la Ley de Educación de la Ciudad. Esa ley establecerá el marco normativo para la organización y el funcionamiento del sistema educativo en esta jurisdicción. Hasta entonces, el proceso de actualización curricular se enmarca en la normativa que ha venido definiendo la implementación gradual y progresiva de la Educación General Básica (EGB):

Resolución N° 2846/95.	Primer ciclo de EGB.
Resolución N° 336/96 (15/10/96).	4º grado (1º año del segundo ciclo de EGB) para Escuelas de Gestión Privada.
Resolución N° 746/96 (4/12/96).	4º grado (1º año del segundo ciclo de EGB).
Resolución N° 15/98 (9/1/98).	5º y 6º grados (2º y 3º años del segundo ciclo de EGB).

En consecuencia, hasta la sanción de la mencionada ley, se dará continuidad a la denominación en uso.



Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Secretaría de Educación  
Subsecretaría de Educación  
Dirección General de Planeamiento  
Dirección de Currícula

# **Ciencias Naturales**

**Documento de trabajo n°7.**

**Algunas orientaciones para la enseñanza escolar  
de las Ciencias Naturales**

Lic. Paula Briuolo  
Dra. Andrea Costa  
Dra. Graciela Domenech  
Lic. Daniel Feldman  
Lic. Mirta Kauderer  
Lic. Verónica Kaufmann  
Lic. Laura Lacreu

## **DIRECCIÓN DE CURRÍCULA**

**Equipo de profesionales  
a cargo de la actualización curricular del Nivel Primario**

**Asesora:** Flavia Terigi.

**Coordinadora:** Ana Dujovney.

Beatriz Aisenberg, Helena Alderoqui, Silvia Alderoqui, Clarisa Álvarez, Paula Briuolo, Claudia Broitman, Andrea Costa, José Chelquer, Graciela Domenech, Adriana Elena, Daniel Feldman, Claudia Figari, Silvia Gojman, Mariela Helman, Horacio Itzcovich, Mirta Kauderer, Verónica Kaufmann, Laura Lacreu, Delia Lerner, Silvia Lobello, Liliana Lotito, Gabriel Marey, Guillermo Micó, Susana Muraro, Nelda Natali, Alberto Onna, Silvina Orta Klein, Cecilia Parra, María Elena Rodríguez, Abel Rodríguez de Fraga, Patricia Sadovsky, Graciela Sanz, Analía Segal, Isabelino Siede, Mariana Spravkin, Adriana Villa, Hilda Weitzman de Levy.

Supervisión editorial: Virginia Piera.

Diseño y diagramación: María Laura Cianciolo.

Diseño de tapa: Laura Echeverría.

---

ISBN 9879327-08-X

© Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

Secretaría de Educación

Dirección de Currícula. 1998.

Hecho el depósito que marca la ley N° 11.723

Dirección General de Planeamiento

Dirección de Currícula

Bartolomé Mitre 1249 (1036) Buenos Aires

## Índice

Introducción

¿De qué trata el área de Ciencias naturales?

¿Cuáles son los propósitos y orientaciones para la enseñanza de las Ciencias naturales en la escuela primaria?

¿Cómo se organizan los contenidos para el área?

Secuencias de enseñanza

La discusión de ideas, la anticipación y la planificación

Experiencias y observaciones

El registro de información y la comunicación de los resultados

Formas de organización del trabajo

Palabras finales

Bibliografía



## Introducción

El equipo de Ciencias naturales ha producido en los últimos tres años diversos materiales con relación a la enseñanza en el área.

El primero de ellos, el *Documento de trabajo n°1*, incluye conceptos generales que enmarcan las propuestas para la enseñanza de las Ciencias naturales. El *Documento de trabajo n°2* destinado al **primer ciclo** de Educación General Básica (EGB) presenta una propuesta para la organización de los contenidos del área y ejemplos de organización de unidades temáticas.

En esta etapa, nuestro propósito consistió en ofrecer propuestas de enseñanza sobre distintos temas y también una reflexión general sobre algunas características de la enseñanza de las Ciencias naturales. Por eso elaboramos dos tipos de materiales.

Los documentos del primer tipo desarrollan, cada uno, un tema e incluyen secuencias de actividades, orientaciones para la enseñanza de ese tema e información temática específica dirigida a los docentes. Estos documentos son tres: *Los metales*, *Termómetros, temperatura y calor* y *Desarrollo en animales vertebrados*. A la vez, en cada propuesta se intenta poner de manifiesto algunas cuestiones generales vinculadas con la enseñanza de las Ciencias naturales que consideramos relevantes.

El documento que ahora presentamos sintetiza algunos de estos aspectos generales referidos a la enseñanza de las Ciencias naturales en un material independiente que sistematiza e integra aquellas cuestiones que se encuentran planteadas en los tres documentos temáticos e incorpora algunas reflexiones que son producto de las primeras experiencias realizadas con ellos.

El lector reconocerá en este documento planteos que ya han sido expresados en otras partes. Aun a riesgo de parecer redundantes, creemos que es útil retomar estas cuestiones y plantearlas en un documento unificado para facilitar la lectura y promover la reflexión sobre la enseñanza de temas de Ciencias naturales en la escuela primaria.

### ¿De qué trata el área de Ciencias naturales?

Aunque desde hace bastante tiempo las áreas que conforman el currículum escolar han sido relativamente constantes, su contenido ha ido cambiando. Un área constituye una manera de organizar el trabajo escolar y su definición puede variar según las decisiones pedagógicas que se tomen.

El área de Ciencias naturales agrupa un conjunto de ciencias: la biología, la química, la física, la astronomía y la geología. Todas se ocupan del estudio de los fenómenos naturales, comparten el estudio de muchos problemas y también algunas metodologías de trabajo —como la experimentación—. Al mismo tiempo, cada una analiza estos fenómenos desde perspectivas diferentes y define temas y problemas que le son propios. Esta diversidad enriqueció notablemente el conocimiento que la humanidad tiene acerca de la naturaleza y del Universo. Además, cada una de estas ciencias plantea problemas relacionados con distintas esferas de la vida de las personas y de su interacción con fenómenos, aparatos y procesos.

Desde el punto de vista de la enseñanza escolar, todas ellas resultan importantes para ofrecer una primera visión del mundo desde una perspectiva científica, por un lado, y una apro-

ximación al mundo de la ciencia, por otro. **Por eso, en el enfoque que proponemos se considera que la selección de contenidos debe realizarse teniendo en cuenta los aportes de varias disciplinas dentro de las Ciencias naturales.**

La aclaración anterior nos parece necesaria por dos razones. La primera es que ha existido una tendencia a considerar a la biología como la disciplina organizadora de los contenidos para el área. Esto ha provocado una desvalorización de otros tipos de conocimiento, como los de la física y la química que requieren un lugar igualmente relevante en el currículum de ciencias. En las propuestas que realizamos se pueden ver dos ejemplos de temas que corresponden a enfoques físico-químicos (“Los metales” y “Termómetros, temperatura y calor”).

La segunda razón, que nos lleva a plantear una ampliación del campo de contenidos seleccionados para el área de Ciencias naturales, es que en los últimos años adquirió mucho prestigio el enfoque ecológico. Si bien la ecología nace como una rama dentro de las ciencias biológicas, a lo largo de su historia se ha ido ampliando cada vez más su ámbito de competencia. Por su propio objeto de estudio, los seres vivos y sus interacciones con el ambiente en que habitan, confluyen en ella diversas disciplinas provenientes de las llamadas Ciencias naturales, y al incorporarse en su campo de estudio la acción del hombre sobre el ambiente, también involucra las disciplinas de las Ciencias sociales y de la tecnología. Por ejemplo, al analizar los problemas de contaminación, es necesario tener en cuenta tanto aquellos factores físico-químicos y biológicos que intervienen, como también los condicionantes económicos, políticos y sociales. Al contrario de lo que usualmente se supone, los temas ecológicos exigen tratamientos complejos y su comprensión no es sencilla.

Desarrollar un enfoque ecológico, que resulta muy valioso desde el punto de vista de la formación de los alumnos, significaría entonces no sólo otorgar relevancia a la interrelación de ciertos fenómenos físicos químicos, biológicos y geológicos sino también a los aspectos éticos y sociales asociados a los problemas ambientales.

**La ecología es un área del conocimiento que exige un abordaje multidisciplinario. En este sentido, es una integración que debe ser tomada desde el conjunto del proyecto curricular y no solo desde un área.**

En resumen, la selección de contenidos que proponemos para el área contempla la diversidad de perspectivas y temáticas que incluyen distintas disciplinas que estudian los fenómenos naturales. Esta propuesta se encuadra en los propósitos para la enseñanza de las Ciencias naturales que detallamos a continuación.

### **¿Cuáles son los propósitos y orientaciones para la enseñanza de las Ciencias naturales en la escuela primaria?**

Desde un punto de vista general, **el propósito en esta área es ofrecer una introducción adecuada a los puntos de vista de la ciencia y de sus explicaciones.** En este sentido, cuando hablamos de contenidos en el área de Ciencias naturales, nos referimos a *versiones adecuadas* al nivel de los alumnos y a las posibilidades y necesidades formativas de la escuela. Por una parte, no es un objetivo de la escuela básica producir científicos y, por otra, la ciencia elabora teorías abstractas y metodologías complejas cuyo conocimiento requiere un

largo período de instrucción y formación. Es por eso que los propósitos formulados corresponden a la idea de que **los alumnos tengan oportunidad de contactarse con adecuadas aproximaciones a distintos aspectos del conocimiento científico que incluyen:**

- Información sistematizada sobre el mundo natural.
- Conceptos básicos que se utilizan para la comprensión de los fenómenos naturales.
- Algunas teorías o modelos explicativos acerca del mundo natural.
- Procedimientos básicos involucrados con el conocimiento sobre el mundo natural (diseño y realización de experiencias, registro y sistematización de información, estudio de información sistematizada, formulación de hipótesis, contrastación de hipótesis).

La enseñanza en el área también se propone el desarrollo de **actitudes** como las siguientes:

- Actitudes relacionadas con el conocimiento del mundo natural (exploración activa de alternativas, desconfianza de las apariencias, análisis sistemático de las convicciones, provisoriedad de las conclusiones, tolerancia a niveles moderados de incertidumbre).
- Actitudes relacionadas con la apreciación de los seres humanos como parte del mundo natural y social.
- Actitudes relacionadas con el ejercicio de una ciudadanía responsable y con el uso del conocimiento sobre el mundo natural como manera de promover interacciones prudentes y valoradas con él.
- Actitudes relacionadas con la preservación del planeta como herencia para el futuro.

Mediante el cumplimiento de estos propósitos se espera que los alumnos puedan, de modo progresivo durante la escolaridad básica, explicar algunos fenómenos naturales utilizando instrumentos y conocimientos que provienen de una perspectiva científica. También se espera que sean capaces de interpretar información relativa al impacto de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad y el ambiente y, por último, que puedan comprender el carácter histórico, social y colectivo del conocimiento científico.

Para lograr estos propósitos será necesario que en las actividades escolares se valore la **producción cooperativa de conocimiento** y se promueva el **intercambio y la confrontación de ideas en un clima de respeto por las producciones propias y ajenas**. También será necesario que se propongan tareas que favorezcan la *exploración*, la *experimentación* y la *conceptualización* alrededor de las temáticas sobre las cuales se está trabajando. Por último, es necesario que las actividades escolares ofrezcan *diversidad de situaciones y contextos* en los cuales se pongan en juego los contenidos del área.

## ¿Cómo se organizan los contenidos para el área?

En anteriores documentos se presentó un criterio para la organización de los contenidos. Para ello, definimos dos dimensiones:

Una de ellas está constituida por distintos **recortes del mundo natural**. Por ejemplo, *Los materiales* o *Los seres vivos*. Cada uno de estos recortes del mundo natural se vincula, de un modo aproximado, con los problemas que preocupan a las disciplinas del área. En estos recortes es fácil reconocer unidades temáticas frecuentes en la enseñanza de las Ciencias naturales.

La segunda dimensión consiste en **ejes de análisis** utilizados para estudiar estos recortes. Fueron seleccionados tres ejes: *Unidad y diversidad*; *Interacciones, transformaciones y conservación*; *El hombre y el mundo natural*. Los llamamos “miradas” ya que son maneras de analizar o “mirar” los recortes que se estudian.

Desde la mirada *unidad y diversidad* se trata de responder a la pregunta: “¿qué hay y cómo es el mundo que me rodea?” Esto supone, en principio, reconocer la diversidad de objetos y fenómenos, conocer sus propiedades, diferenciar unos de otros y encontrar regularidades dentro de la diversidad.

La siguiente mirada toma en cuenta algunas *interacciones y transformaciones* que ocurren, o pueden ocurrir, entre los objetos y fenómenos de la naturaleza.

Finalmente la tercera mirada se centra en analizar cómo *el hombre se relaciona con el entorno*. Por una parte, *lo aprovecha y lo modifica*. En este sentido, se propone comenzar a reflexionar acerca de las consecuencias de estas modificaciones y de la necesidad de preservar el entorno. Por otra parte, los seres humanos tratan de *conocer* el mundo natural y de encontrar *explicaciones* acerca de lo que en él ocurre. Desde esta mirada nos proponemos también una aproximación a las teorías y los modelos que utilizan los científicos en su interpretación de la naturaleza.

Los **contenidos** se definen al relacionar un **recorte** del mundo natural (los materiales, los seres vivos) y cada uno de los **ejes de análisis** (unidad y diversidad; interacciones, transformaciones y conservación; el hombre y el mundo natural). A la vez, como también se trata de aproximar a los alumnos a las maneras de conocer que utilizan las perspectivas científicas, los contenidos incluyen **actitudes** y **metodologías** vinculadas con el pensamiento científico que se convierten en materia de enseñanza y de aprendizaje.

En los *Documentos de trabajo n°4, n°5 y n°6* se presentan cuadros donde se especifican los contenidos que se abordan en cada uno de ellos.

## Secuencias de enseñanza

Los criterios generales para la enseñanza en el área se especifican mediante la planificación y el desarrollo de **secuencias de enseñanza**.

La propuesta de secuencias de enseñanza no es una estrategia exclusiva del área de Ciencias naturales pero, como toma gran importancia en el enfoque que desarrollamos hasta ahora, queremos dedicarle algún espacio en este documento. Al mismo tiempo ayuda a entender la estructura de las propuestas que hemos realizado: *Los metales*, *Termómetros, temperatura y calor* y *Desarrollo en animales vertebrados*.

Cada uno de los temas mencionados está conformado por un conjunto relacionado de conceptos, ideas e informaciones. También para cada tema, se propone un *conjunto relacionado de actividades*, que están agrupadas en secuencias destinadas a trabajar con un grupo de ideas principales.

Toda secuencia implica una selección y un orden. El orden en el que se presentan las actividades no es el único posible, pero hay un número limitado de ordenamientos posibles si se tienen en cuenta las ideas que se pretende trabajar y los objetivos que guían la organización de la secuencia. En principio, deseamos que se retengan dos ideas:

- toda secuencia implica un ordenamiento,
- este ordenamiento puede ser cambiado siempre y cuando se respete cierta lógica en la presentación de conocimientos, y una organización que favorezca su aprehensión por parte de los alumnos.

Es decir que un ordenamiento puede ser reemplazado por otro igualmente fundamentado, pero no por una colección de actividades o por actividades aisladas.

Por ejemplo, en el tema “Los metales”, se proponen tres secuencias. En la primera se presentan los metales y se los diferencia de otros materiales. La segunda analiza las propiedades que distinguen a los metales entre sí. En la tercera secuencia se estudian las interacciones de los metales con el calor y con la electricidad. En este último caso, también se profundiza sobre las propiedades de los metales según las interacciones descriptas.

A la vez, en relación con los procedimientos, se sugiere una progresión que va desde la utilización de un cuadro de registro de datos ofrecido por el docente, en la primera secuencia, hacia la elaboración de cuadros por parte de los alumnos, en la segunda, y la interpretación de datos obtenidos por otros y la comparación entre diferentes tipos de datos, en la tercera.

La organización de las actividades en secuencias cumple un papel importante en el diseño de la enseñanza. La secuencia de actividades *permite avanzar gradualmente* en el conocimiento y eso facilita que se realicen sucesivas aproximaciones a un tema y un aumento progresivo en la complejidad de las tareas. La idea de gradualidad es comúnmente aceptada para los períodos largos: el año escolar o un ciclo. Sin embargo, no es tan tenida en cuenta para unidades menores y, en realidad, es de gran importancia para cada tema que se trate.

Una secuencia de enseñanza es muy diferente de la ejercitación continuada sobre un tema a efectos de facilitar la retención de información o de algún tipo de procedimiento específico. Estas son estrategias que pueden ser utilizadas, pero *cumplen distinta función* que las secuencias de enseñanza.

Una secuencia plantea *actividades relacionadas*, pero diferentes, que tocan o bien distintos conceptos, o bien distintos aspectos de un mismo concepto. Las actividades de la secuencia también van variando en los procedimientos que utilizan o en las dificultades que proponen; o sea, en el tipo de exigencias que representan para los alumnos.

En la secuencia III del *Documento de trabajo nº4, Los metales* referida a la conducción del calor, se parte de reflexionar alrededor de situaciones cercanas a los alumnos y se propone una actividad exploratoria. Luego, se enseña la construcción y el funcionamiento de un instrumento útil para la determinación de la conducción del calor. Finalmente, se sugiere que los alumnos realicen un diseño experimental que les permita revisar y sistematizar conocimientos sobre el tema.

Los elementos conceptuales se presentan en un orden que facilita su comprensión por parte de los alumnos. Los procedimientos también son presentados en una progresión que permite su dominio a partir de actividades más simples para llegar a actividades más complejas.

La secuencia, al encadenar las actividades entre sí, facilita que los alumnos vuelvan a utilizar lo que aprendieron en contextos próximos, pero diferentes, o en otras situaciones. De esa manera, revisan sus conocimientos, reutilizan y modifican procedimientos aprendidos y aplican principios a otros casos.

El tratamiento de cada tema recurre a un amplio número de conceptos, pero esto no significa que todos ellos sean enseñados en particular o que constituyan, necesariamente, un prerrequisito. En muchos casos es posible apoyarse en conocimientos de los alumnos, muchas veces intuitivos, pero suficientes para avanzar en el aprendizaje de los contenidos programados en la secuencia. En otros momentos se podrán trabajar, de manera sistemática, ideas que fueron utilizadas de manera intuitiva. A partir de estos nuevos aprendizajes, los alumnos podrán otorgar nuevos significados a lo estudiado anteriormente. Por lo tanto, la secuencia permite al docente realizar una selección de las variables consideradas en cada actividad de modo de simplificar el trabajo en cada una de ellas y ofrecer al mismo tiempo, un panorama complejo mediante el conjunto de las actividades.

En las secuencias del *Documento de trabajo nº4, Los metales*, las variables seleccionadas están relacionadas con las características de los metales y sus diferencias con otros materiales. Ellas son las que guían las actividades y definen el énfasis que se pondrá en cada uno de los contenidos a trabajar.

Por ejemplo, cuando se estudia la conducción del calor por los metales, el énfasis está puesto sobre esta propiedad y no en los conceptos asociados con el calor. Por eso en esta secuencia es posible trabajar con las ideas intuitivas que los alumnos tienen acerca de este fenómeno.

Si posteriormente se realizan las secuencias referidas a “Termómetros, temperatura y calor”, el concepto de “conducción de calor” se podrá ampliar y profundizar su significado.

Del mismo modo, el documento sobre “Los metales” propone un trabajo específico sobre algunos procedimientos (registro de datos, lectura e interpretación de cuadros y tablas). Si bien en estas secuencias hay otros procedimientos implicados —por ejemplo, la clasificación—, la misma no es tomada como contenido durante la secuencia.

Todas las ideas y los conocimientos que podemos transmitir en el área son de cierta complejidad. Por ello, es necesario que los alumnos tengan *múltiples oportunidades de participar de experiencias* vinculadas con cada tema.

Como la idea de “experiencia” suele asociarse, en el área de Ciencias naturales, con los “experimentos de laboratorio”, queremos aclarar que utilizamos el término de “experiencia” en su sentido más amplio: por “experiencia” entendemos la posibilidad de hacer —con las manos, con los objetos, con lápiz y papel, con libros—, de reflexionar, de debatir y de extraer conclusiones con respecto a lo que se ha hecho. La idea de experiencia también se refiere a la posibilidad de intentar distintas alternativas y de buscar maneras de poner a prueba la viabilidad de las propias ideas. Todo ello puede hacerse mediante lo que habitualmente entendemos por “experimentos”: manipulación en laboratorio, observación directa o fabricación y utilización de dispositivos. Pero, también, mediante otras estrategias que incluyen el debate, la elaboración de informes, la búsqueda bibliográfica, el registro y el análisis de datos e, inclusive, las clases mostrativas o expositivas.

Es importante resaltar que ningún experimento de laboratorio permite extraer conclusiones definitivas, ni aporta todos los datos que se espera que los alumnos conozcan. El experimento de laboratorio es una herramienta útil para conocer, pero no es la única. Por ello, en el desarrollo de un tema es necesario combinar experimentos, observaciones, formulación de preguntas y respuestas alternativas, sistematización de datos, lectura y recurrencia a elementos explicativos que provienen de diversas fuentes. Una secuencia de enseñanza debería tener en cuenta estos variados modos de acceso a distintos aspectos del mismo tema.

Por ejemplo, en la secuencia III del *Documento de trabajo n°5, Termómetros, temperatura y calor*, se propone en primer lugar una serie de preguntas que introducen a los alumnos en el tema, luego se les solicita que anticipen resultados de una experiencia que presenta el docente y recién después se sugiere la realización de la experiencia. Luego se promueve la discusión alrededor de los resultados de la experiencia y el docente aporta información e invita a establecer relaciones entre las actividades desarrolladas.

En resumen, las actividades aisladas, por interesantes que resulten, son poco útiles cuando se enfrentan temas que requieren la combinación de distintas ideas y el manejo de conceptos que deben ser elaborados y aprehendidos en un proceso más o menos largo de trabajo.

Reemplazar una secuencia por otra es posible si se analiza, sistematiza y propone una progresión para el acceso a la información que se desea poner a disposición de los alumnos y a la red conceptual en la que se apoya. También es necesario establecer una progresión en el dominio de procedimientos y preparar actividades que brinden a los alumnos suficientes oportunidades para interactuar con los temas. Como es difícil que una sola actividad pueda cumplir con estos requisitos, se debe pensar en conjuntos relacionados.

La secuencia es variable. Una secuencia puede ser modificada o reducida en sus alcances si se considera que el tiempo disponible o los requisitos que el docente estima necesarios para el tema son menores que los incluidos en una propuesta (también, por supuesto, una secuencia puede ser ampliada con el agregado de nuevas actividades). Pero, en ambos casos, se aconseja que no se reemplace la utilización de una secuencia por actividades singulares o que se realice una selección arbitraria de las actividades que serán desarrolladas por los alumnos.

Una conclusión del planteo anterior es que la utilización de secuencias de enseñanza obedece a la intención de acrecentar la integración de la propuesta de enseñanza y la profundidad en el tratamiento de los temas. Es sabido que una mayor profundidad e integración llevan tiempo de trabajo escolar y es probable que aceptar este planteo tenga como correlato un aumento de las horas dedicadas a la enseñanza de las Ciencias naturales y una mayor economía en el trabajo escolar en general. Los marcos curriculares actualmente vigentes son flexibles al respecto y permiten que las instituciones y los docentes tengan capacidad de decisión sobre estas cuestiones.

### **La discusión de ideas, la anticipación y la planificación**

Es habitual relacionar el trabajo en Ciencias naturales con la experimentación y con la observación. Y es cierto que estos son dos instrumentos de importancia para el conocimiento del mundo natural. Sin embargo, no constituyen un fin en sí mismos. Toda experiencia de laboratorio se realiza con objetivos bastante precisos, trata de poner a prueba alguna hipótesis y requiere de ideas e informaciones para interpretar los resultados. Algo parecido sucede con la observación que está guiada por algún tipo de ideas o problemas que especifiquen qué observar.

La *clarificación de aquello que se sabe* sobre un fenómeno o proceso que se observa o con el que se va a experimentar es un elemento esencial para cualquier proceso de conocimiento y de aprendizaje. Algunas formas de clarificar estos marcos de conocimiento consisten en debatir y compartir ideas, realizar previsiones, discutir interpretaciones de los datos y debatir conclusiones. El intercambio de opiniones, el diálogo y la discusión son valiosos en dos sentidos:

- Como ambiente de aprendizaje.
- Como instrumento de trabajo en el campo de las Ciencias naturales.

De lo anterior se desprende la importancia de ofrecer oportunidades para que los alumnos confronten y discutan sus puntos de vista con relación a diferentes fenómenos, que anticipen posibles resultados de experiencias y que debatan conclusiones. Esta práctica es

necesaria porque promueve la elaboración de hipótesis y conjeturas y porque facilita el aprendizaje en la medida en que en la discusión cada alumno se ve obligado a recurrir a sus conocimientos, utilizarlos de manera activa y revisar sus ideas.

La **discusión de ideas** no siempre procura arribar a una conclusión definitiva. Tampoco se espera lograr siempre una conclusión aceptada por todos en el mismo momento. Muchas veces el intercambio de ideas entre los alumnos, y de ellos con el maestro, tiene carácter introductorio o exploratorio. En este caso, lo que se espera es que se puedan activar los conocimientos relacionados con el tema y que los alumnos aclaren sus ideas con relación al trabajo que se realizará.

En otros momentos más avanzados de la actividad, las discusiones intentarán promover la sistematización de información o la elaboración de conclusiones. Aun en ese caso, puede haber niños que mantengan opiniones diferentes de las del resto y, dentro de períodos prudenciales, es bueno respetar esas diferencias y dar oportunidad a que se resuelvan mediante nuevas experiencias, lecturas y reflexiones.

Básicamente en las actividades de discusión de carácter exploratorio o de anticipación de resultados de experiencias a realizar, será importante tener en cuenta que no se espera que todos los alumnos expresen iguales ideas. Es probable que las ideas de algunos contradigan o completen las de otros. Por eso, en cada caso se analizarán los distintos puntos de vista y se los registrará, si es necesario, para volver a considerarlos cuando se cuente con más elementos.

En la actividad 1 de la secuencia I del *Documento de trabajo nº4, Los metales*, los alumnos deben agrupar objetos según piensen que son o no metales. En esta tarea, es posible que aparezcan dudas acerca de la ubicación de algunos objetos. En estos casos será importante favorecer la discusión para promover que los alumnos esgriman argumentos en favor de diferentes posiciones. Si luego de la discusión persistieran las dificultades, puede resultar más conveniente dejar en suspenso la ubicación de ese objeto y volverlo a examinar luego de haber profundizado el análisis de las propiedades de los metales en las secuencias II y III.

La **anticipación** y la **planificación** también juegan un importante papel. En la mayoría de las actividades se plantea que los alumnos *anticipen* los posibles resultados de las actividades y experiencias que van a realizar. La confrontación entre las anticipaciones iniciales y los resultados que se desprenden de las experiencias posibilita la ampliación y la profundización de los conocimientos de los niños.

Por otra parte, la práctica de anticipar los posibles resultados permite que los alumnos se habitúen a reflexionar acerca de las variables que intervienen en un fenómeno, a formular hipótesis y a manipular los objetos involucrándose con los propósitos de la experimentación.

También en este caso se puede apreciar cómo la conversación y la discusión de ideas resultan instrumentos importantes en la realización de experiencias. Remarcamos este punto porque cuando los alumnos tienen oportunidad de manipular materiales suele suceder que, ante el entusiasmo por la manipulación, se pierda de vista el objetivo de la tarea. La manipulación de los materiales, aunque necesaria, no es condición suficiente para

que los alumnos puedan extraer conclusiones que les permitan realizar nuevos aprendizajes.

La manipulación de materiales es una estrategia efectiva cuando cumple con ciertas condiciones: debe realizarse de acuerdo con un plan que refleje el objetivo de la tarea y que permita a los alumnos comprender el sentido de lo que se está haciendo. Debe ser hecha en un marco de normas claras que propicie que las operaciones puedan ser ejecutadas correctamente, que los resultados puedan registrarse y comentarse y que los aspectos novedosos o imprevisibles puedan ser analizados con relación a los objetivos propuestos.

Estas cuestiones son muy importantes desde el punto de vista del aprendizaje y también son útiles para que los niños revisen una idea corriente según la cual la actividad científica consiste en probar cosas “a ver qué pasa”. Sabemos que, en realidad, la actividad científica de experimentación es una tarea dirigida por las hipótesis del investigador y por un diseño previo que le permite estudiar un fenómeno de la manera más clara posible.

Promover *procesos reflexivos y de planificación* sobre las experiencias a realizar es: por una parte, una manera *necesaria de organizar la tarea escolar*, por otra, una manera *de acercar a los alumnos a este rasgo del conocimiento científico*.

## Experiencias y observaciones

En el apartado anterior, señalamos la importancia de la planificación y de la discusión en la realización de experiencias. En esta sección desarrollaremos cuestiones vinculadas con el diseño y la realización de experiencias y de observaciones.

En los fenómenos que se estudian suelen intervenir numerosas variables. Un experimento consiste en modificar esas variables y analizar los cambios que resultan de dichas modificaciones. Pero si se modifican todas las variables juntas no es posible saber a cuál o a cuáles de ellas atribuir los resultados. Por esta razón, es importante *modificar una variable por vez (aquella que se quiere estudiar) y dejar constantes todas las demás*.

Por ejemplo, en la secuencia III del *Documento de trabajo nº4, Los metales*, se quiere comparar cómo se comportan diferentes materiales en relación con la conducción de la electricidad. La variable que se quiere analizar es “tipo de material”. Por lo tanto, todas las demás (el tipo de pila, la forma del conductor, etc.) deberán permanecer sin variaciones. Lo único que se modifica es el material que se pone a prueba. De otro modo, ¿cómo sabríamos que las diferencias en los resultados al comparar, por ejemplo, el cobre con el piolín, se deben al material y no a que utilizamos pilas diferentes?

Este procedimiento de mantener constantes las variables intervinientes para poder analizar el efecto que produce la que nos interesa analizar, se denomina **control de variables** y es uno de los procedimientos centrales de la **actividad experimental**. Sin un cuidadoso control de variables se anula la posibilidad de interpretar los datos de una experiencia, ya que los efectos observados podrían deberse a más de una combinación de factores. La determinación de las variables que intervienen en la ocurrencia de un fenómeno no es una tarea sencilla. En la actividad escolar, aunque las experiencias son más acotadas y accesibles, no siempre es esperable que los alumnos puedan definir, por sí mismos, todos los

factores que pueden tener alguna influencia en los resultados. La participación del docente es de suma importancia porque debe *poner de relieve la existencia de estos diferentes factores* (señalar cuáles son, o guiar a los alumnos para que los reconozcan) y hacerlos tomar conciencia de la *necesidad del control de variables*.

Por ello, los alumnos deberán tener múltiples oportunidades para reflexionar en torno a los diferentes controles que se realizan en las experiencias, tanto en los momentos de preparación como de discusión de conclusiones. Muchas de las apreciaciones realizadas en el apartado “discusión, reflexión y planificación” son importantes para este aspecto de la actividad.

Como ya se señaló, la comprensión del procedimiento de control de variables y su utilización ayudan a la comprensión del propio sentido de la experiencia y de sus resultados. En la medida en que se entienden las razones que justifican el diseño de la experiencia y los efectos producidos se puede comprender mejor el problema sobre el que se está trabajando.

Este rasgo se refleja, de un modo más general, en todas las actividades de discusión que se proponen en la preparación de las experiencias a lo largo de las secuencias dedicadas al tema de “Los metales” y al de “Termómetros, temperatura y calor”. En ellas se han propuesto diferentes momentos en los que se promueve el comentario y la discusión sobre las condiciones a considerar en la realización de las experiencias.

La reflexión y la discusión sobre las condiciones de la experiencia ayudan a que los alumnos tengan claro *cuáles son las cuestiones que se están tratando, sobre qué aspectos deben centrar su observación y qué significan los resultados que obtienen*. Por otra parte, la enseñanza de procedimientos, en este caso el diseño de situaciones experimentales, requiere la puesta en práctica de diferentes estrategias para que puedan ser aprendidos progresivamente por los alumnos.

En la secuencia II del *Documento de trabajo nº4, Los metales*, la actividad 4 plantea una tarea experimental en la que se compara la maleabilidad en diferentes metales. Se propone que los alumnos diseñen la experiencia. Luego se discuten los diseños, a través de preguntas se intenta que los alumnos tomen conciencia de las variables implicadas y de la necesidad de su control. Finalmente, si es necesario, se les da un tiempo para que ajusten sus diseños.

No todas las experiencias son del mismo tipo y no tienen, por lo tanto, idénticos requisitos. Según el tipo de actividad, el control de variables se introduce gradualmente. Muchas de las actividades que implican el procedimiento de control de variables están precedidas de alguna tarea exploratoria que no requiere de ese control. Durante la actividad, también es frecuente realizar preguntas que introducen la necesidad de pensar en este tipo de controles.

A lo largo de las secuencias, entonces, se proponen diversas experiencias. Algunas de ellas son *exploraciones*, mientras que otras requieren de un control de variables más estricto.

El propósito de las **actividades exploratorias** es poner a los alumnos en contacto con el problema, partiendo de los modos habituales —más intuitivos y asistemáticos— de abordar el conocimiento del entorno. No obstante, a pesar de tratarse de exploraciones, se hace necesario establecer algunas condiciones de trabajo que permitan realizar comparaciones o elaborar algunas conclusiones.

En la actividad 1 de la secuencia III del *Documento de trabajo nº4, Los metales*, se procura establecer una primera diferenciación entre la conducción del calor por parte de los metales y de otros materiales. El objetivo es que los alumnos puedan discriminar “a grosso modo” entre mejores y peores conductores. Al finalizar estas exploraciones se propone una reflexión sobre sus alcances y limitaciones, lo cual permitirá introducir la necesidad de encontrar formas más sistemáticas y precisas de indagación en los casos en que sea necesario. Tal es el caso de las actividades 3 y 5 en las que se plantea un control más preciso de las variables en juego.

La **observación** es otro procedimiento de importancia en el trabajo en Ciencias naturales. Aunque parece sencillo, requiere un aprendizaje largo y gradual.

En las diferentes secuencias se plantean distintos tipos de observaciones. Algunas, a las que llamaremos **observaciones directas**, no requieren de la utilización de instrumentos, mientras que a aquellas que sí la requieren, las denominaremos **observaciones indirectas**.

Por ejemplo, no es lo mismo observar si un metal brilla o si se puede doblar más fácilmente que otro, que determinar qué metales conducen mejor el calor utilizando el “método de las varillas y la vela”, o usar un circuito eléctrico para comparar la conducción de la electricidad por parte de diferentes materiales.

En estos dos últimos casos decimos que la observación es indirecta, ya que es necesario hacer una *inferencia* respecto de lo que está sucediendo para afirmar que la varilla conduce el calor o que el hilo no conduce la electricidad.

La observación indirecta plantea requisitos para poder extraer conclusiones confiables. Por ejemplo, es necesario verificar el funcionamiento del instrumento que se está utilizando. Volviendo sobre el caso de la conducción eléctrica, deberemos controlar que las lamparitas no estén quemadas o que las conexiones estén bien hechas.

La información que se obtiene de la actividad experimental y la observación es producto de una *interpretación* que se realiza de los datos. Por eso es que reiteradamente se propone la orientación a los alumnos en las tareas de reflexión sobre los resultados obtenidos. Esta orientación puede darse por medio de preguntas (algunas de las preguntas posibles se detallan en cada una de las experiencias). Por supuesto que la utilización de preguntas por parte del maestro no inhibe que se brinde a los alumnos la oportunidad de reflexionar individualmente sobre los datos que han obtenido.

Son varias las actividades en las que se incluyen tareas de este tipo. Por ejemplo, la pregunta “¿Cómo se dan cuenta de que el agua de uno de los recipientes está a mayor temperatura que la del otro?” (*Documento de trabajo nº5, Termómetros, temperatura y calor*, actividad 1, secuencia I), tiene como propósito relacionar la observación “marca del termómetro” con el aumento o la disminución de la temperatura (inferencia).

En cambio, preguntas como: “¿Varió la temperatura del agua del recipiente más pequeño?” “¿Cuál fue la temperatura del agua del recipiente pequeño en la última medición?” “¿Era lo que esperaban?” “¿Por qué creen que varió la temperatura del agua en el recipiente pequeño?” (*Documento de trabajo nº5, Termómetros, temperatura y calor, actividad 2, secuencia II*), distinguen entre datos y conclusiones.

Es necesario discriminar entre aquello que es producto de la *observación* y aquello que es resultado de una *inferencia* a partir de los datos obtenidos. Esta diferencia es central y debería ser motivo de reflexión cuando se trabaja con los alumnos. Por ejemplo, los niños deberían poder distinguir entre la *observación* de la lamparita que se enciende y la *inferencia* de que el material con el que están trabajando es buen conductor de la electricidad.

Uno de los propósitos que hemos planteado para la enseñanza de las Ciencias naturales es que los alumnos “se aproximen a los modos de pensar que toman como referencia el conocimiento científico”. La distinción entre una observación y una inferencia, o entre datos y conclusiones, es central en este camino de aproximación.

## El registro de información y la comunicación de los resultados

Un procedimiento de gran importancia en la enseñanza de las Ciencias naturales es **la utilización, el diseño, la preparación y la interpretación de informes y de instrumentos de registro de información** (cuadros, tablas, gráficos). Esta no es una tarea que los alumnos realicen con frecuencia durante las clases de Ciencias naturales.

En el *Documento de trabajo nº4, Los metales*, se propone un trabajo sistemático de elaboración e interpretación de registros de información. En el *Documento de trabajo nº6, Desarrollo en animales vertebrados*, se solicita además la elaboración de un informe en el que se sistematiza información.

El trabajo de **registro de información** debe ser introducido adecuadamente señalando su importancia. Para ello, un camino puede ser discutir con los alumnos cuestiones como las siguientes:

- ¿Cómo podremos recordar la información que obtenemos?
- ¿Cómo podremos comparar los resultados de distintos grupos de trabajo?
- ¿Cómo podremos utilizar los datos de nuestras pruebas o la información que encontramos, si no los escribimos de alguna manera?

También es importante que los alumnos conozcan distintas maneras de guardar la información y que sepan que algunas de ellas son más adecuadas para ciertos usos. Para ciertos tipos de datos los cuadros o las tablas son más útiles que, por ejemplo, un informe narrativo.

Los registros de información, al mismo tiempo que son un instrumento para sistematizar e interpretar datos, pueden ayudar a una comprensión más clara del tema. Esto es así

porque el esfuerzo de diseñar o, aun, de comprender la estructura de un cuadro, una tabla o un gráfico obliga a utilizar conocimientos y a clarificar el trabajo realizado.

Es necesario, entonces, que los alumnos aprendan *progresivamente* a diseñar formas de registrar la información mediante listas o cuadros. Es conveniente que antes de presentar un cuadro o una tabla se discuta con los alumnos de qué modo creen que será adecuado diseñarla. El diseño puede ser guiado a través de preguntas como: “¿cuáles son los datos que se van a registrar?”, “¿cuáles son los datos que se espera poner en relación?”, “¿cuál es el modo más apropiado de representarlo en la página?”, “¿cuántas columnas serán necesarias para el registro?”, “¿cuál será el modo en que se apuntará la información?”

En la tarea de aprender a preparar formas de registro de información puede ayudar la comparación con medios ya conocidos (por ejemplo, juegos tales como el “tutti frutti” o la “batalla naval”, envases o información general) y con soluciones que se adoptaron en otras situaciones. También es posible que, por la dificultad del tema, el grado de experiencia de los alumnos o porque se jerarquizan otros aspectos de la tarea, el docente decida proponer un modelo de registro para una actividad determinada. Pero, aun en estos casos, el trabajo es más productivo si se promueve una conversación en la que se comenten las ventajas que el modelo propuesto tiene con relación al problema que se trata de resolver en ese momento. Esta tarea también tiene importancia para la interpretación de cuadros. En la medida en que se comprenden las características de un cuadro es posible saber cómo leerlo y conocer el tipo de datos que se pueden obtener.

Hay varias alternativas para el proceso de diseño de los instrumentos de registro. Ellas abarcan:

- diseños realizados totalmente por los alumnos;
- diseños realizados por los alumnos con una importante ayuda y orientación por parte del maestro;
- diseños propuestos por el maestro y sometidos a discusión por parte de los alumnos.

(Por lo regular estos tres niveles de tarea: autónoma, sostenida por el docente y dirigida por el docente, se repiten en otras situaciones; por ejemplo, en el diseño de experiencias.)

Se señaló, en todos los casos, la importancia de que los alumnos piensen acerca de las características del registro que deben realizar, imaginen cómo podría concretarse y analicen diversas propuestas. La elección de cada una de estas alternativas para el proceso de diseño depende de la experiencia de los alumnos en esta tarea, el tipo de datos que deba registrarse y el momento de la actividad.

Probablemente no hay ninguna tarea de observación o de experiencia que no requiera algún tipo de registro, aunque las modalidades varíen de acuerdo con el tema y los objetivos del trabajo.

**El informe sistematizado de resultados y conclusiones** tiene igual importancia que el registro de información en el proceso de aprendizaje.

La *redacción de informes* es una tarea compleja. Los alumnos tendrán que aprender a distinguir qué cosas es importante informar y cuáles son secundarias. Esto depende de los objetivos de la tarea. Por supuesto, no se espera que los niños sean capaces de elaborar informes acabados ni de realizarlos solos en las primeras oportunidades.

Su habilidad para redactar informes depende de que tengan oportunidad de intentarlo y de que reciban ayuda gradual. Algunas pautas podrían ayudar para la preparación de

un informe sobre las tareas realizadas. Estas pautas varían según el tipo de tarea que se haya desarrollado, ya sea un trabajo experimental o de búsqueda bibliográfica.

Por ejemplo, en actividades experimentales como las planteadas en el *Documento de trabajo nº4, Los metales*, será importante:

- Identificar el propósito de las experiencias (por ejemplo: comprobar el grado de maleabilidad y posibilidad de ser doblados de diferentes metales).
- Describir las variables que se controlaron (por ejemplo, “se utilizaron chapas, todas del mismo tamaño y grosor”) y otras que se modificaron para estudiarlos (uno u otro metal).
- Describir las técnicas principales que se utilizaron (por ejemplo: “enrollamos el alambre alrededor de un lápiz”).
- Presentar los resultados que se obtuvieron para cada una de las propiedades y en la comparación de ambas. En este caso, la información se puede apoyar con un cuadro comparativo.
- Presentar las conclusiones que se elaboraron a partir de dicha comparación (por ejemplo, “los metales que son más maleables, también son más doblables”).
- Presentar una síntesis de la información obtenida a partir del docente o de las fuentes que él haya indicado.

En cambio, en el *Documento de trabajo nº6, Desarrollo en animales vertebrados*, se trata de que, a través del informe, los alumnos puedan formular ciertas generalizaciones, a partir de la información obtenida para casos particulares. En este caso, el informe incluirá:

- La metodología utilizada en la búsqueda de información y las fuentes a las que se recurrió.
- La enunciación de los criterios que se utilizaron para la generalización (tiempo de gestación, número de crías...) y la información correspondiente.
- La ejemplificación con casos particulares que den cuenta de la diversidad dentro de cada ítem.
- Cuadros o esquemas que ayuden a la comparación o exposición de los datos.

Un informe puede contener todos estos puntos o sólo algunos de ellos. El docente tendrá que evaluar cuál es la progresión adecuada para introducir a los alumnos en esta tarea.

## Formas de organización del trabajo

En todas las secuencias se proponen actividades que varían en su **forma de organización**. Algunas son *individuales*, otras en *pequeños grupos* y otras son con el *grupo total*. Cada forma organizativa tal cual se la formula al inicio de cada actividad indica un énfasis en la forma de trabajo, ya que es posible encontrar rasgos de las otras dentro de la misma actividad.

En general, la forma organizativa está relacionada con la tarea que se quiere desarrollar. Proponemos que se realicen en **pequeños grupos** aquellas actividades que exigen la discusión y la convergencia de opiniones alrededor de una tarea. El pequeño grupo faci-

lita la discusión para el diseño de las experiencias, permite que cada alumno exprese sus ideas, las comparta o confronte con las de sus compañeros, posibilita una buena visualización de lo que sucede durante la experiencia y la manipulación autónoma de los materiales.

Las actividades que se realizan con el **grupo completo** son, por lo general, las de apertura o cierre. En ellas se espera que los alumnos tengan la posibilidad de discutir, confrontar y compartir opiniones o resultados. También se han planteado como actividades de grupo total los momentos en que el docente completa o sistematiza la información. Se trata de instancias en las cuales el docente ocupa un lugar principal como informante u orientador.

Algunas tareas de obtención de información se realizan en forma **individual**, para que la información obtenida sea lo más variada posible; en otras se recurre a los pequeños grupos para facilitar la distribución de tareas, la resolución de problemas técnicos (en el caso de experiencias u observaciones) o la cantidad de instrumental disponible.

Pese a que cada forma organizativa parece adecuada a un tipo de tarea, lo real es que puede modificarse la organización de la actividad y mantener, en buena medida, sus propósitos. En algunos casos una experiencia puede ser realizada en pequeños grupos o con el grupo total de manera mostrativa.

Se debe tener en cuenta que en todas las secuencias de actividades la forma organizativa de cada actividad (trabajo en pequeños grupos, trabajo individual, trabajo con el grupo total) es sólo la *forma principal*. De hecho, en todas las actividades se combinan momentos de trabajo en pequeños grupos, trabajo individual y con el grupo total. Por ejemplo, durante casi todas las actividades que se realizan en pequeños grupos hay momentos de intercambio general o momentos de explicación u orientación por parte del docente. También, durante la tarea en grupos, pueden existir instancias de trabajo individual.

La decisión de elegir una u otra forma de organización de la clase está ligada a la combinación de diversos factores que cada docente deberá evaluar:

- el objetivo de la actividad,
- el tiempo disponible,
- el grado de autonomía de los alumnos para el trabajo grupal o para el manejo de instrumentos,
- los riesgos que implica la tarea (trabajo con fuego, con agua caliente, etcétera).

Sea cual fuere la organización de la clase, no debe perderse de vista la importancia de la participación de los alumnos mediante la reflexión sobre lo que observan o lo que hacen.

## **Palabras finales**

Con este documento completamos una serie de materiales.

En los primeros comenzamos reflexionando acerca de diversos aspectos referidos a la enseñanza de las Ciencias naturales. Luego ofrecimos una mayor especificación de la propuesta didáctica, a través de secuencias de enseñanza. Por último, en este documento recuperamos nuevamente reflexiones de tipo general.

Desde miradas más teóricas o más centradas en las prácticas, intentamos reflejar una propuesta para la enseñanza de las Ciencias naturales en la escuela.

Esperamos que puedan ser útiles para orientar la tarea en el aula y que puedan servir como referencia para el desarrollo de otros temas que no han sido tratados en estos documentos.



## **Bibliografía**

Fourez, G. *La construcción del conocimiento científico*, Madrid, Narcea S.A., 1994.

Harlen, W. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, Madrid, Ediciones Morata, 1994.

Joyce, B. y M. Weil. *Modelos de enseñanza*, Madrid, Anaya, 1984.