



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°5.

*Propuesta didáctica para la enseñanza
del tema “Termómetros, temperatura y calor”
en el segundo ciclo*

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 nº5.

**Propuesta didáctica para la enseñanza del tema
“Termómetros, temperatura y calor”
en el segundo ciclo**

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 9879327-04-7

© 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

Presentación

Algunos aspectos del enfoque general para la enseñanza de las Ciencias naturales

- a) En relación con la selección y la organización de los contenidos
- b) En relación con la articulación de conocimientos

Características generales del tema propuesto

¿Por qué trabajar “Termómetros, temperatura y calor”?
Comentarios sobre las secuencias

Secuencias de actividades

Información para el docente

Secuencia I: Termómetros

Actividades

Secuencia II: Cambios de temperatura y equilibrio térmico

Actividades

Secuencia III: Materiales aislantes

Actividades

Orientaciones para el docente

Bibliografía

Presentación

En este documento presentamos una propuesta didáctica para la enseñanza de un tema de Ciencias naturales. En este caso se trata de “Termómetros, temperatura y calor” y está destinado a los alumnos del segundo ciclo de la Educación General Básica (EGB).

Este documento es un material de apoyo a las tareas de desarrollo del contenido curricular y, al igual que el documento “Los metales”, concreta puntualmente aspectos del enfoque propuesto en los *Documentos de trabajo n°1* y *n°2* de Ciencias naturales, y amplía el enfoque planteado en el Diseño curricular de 1986.

Este tema está previsto para ser desarrollado en aproximadamente siete u ocho clases¹. Los restantes contenidos propuestos por el Diseño curricular podrán ser planificados y enseñados de acuerdo con el plan general para el grado y con la programación institucional.

Por las características del tema elegido y de las propuestas de trabajo, creemos que las secuencias de actividades que planteamos se adecuan particularmente para 4º grado. No es necesario que todas las secuencias se realicen en el mismo año. Específicamente, la secuencia I puede ser desarrollada de manera independiente en 4º grado, y las restantes en otro período. Corresponde a cada docente o institución evaluar las posibilidades de llevar adelante esta propuesta teniendo en cuenta la planificación institucional y la de clase.

Tanto en la secuencia II como en la secuencia III se sugieren puntos de articulación con temáticas tratadas en el documento “Los metales”, por lo cual es preferible que éste haya sido trabajado previamente. Sin embargo, ésta no es una condición indispensable para el desarrollo de las mismas.

Algunos aspectos del enfoque general para la enseñanza de las Ciencias naturales

En lo que sigue se plantearán algunos aspectos del enfoque general para la enseñanza de las Ciencias naturales que tienen relevancia para encuadrar esta propuesta. Dicho encuadre fue organizado en torno a dos temáticas: los criterios para la selección y la organización de contenidos, y la articulación de conocimientos en el área.

a) En relación con la selección y la organización de los contenidos

En el documento para el primer ciclo², presentamos un criterio de organización de los contenidos teniendo en cuenta dos dimensiones. Una de ellas está referida a distintos **aspectos del mundo natural** (Los materiales, Los seres vivos) que se vinculan —de un modo aproximado— con lo que constituyen los objetos de estudio de las disciplinas del área, y sobre los cuales proponemos centrar la enseñanza.

¹ Cada clase está considerada como un módulo de 80 minutos.

² Sugerimos la lectura del texto *Ciencias naturales. Documento de trabajo n°2. Actualización curricular*, destinado a los docentes del primer ciclo.

La segunda dimensión la constituyen **ejes de análisis** (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 aspectos del mundo natural que se estudian.

Así, desde la mirada “Unidad y diversidad del mundo natural”, 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 que ocurren en el mundo natural, 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 en la naturaleza. La intención es que —a la vez que se distinguen los componentes del entorno— se analicen algunas interacciones entre los mismos y los cambios que se producen.

Finalmente se introduce una tercera mirada, ahora teniendo en cuenta **cómo el hombre se relaciona con el entorno**, en dos sentidos diferentes:

—Por una parte lo aprovecha y, en muchos casos, 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, el hombre indaga al mundo natural, intentando encontrar explicaciones acerca de lo que en él ocurre. Se trata entonces de que los alumnos comprendan que, en este intento, los hombres construyen modelos explicativos que van conformando, según las épocas y los lugares, ideas y representaciones acerca de cómo es el universo y quiénes lo habitan. Se trata también de aproximarlos al conocimiento de dichos modelos.

Según este enfoque, los **contenidos** expresan la intersección entre un aspecto del mundo natural (Los materiales, Los seres vivos) y un eje de análisis (Unidad y diversidad; Interacciones, transformaciones y conservación; El hombre y el mundo natural).

A la vez, se trata también de aproximar a los alumnos a modos particulares de conocer vinculados con el conocimiento científico. Éstos incluyen actitudes y metodologías relacionadas con el pensamiento científico que se convierten en materia de enseñanza y de aprendizaje. Es decir, son también **contenidos**.

El siguiente cuadro muestra cómo, en la unidad temática “Termómetros, temperatura y calor” que se trata en el documento, un mismo aspecto del mundo natural, en este caso “Los materiales”, puede ser analizado desde estos diferentes ejes o miradas. En la formulación de los contenidos, se han articulado los conceptos, las informaciones, las ideas y los procedimientos que se propone enseñar.

En el cuadro puede apreciarse que los contenidos incluyen los aspectos conceptuales —por ejemplo, “Los cambios de temperatura se deben a la transferencia de calor del cuerpo que está a mayor temperatura al que está a menor temperatura”— y aspectos relacionados con procedimientos de trabajo —por ejemplo, “Registro seriado de variaciones de temperaturas. Interpretación de resultados de las experiencias”.

UNIDAD TEMÁTICA: TERMÓMETROS, TEMPERATURA Y CALOR

	Unidad y diversidad	Interacciones, transformaciones y conservación	El hombre y el mundo natural
Los Materiales	<p><u>Termómetros y temperatura</u> Los termómetros sirven para medir la temperatura de las cosas que nos rodean y de nosotros mismos.</p> <p>Los distintos cuerpos pueden tener la misma temperatura aunque parezcan más fríos o más calientes según nuestros sentidos.</p> <p>Materiales aislantes del calor. Algunos materiales dificultan más que otros la transferencia de calor. Estos materiales se llaman aislantes. En general, ellos son los que conducen menos el calor. Los materiales que conducen mejor el calor se llaman conductores.</p>	<p><u>Los materiales y el calor</u> Cambios en la temperatura de los cuerpos y materiales</p> <p>–Cuando se ponen en contacto dos cuerpos, que inicialmente están a temperaturas diferentes, la temperatura de ambos se modifica.</p> <p>–Los cambios de temperatura se deben a la transferencia de calor del cuerpo que está a mayor temperatura al que está a menor temperatura. En esta transferencia el primero pierde calor y el segundo lo gana.</p> <p>–Los fenómenos de transferencia ocurren entre cuerpos que están a diferente temperatura. Al cabo de un tiempo, las temperaturas se igualan y ya no hay más transferencia de calor.</p> <p>–Realización de experiencias con cuerpos a diferentes temperaturas. Registro seriado de variaciones de temperaturas. Interpretación de resultados de las experiencias.</p> <p>Variaciones en la velocidad de transferencia de calor. La variación de la temperatura de los cuerpos puede dificultarse si se los cubre con materiales aislantes.</p> <p>–Realización de experiencias con materiales aislantes.</p> <p>–Registro seriado de variaciones de temperaturas.</p> <p>–Interpretación de resultados de las experiencias.</p>	<p><u>Los termómetros</u> A través de nuestros sentidos podemos saber si un cuerpo está más frío o más caliente que otro. Esta sensación es subjetiva.</p> <p>Los termómetros nos permiten medir con precisión la temperatura de los materiales y de los cuerpos que nos rodean.</p> <p>Uso de los termómetros y lectura de temperaturas.</p> <p>–Exploración sistemática con termómetros clínicos y de laboratorio.</p> <p>–Existen distintos tipos de termómetros. Los termómetros se diferencian según el rango de temperaturas que pueden medir y según la manera en que marcan la temperatura.</p> <p>–Indagación sobre los diferentes tipos de termómetros. Elaboración de informes de resultados.</p> <p>Errores de medición</p> <p>–Los termómetros de un mismo tipo pueden presentar pequeñas variaciones en sus marcas de temperatura.</p> <p>–Se pueden aceptar pequeñas variaciones en los resultados al medir la temperatura de un mismo cuerpo con distintos termómetros.</p>

b) En relación con la articulación de conocimientos

Tal como se propone en el *Documento de trabajo n°2*, los temas o unidades temáticas agrupan contenidos provenientes de diversas intersecciones entre las miradas y los aspectos del mundo natural.

En algunos casos, las unidades temáticas se vinculan más con un aspecto del mundo natural (Los materiales, Los seres vivos,...) y se analizan desde las tres miradas. En otros, las unidades temáticas podrían vincularse más estrechamente con alguna de las miradas o ejes de análisis. Un ejemplo de esto es el tema “los cambios en la vegetación a lo largo del año” que se propuso para el primer ciclo, en el cual el foco de atención está puesto en los cambios. Finalmente, una unidad temática podría incluir contenidos provenientes de diferentes aspectos y miradas simultáneamente.

Existe un aspecto de la articulación que habitualmente es desatendida y consiste en la integración entre distintas dimensiones del contenido. Conjuntamente con la dimensión conceptual nos proponemos enseñar ciertos modos de abordar el conocimiento desde las Ciencias naturales: utilizar diferentes maneras de explorar fenómenos, poner a prueba hipótesis, registrar y analizar información, etc. Esto abre un espacio de integración de gran importancia en los niveles de organización curricular, programación y actividades de enseñanza.

La unidad temática “Termómetros, temperatura y calor” está focalizada en un aspecto del mundo natural (Los materiales) y es analizado desde las tres miradas propuestas. También incluye otras dimensiones del contenido como “el uso correcto de instrumental de laboratorio” (en este caso, los termómetros), o “la formulación de anticipaciones respecto de un fenómeno a investigar”.

Por otra parte, se propone una articulación con otro tema ya propuesto, el de los metales, al tratar la temática vinculada con la transferencia de calor y su vinculación con la conducción del calor.

Características generales del tema propuesto

Las secuencias de actividades que proponemos están, principalmente, dirigidas a que los alumnos puedan aproximarse a la idea de temperatura, la utilización de los termómetros y los conceptos relacionados con la transferencia de calor.

Asimismo, pretendemos que los alumnos se aproximen gradualmente al conocimiento del mundo natural desde una perspectiva diferente de la que están habituados, y más cercana al conocimiento científico. De un modo general, se trata de ofrecer actividades que permitan a los alumnos:

- La elaboración de respuestas alternativas a preguntas.
- El debate de diferentes ideas acerca de los fenómenos estudiados.
- La utilización de estrategias que permitan contrastar sus ideas y ampliar sus conocimientos por medio de la realización de experiencias.
- La utilización de cuadros de registro de datos e información y la elaboración de informes de resultados.
- El análisis y la interpretación de los datos registrados y la discusión de conclusiones para ampliar sus conocimientos.

¿Por qué trabajar sobre “Termómetros, temperatura y calor”?

En estas secuencias se ofrecen actividades para trabajar contenidos sobre termómetros, temperatura y calor. Esta temática permite enriquecer y ampliar conocimientos que los alumnos ya poseen. También es apropiada para cuestionar y relativizar algunos de esos conocimientos que resultan erróneos desde el punto de vista científico por estar, en un principio, muy relacionados con las percepciones inmediatas (por ejemplo, pensar que un cuerpo que “percibo más frío que otro” está siempre a menor temperatura).

Esta secuencia, entonces, constituye una primera aproximación a conceptos vinculados con el calor y la temperatura, que serán retomados en distintos momentos de la escolaridad con crecientes niveles de complejidad.

Comentarios sobre las secuencias

En este documento el tratamiento del tema “Termómetros, temperatura y calor” está organizado en tres secuencias, cada una de las cuales consta de varias actividades.

La presentación se realiza en tres partes: la primera incluye **información** básica sobre el tema en el que se encuadran las tres secuencias; la segunda incluye las **secuencias** propiamente dichas en las que se especifican las actividades a desarrollar, y se ofrece al docente algunas sugerencias puntuales³; en la tercera y última parte se dan **orientaciones** para el trabajo del maestro en clase⁴.

³ Todas las secuencias de actividades contienen: propósitos y objetivos, actividades propiamente dichas, sugerencias para su desarrollo (en recuadro), sistematización del conocimiento (recuadros grisados).

⁴ Todas las orientaciones para el docente contienen: orientaciones puntuales ligadas a las actividades que se proponen, y reflexiones más generales sobre el mismo tema (en recuadro).

La secuencia I tiene como propósito que los alumnos conozcan que los termómetros sirven para medir temperatura, aprendan a manipular y leer correctamente el termómetro de laboratorio y adquieran conocimientos acerca de otros tipos de termómetros y su funcionamiento.

La secuencia II está orientada a que los alumnos puedan constatar dos fenómenos relacionados entre sí. Uno de ellos es el hecho de que cuando se ponen en contacto dos o más cuerpos a diferentes temperaturas iniciales, estas temperaturas se modifican con el transcurso del tiempo. El segundo fenómeno se vincula con el hecho de que dos o más cuerpos en contacto tienden a igualar sus temperaturas, es decir que tienden al equilibrio térmico. El objetivo de la secuencia es ofrecer actividades que permitan reconocer estos fenómenos y reflexionar sobre los procesos involucrados.

La secuencia III incorpora la idea de materiales que dificultan la transferencia de calor. Éstos son los materiales que denominamos aislantes. Los materiales aislantes no son buenos conductores del calor. Las ideas de conducción de calor han sido trabajadas en el *Documento de trabajo n°4* (Los metales). Si esas actividades han sido realizadas, es conveniente proponer una activa relación con los conocimientos desarrollados allí. Si no se ha desarrollado, sería conveniente que el docente se familiarizara previamente con ellas.

En varias ocasiones, a lo largo de las secuencias, se sugerirá registrar las anticipaciones de los alumnos o los resultados de sus investigaciones, tanto experimentales como bibliográficas. Estos registros serán retomados tanto al finalizar cada una de las actividades como en las actividades de cierre. Es recomendable, entonces, que sean conservados, para poder recurrir a ellos y revisarlos, compararlos o reformularlos.

SECUENCIAS DE ACTIVIDADES

Información para el docente

Los términos “calor” y “caliente” tienen significado para los chicos desde que son muy pequeños. Por lo general, en la vida cotidiana, “caliente” está asociado al fuego (de la cocina, de la vela, de la estufa, del hogar a leña), y a sensaciones habituales y advertencias de “no tocar”. Y, durante mucho tiempo, los chicos siguen asociando la palabra calor al fuego.

Sin embargo, sabemos que no siempre el calor proviene del fuego: tanto dos cuerpos que han sido frotados entre sí, como las lamparitas que han estado encendidas durante cierto tiempo, se calientan. ¿De dónde proviene el calor en esos casos?

El calor y el modelo de partículas: una explicación para el calor

Hasta hace unos doscientos años, se creía que el calor era una sustancia invisible, a la que se llamaba “calórico”, que pasaba de un cuerpo a otro. En realidad, muchas veces parece que fuera así: si ponemos un cuerpo caliente en contacto con otro menos caliente, este último se calentará como si el primero le hubiera dado “algo”. El modelo del calórico sirve para explicar bastante bien estos casos, pero no nos sirve, por ejemplo, para dar cuenta de cómo se produce calor por fricción —situación en la que los dos cuerpos, aun estando inicialmente a la misma temperatura, se calientan.

Actualmente disponemos de modelos más adecuados y más abarcativos que permiten interpretar los diversos procesos de calentamiento. Contamos con el “modelo de partículas” que propone que la materia está formada por muchísimas partículas pequeñas, tan pequeñas que ni siquiera son visibles con el microscopio. Estas partículas no están quietas, se encuentran en constante movimiento; es decir, tienen una cierta energía. Cuanta mayor energía reciban, mayor será la velocidad con que se muevan.

¿Cómo se vincula el modelo de partículas con el calor? Como sabemos el calor es una forma de energía, y cualquier forma de energía puede transformarse en otra; en este caso la energía del movimiento de las partículas puede transformarse en calor y viceversa.

La temperatura y el modelo de partículas

La temperatura a la que se encuentran las cosas nos da una idea de la velocidad con que se están moviendo las partículas que las constituyen. Cuanto mayor sea esa velocidad, mayor será la temperatura a la que está el cuerpo.

Ustedes pueden hacer un experimento sencillo para poner de manifiesto lo que estamos diciendo. Buscar dos recipientes transparentes. Agregar agua a alrededor de 50°C en uno de ellos y agua a casi 100°C en el otro. Observarlos. No notaremos diferencias, nada en especial que nos señale cuál de los dos está a mayor temperatura. Pero si agregamos yerba en la superficie del líquido de ambos recipientes y miramos a trasluz podremos ver cómo la yerba se mueve mucho más rápido en el agua caliente que en el agua fría. Esto ocurre como consecuencia de que las partículas que forman el agua caliente tienen más energía que las que forman el agua fría y entonces se mueven a mayor velocidad, lo cual provoca que, al chocar con las partículas de yerba, hagan que ellas se muevan más rápido.

Calor y temperatura

¿De qué manera podemos aumentar la velocidad de las partículas que componen un cuerpo? Podemos aumentarla dándoles energía. ¿Cómo? Hay muchas maneras de hacerlo. Por ejemplo, golpeamos una cuchara con un martillo, las partículas que forman el martillo —cuya velocidad estamos aumentando— chocan contra las de la cuchara haciendo aumentar, a su vez, su velocidad y, en consecuencia, la energía de su movimiento. Es así que tanto el martillo como la cuchara que estamos golpeando se calientan. Pero también es posible aumentar la velocidad de las partículas que forman la cuchara, por ejemplo, poniéndola en un recipiente con agua más caliente o directamente sobre la llama. En todos estos casos, la cuchara se calentó porque las partículas que la componen habrán recibido cierta energía que hará que se muevan con mayor rapidez, por lo cual la temperatura será mayor.

Hasta ahora pareciera no haber diferencias entre el calor y la temperatura. Sin embargo, no son lo mismo. Supongamos que ponemos al fuego un recipiente con agua durante cierto tiempo y observamos que la temperatura aumenta. Pero, si ponemos una cantidad doble del mismo líquido sobre la misma llama, tardará el doble de tiempo para alcanzar la misma temperatura. Por lo tanto, en el segundo caso, estará recibiendo más cantidad de calor (ya que, a mayor tiempo transcurrido, mayor cantidad de calor entregado). Esto es así porque habiendo una cantidad doble de partículas en el segundo caso, a cada una “le tocará” aproximadamente la mitad de energía. La energía para repartir es la misma, pero ahora será entre el doble de partículas.

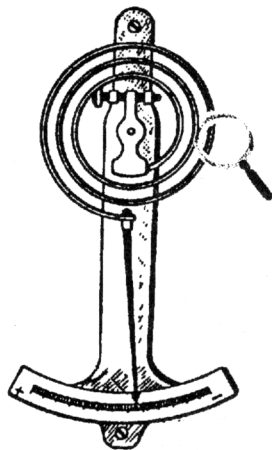
Los termómetros

Los termómetros son instrumentos que se utilizan para medir la temperatura, los hay de mercurio, alcohol u otras sustancias líquidas. También hay termómetros metálicos, de gas, de resistencia eléctrica y pirómetros.

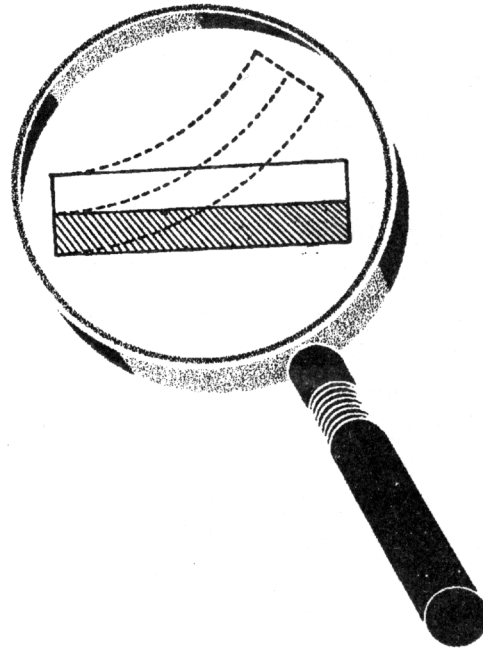
En cada caso se aprovecha el hecho de que los materiales presentan diversos cambios en sus propiedades cuando se modifica su temperatura. Por ejemplo: algunos líquidos cambian apreciablemente su volumen con la variación de la temperatura, se dilatan cuando aumenta y se contraen cuando disminuye. Esta variación se utiliza para la construcción de termómetros de mercurio o alcohol. Los gases cambian su presión con la variación de la temperatura. Algunos materiales cambian el color; por ejemplo, los utilizados en la construcción de termómetros que se colocan en la frente para “tomar la fiebre” y otros modifican su conductividad eléctrica.

¿Cómo se elige el termómetro adecuado cuando se desea medir temperaturas?

—Para temperaturas superiores a 300°C se utilizan diferentes tipos de termómetros; por ejemplo, los termómetros bimetálicos. Estos termómetros están contruidos con dos cintas de distintos metales enrollados en forma de espiral. Como los metales están elegidos de manera que se dilaten en forma apreciablemente diferente ante los aumentos de temperatura, esta espiral se enrolla y desenrolla con esos cambios, haciendo mover una aguja sobre una escala.



Termómetro metálico



—Cuando se desea medir temperaturas muy altas, superiores a 1000°C , los pirómetros son los termómetros más adecuados. Su funcionamiento se basa en la propiedad que tienen algunos materiales de cambiar de color ante los cambios de temperatura (por ejemplo, los metales que se ponen al rojo).

—Los termómetros de mercurio se utilizan preferentemente para medir temperaturas entre 360°C y algo menos de 0°C . Consisten esencialmente de un tubo de vidrio cerrado muy delgado, llamado capilar, con un ensanchamiento en un extremo llamado bulbo; allí es donde se coloca el mercurio. ¿Por qué se elige el mercurio? Este metal es líquido entre los -39°C y los 360°C , es muy visible aun dentro de capilares muy finos, no se adhiere al vidrio y por lo tanto no deja residuos al descender por el capilar. El mercurio se dilata cuando sube la temperatura, por lo tanto el volumen del mercurio aumenta con el aumento de la temperatura.

¿Cómo se construyen estos termómetros? Se marca sobre el capilar de vidrio " 0°C " a la altura que alcanza el mercurio cuando el termómetro se sumerge en hielo fundiéndose y " 100°C " a la altura alcanzada por el mercurio cuando se lo sumerge en agua hirviendo. La distancia entre estas dos marcas se divide en cien unidades, con lo cual queda armada la escala.

El mercurio se utiliza tanto para los termómetros de laboratorio como para los clínicos. (Los de laboratorio también pueden ser de alcohol.) El alcohol hierve a 78°C y se convierte en sólido a -117°C . Así es posible construir termómetros de alcohol con diferentes rangos comprendidos entre esas temperaturas.

La escala de los termómetros clínicos está comprendida entre los 35°C y 42°C . ¿Cómo es que no varía lo que marca el termómetro clínico cuando se lo saca para leerlo? El capilar del termómetro posee un estrangulamiento cerca del bulbo que impide que el mercurio retroceda al sacarlo una vez que se ha dilatado y alcanzado la marca que corresponde a la temperatura del lugar en que estaba colocado. El mercurio no puede bajar por el capilar y esto permite leer la temperatura; por ejemplo, aun sacando el termómetro de la axila. Por

esto hay que sacudir el termómetro clínico antes de usarlo. En cambio, no es necesario sacudir el termómetro de laboratorio debido a que no tiene tal estrangulamiento, el líquido contenido en el capilar se desliza fácilmente por él adecuándose a los cambios de temperatura según los lugares donde se coloque.

El equilibrio térmico

Cuando ponemos en contacto dos cuerpos a distinta temperatura observamos que al cabo de un tiempo las temperaturas se igualan. ¿Por qué sucede esto?

Las partículas que forman el cuerpo más caliente se mueven más rápido, y en consecuencia la energía de su movimiento es mayor que las que forman el cuerpo menos caliente. Al ponerlos en contacto, las velocidades de las partículas cambian. Las partículas más cercanas de ambos cuerpos chocan entre sí y, en esos choques, las más rápidas pierden parte de su velocidad y las más lentas la incrementan, aumentando así la energía de movimiento de estas últimas. Los choques constantes que ocurren entre las partículas de cada cuerpo aumentarán la velocidad de las partículas próximas del cuerpo menos caliente y finalmente todas habrán modificado en promedio sus velocidades. Las del cuerpo menos caliente la habrán aumentado y, paralelamente, las partículas del cuerpo que actuó como fuente (el cuerpo más caliente) habrán disminuido la suya.

El proceso finaliza cuando se igualan las velocidades promedio de las partículas que componen ambos cuerpos que pusimos en contacto. Entonces ambos están a la misma temperatura: se ha alcanzado el equilibrio térmico. Esto no significa que las partículas hayan dejado de moverse sino que todas, en promedio, se mueven a la misma velocidad. Y por lo tanto los cuerpos están a la misma temperatura: se ha alcanzado el **equilibrio térmico**.

Lo que permite utilizar al termómetro de laboratorio como termómetro es justamente esta evolución hacia el equilibrio térmico, proceso durante el cual se transfiere calor de un cuerpo a otro, hasta que los dos se encuentren a la misma temperatura.

¿Qué sucede cuando utilizamos un termómetro de laboratorio para medir la temperatura del agua dentro de un recipiente? Al poner, por ejemplo, el bulbo en un recipiente con agua a mayor temperatura que a la que estaba el bulbo, el agua calienta el bulbo y también el mercurio que hay en su interior, hasta que llegan ambos a la misma temperatura. En este proceso, el mercurio se dilata por efecto del calor que le transfiere el agua y sube por el capilar. Cuando ambos, el agua y el mercurio, han alcanzado la misma temperatura, la columna del termómetro se estabiliza y entonces leemos el resultado de nuestra medición: la temperatura del mercurio del termómetro es la misma que la temperatura del agua.

La transferencia de calor sucede siempre que se ponen en contacto dos cuerpos a distinta temperatura y continúa hasta que ambos estén a la misma temperatura. En este sentido, es importante que quede claro que cualquier material es fuente de calor para otro que esté a menor temperatura, aun cuando la palabra “calor” no parezca la adecuada. **“Frío” y “caliente” son términos relativos y adquieren significado en la comparación.** Cierta cantidad de agua a 90°C es fuente de calor para cualquier material cuya temperatura sea de 89°C, 70°C o menor y cierta cantidad de agua a 8°C es fuente de calor para agua a 2°C aunque consideremos que el agua a 8°C es agua “fría”.

Es importante tener en cuenta que los alumnos no suelen considerar al ambiente como una fuente de calor para los cuerpos menos calientes y aun cuando pueden reconocer que un recipiente con agua o arena es fuente de calor para cuerpos a menor temperatura y que luego de estar en contacto durante cierto tiempo sus temperaturas se habrán igualado,

les cuesta reconocer que otro tanto sucede con el aire. Por ello es importante alentar la reflexión sobre este hecho.

Consideraciones finales

El modelo de partículas permite interpretar los fenómenos de transferencia de calor teniendo en cuenta las velocidades y energías de las partículas que constituyen los materiales. Dicho modelo resulta más apropiado que el “modelo del calórico”.

Sin embargo, no creemos que sea conveniente cuestionar en este momento la idea del calor como sustancia que tienen la mayoría de los chicos: no es necesario para el nivel conceptual que se desea alcanzar; será preferible cuestionarla recién cuando tengan clara la noción de temperatura, hayan comenzado a trabajar con profundidad el tema de la energía y aprendan el modelo de partículas.

Tampoco proponemos trabajar a este nivel la diferencia entre los conceptos de calor y temperatura, que los chicos suelen confundir. De todas maneras, si este problema se planteara, es posible realizar algunas experiencias; por ejemplo, las que mencionamos en la parte de la información referida a calor y temperatura.

Una última aclaración: cuerpo, material, sustancia

Cuando se trabaja con temas referidos al calor, es difícil elegir el término con el cual designar los objetos. Esta dificultad proviene de las connotaciones que los términos tienen en el lenguaje cotidiano y que difieren de las que adoptan en el lenguaje científico. El término con el que agrupamos todas las “cosas” con las que se trabaja en esta secuencia es el de **cuerpos**. Esto requiere una aclaración ya que no siempre resulta fácil adjudicar este término a, por ejemplo, el agua o el aire —aunque no hay dudas en adjudicárselo al recipiente que la contiene. Sin embargo, es el término más inclusivo. Por eso, en las actividades propuestas, si consideramos las interacciones entre una barra de metal y el agua en la que está sumergido, diremos que son interacciones entre dos cuerpos. De todos modos, se podrá apreciar que, para referirnos al aire en particular, utilizamos generalmente la expresión “el ambiente”. Esta aclaración es, en principio, necesaria para evitar confusiones en la lectura de la secuencia.

Con los alumnos la dificultad se puede soslayar, en parte, dando a cada cosa su nombre (la barra, el agua, el aire, etc.). Sin embargo, habrá que llegar a un acuerdo cuando se trate de realizar alguna generalización. Se puede, entonces, proponer la idea de cuerpo, con la debida aclaración de que designa no sólo a cosas que tienen límites precisos.

SECUENCIA I: TERMÓMETROS

Objetivos de la secuencia

- Relacionar el termómetro con la medición de la temperatura de distintos cuerpos.
- Distinguir entre termómetro clínico y termómetro de laboratorio.
- Utilizar correctamente termómetros clínicos y de laboratorio.

Actividades

En esta secuencia nos proponemos que los alumnos conozcan diversos tipos de termómetros y aprendan a usar algunos de ellos.

Para iniciar la secuencia de actividades, el docente propondrá a los alumnos una breve conversación grupal en la cual se haga mención a diferentes situaciones en las que se mide temperatura. Para ello podrá apelar a situaciones familiares, tales como la medición de la temperatura corporal o el registro de temperatura ambiental que aparece en los diarios o noticieros televisivos.

El propósito de este intercambio es que los alumnos compartan la idea de que los termómetros se usan para medir temperaturas, entendiendo este término como relativo a cuán frío o caliente está determinado cuerpo.

Actividad 1 (pequeños grupos). Presentación del termómetro de laboratorio. Aproximación al uso del termómetro de laboratorio.

Para esta actividad se contará con los siguientes materiales:

- Tres recipientes con agua a diferentes temperaturas (agua de la canilla, agua con hielo molido, agua a más de 40°C);
- Termómetros de laboratorio.

El docente comenzará la clase mostrando a los alumnos el termómetro de laboratorio. Explicará cómo se utiliza: que el bulbo debe estar en contacto con el cuerpo cuya temperatura se quiere medir, que la temperatura se lee mirando la altura de la columna de mercurio, que hay que esperar a que la columna no se mueva más para leer la temperatura. Además, mencionará los cuidados y recaudos que es necesario tener para no romper los termómetros y, si alguno se rompiera, recordará que el mercurio es tóxico y no hay que tocarlo.

Propondrá a cada grupo que mida la temperatura del agua de cada uno de los recipientes. También podrá preguntar qué piensan que sucederá si sostienen con el puño cerrado el bulbo del termómetro. Luego puede pedirles que lo hagan y observen qué sucede con la columna de mercurio luego de cierto tiempo.

El propósito de esta primera actividad es que los alumnos se familiaricen con el uso del termómetro de laboratorio, que aprendan cómo usarlo y que reflexionen acerca del modo en que funciona.

A pesar de las explicaciones del docente, es probable que los alumnos necesiten de un tiempo para familiarizarse con la lectura de los termómetros. El docente intervendrá en los grupos ayudando a los alumnos a encontrar la columna de mercurio y leer la temperatura, de modo de facilitar la tarea.

A medida que los alumnos realizan la actividad el docente podrá pasar por los diferentes grupos para orientar la exploración mediante preguntas, por ejemplo:

–¿Cómo saben a qué temperatura está el agua?

–¿Dónde está ubicado el bulbo?

–¿Cómo se dan cuenta de que el agua de uno de los recipientes está a mayor temperatura que la del otro?

–¿Qué pasa cuando sacan el termómetro del agua? ¿Queda igual o se modifica la temperatura que indica?

–¿Cuál es la menor temperatura que se podría medir con este termómetro?
¿Y la mayor?

Si tienen el termómetro fuera del agua y lo sacuden:

–¿Qué pasa con la columna de mercurio cuando agitan el termómetro? ¿Se modifica la marca del termómetro? ¿Pueden bajar la columna de mercurio todo lo que ustedes quieran agitando el termómetro?

Una vez que los alumnos hayan realizado las experiencias se trabajará con los resultados de las mismas con el fin de sistematizarlos. El docente orientará mediante preguntas la reflexión de los alumnos con el propósito de que puedan sacar algunas conclusiones.

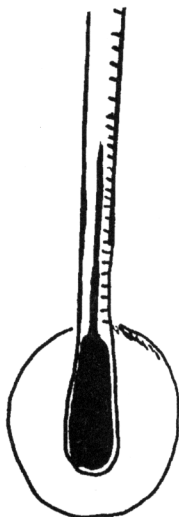
–Cuando el termómetro está en el agua medimos la temperatura del agua, ¿qué temperatura estamos midiendo cuando sacamos el termómetro del agua?

–¿Por qué baja/sube la temperatura cuando se saca el termómetro del agua?

A continuación el docente podrá introducir el termómetro en una bolita de plastilina y colocando el conjunto en distintas posiciones (la bolita hacia arriba, hacia abajo, hacia los costados) preguntará:

–¿La temperatura de qué está midiendo el termómetro ahora?

–¿Les parece que influirá la posición en la cual se encuentra el termómetro para medir la temperatura?



Cuando medimos la temperatura de la bolita de plastilina, el resultado es el mismo independientemente de la posición del termómetro.

Actividad 2 (grupo total). Comparación entre las mediciones registradas con distintos termómetros de laboratorio.

En esta actividad, proponemos que los alumnos detecten posibles variaciones en la medición de la temperatura, que pueden existir entre los distintos termómetros de laboratorio, para tenerlas en cuenta al comparar resultados de experiencias posteriores.

Para ello serán necesarios los siguientes materiales:

- Termómetros de laboratorio.
- Un recipiente con agua a temperatura ambiente.

El docente propondrá medir con los diferentes termómetros la temperatura del agua de un mismo recipiente. Podrá designar tantos alumnos como termómetros haya, para que cada uno de ellos lea y registre en el pizarrón la temperatura que indica el termómetro con el cual está trabajando. No estará de más recordarles que, para determinar la temperatura, deben esperar a que el mercurio o el alcohol no se muevan más.

Preguntas:

- ¿Qué temperatura creen que marcarán los termómetros?
- ¿Todos marcarán la misma temperatura? ¿Por qué?

Es probable que las mediciones —si bien muy semejantes— no resulten idénticas. Por ello, una vez realizada la experiencia, el docente hará notar al conjunto de la clase las diferencias entre los resultados de las mediciones de cada uno de los termómetros a pesar de que se esté midiendo la temperatura de un mismo cuerpo. Podrá explicar que los termómetros, al igual que otros instrumentos de medición, pueden presentar diferencias entre sí, y que será importante tener en cuenta este dato cuando se realicen posteriores mediciones.

Para facilitar la explicación, podrá hacerles notar que lo mismo ocurre con otros instrumentos de medición más familiares para los alumnos, como reglas, centímetros de tela,

cintas métricas, etc. Se pretende con esto que quede establecido que deben aceptarse pequeñas variaciones (no más de un grado y medio de más o de menos) entre las lecturas realizadas con distintos termómetros.

Actividad 3 (pequeños grupos). Comparación entre el termómetro de laboratorio y el termómetro clínico.

Materiales:

- Termómetros clínicos.
- Un recipiente con agua a 40°C (rotulado con el n°1).
- Un recipiente con agua a temperatura sensiblemente menor (rotulado con el n°2).

Se propondrá a los alumnos medir la temperatura del agua con el termómetro clínico. En primer lugar medirán la temperatura del agua que se encuentra a mayor temperatura. Luego medirán la del otro recipiente. Por último, se les solicitará que midan la temperatura retirando el termómetro del agua; es decir, que traten de registrar la temperatura ambiente.

Antes de sumergir los termómetros en el agua, leerán la marca del mismo en el momento inicial y se les preguntará:

- ¿Qué piensan que pasará con la marca del termómetro cuando lo sumerjan en el recipiente n°1?
- ¿Y al pasarlo del 1 al recipiente n°2?
- ¿Qué temperatura piensan que marcará al retirarlo del agua?

En cada caso registrarán los resultados. Para ello, el docente podrá facilitarles un cuadro como el que sigue:

Temperatura inicial	Temperatura en el recipiente n°1	Temperatura en el recipiente n°2	Temperatura del ambiente

Una vez que han realizado la experiencia, compararán los datos obtenidos con sus propias anticipaciones. A partir de esto, y retomando los resultados de las experiencias con el termómetro de laboratorio, el docente explicará a qué se deben las diferencias entre unos y otros, y las razones por las cuales los resultados no concordaron con lo esperado.

Una pregunta interesante para iniciar la explicación podría ser: “**¿Será hoy un día de 40°C?**”, haciendo referencia a la evidente incongruencia entre la marca que obtuvieron al medir la temperatura ambiente y los resultados esperables.

Al finalizar la explicación deberá quedar claro que, en realidad, con el termómetro clínico **no midieron la temperatura del agua del segundo recipiente ni del ambiente**, ya que este tipo de termómetro no lo permitió, por sus propias condiciones de fabricación.

Para esta actividad es importante que el maestro controle con precisión la temperatura del agua caliente ya que la misma debe encontrarse dentro del rango de temperaturas que mide el termómetro clínico. Si el agua superara los 42°C, la medición no podría realizarse y se estropearía el termómetro.

El recipiente con agua a menor temperatura se incluye con el fin de que los alumnos puedan apreciar que el termómetro clínico se mantiene, una vez que indica una determinada temperatura, en esa marca, y no desciende aunque su bulbo se ponga en contacto con otro cuerpo que se encuentra a una temperatura inferior. Teniendo en cuenta esto, la temperatura a la cual se encuentre el agua de este segundo recipiente no es relevante, siempre que para los alumnos esté claro que está a menor temperatura que la del primero.

Es importante, entonces, proponer a los alumnos que midan en primer término el agua del recipiente que se encuentra a mayor temperatura, para que resulte evidente que la marca no baja, como sería de esperar, en el segundo caso.

Actividad 4 (individual y pequeños grupos). Sistematización y comunicación de información. Relevamiento de la existencia de diversos tipos de termómetros y sus características.

Como durante toda la secuencia I se utilizan termómetros de laboratorio y clínicos, se propone esta actividad final para que los alumnos se informen sobre la existencia de otros tipos de termómetros y sus usos más habituales.

Se conversará con los alumnos acerca de que los termómetros analizados hasta ahora no son los únicos sino que existen diversos tipos. El docente propondrá realizar una indagación para averiguar qué otros tipos de termómetros existen además de los ya estudiados. La fuente principal de información para el relevamiento será la familia y los comerciantes del barrio (heladería, farmacia, veterinaria, panadería, tintorería, etc.), aunque también pueden buscar datos en libros y enciclopedias.

La actividad puede realizarse en grupos. Otra posibilidad es que la etapa de indagación sea individual y luego se haga la sistematización de la información en pequeños grupos.

Para organizar el relevamiento, se sugiere formular una serie de preguntas que se elaborarán en conjunto, a partir de lo que los alumnos y el docente vayan sugiriendo. Algunas de estas preguntas podrían ser:

- ¿Utiliza algún termómetro?
- ¿Dónde está ubicado?
- ¿Cómo funciona?
- ¿Cómo se lee la temperatura?
- ¿Por qué es importante en su trabajo utilizar termómetro?
- ¿Cuál es la temperatura máxima y cuál la mínima que puede medir con su termómetro?

Una vez realizada la indagación, cada grupo compartirá los resultados y los organizará de manera de poder comunicarlos al resto de los grupos. Se pueden realizar exposiciones orales que incluyan dibujos, esquemas o el instrumento concreto.

Esta actividad tiene un carácter netamente informativo. Es decir, no se espera que los alumnos tengan posibilidades de manipular estos termómetros, tampoco que se interioricen en su funcionamiento. Interesa que sepan que existen otros termómetros además de los que ya conocen, que algunos se usan para medir otros rangos de temperatura y que no todos funcionan de la misma manera.

Al finalizar esta secuencia los alumnos habrán podido aprender que:

- Los termómetros miden la temperatura.**
- Existen distintos tipos de termómetros, los más conocidos marcan la temperatura con la altura de la línea de mercurio o de alcohol. Cuanto mayor sea la temperatura, mayor es el número que marca la línea, y viceversa.**
- No todos los termómetros tienen el mismo rango (es decir, son distintas las marcas mínimas y las máximas).**
- El termómetro clínico, una vez que marca una temperatura, no vuelve a “bajar” a pesar de que se lo coloque en un lugar más frío (sólo baja si se lo agita), aunque puede seguir subiendo si se lo coloca en un lugar más caliente.**
- La temperatura se lee correctamente cuando la columna de mercurio no se mueve más.**
- Para medir correctamente la temperatura, el bulbo de los termómetros debe estar “sumergido en” o “rodeado por” el cuerpo del cual se quiere medir la temperatura.**
- La posición en que se coloca el termómetro (horizontal o vertical) no influye en la medición de la temperatura.**

SECUENCIA II: CAMBIOS DE TEMPERATURA Y EQUILIBRIO TÉRMICO

Objetivos de la secuencia

- Constatar las modificaciones de temperatura cuando se ponen en contacto dos o más cuerpos con diferentes temperaturas iniciales.
- Comprobar que cuando dos cuerpos que están a diferentes temperaturas se ponen en contacto, las temperaturas de ambos se igualan al transcurrir un cierto tiempo.
- Relacionar estos cambios con la idea de transferencia del calor.
- Reconocer que el ambiente puede ser una fuente de calor.

Actividades

Actividad 1 (grupo total o pequeños grupos). Aproximación a fenómenos que implican transferencia de calor.

Como presentación del tema se propone a los alumnos una serie de preguntas para promover la reflexión sobre situaciones relacionadas con la transferencia de calor.

Consigna: pensemos en las siguientes preguntas.

- ¿Qué pasará con la temperatura de una gaseosa bien helada si la dejo una hora sobre la mesa de la cocina? ¿Por qué pasará esto?
- ¿Y si pusiera la lata de gaseosa fría dentro de un recipiente con agua caliente? ¿Qué pasaría con la temperatura de la gaseosa?
- ¿Qué pasará con la temperatura de una taza de té bien caliente si la dejo una hora sobre la mesa de la cocina?
- ¿Cuántas maneras conocen de enfriar un huevo duro? ¿Cuáles son?
- Si coloco una pava bien caliente sobre la mesa, ¿qué sucederá con la temperatura de la mesa en el lugar donde estuvo apoyada la pava?
- ¿Qué pasó con la temperatura del té, de la gaseosa, del huevo duro, de la tabla de la mesa? ¿Qué hizo que cambiara la temperatura en cada caso?

Esta parte del trabajo podrá realizarse en pequeños grupos o con el grupo total. En el primer caso, el docente propondrá las preguntas y luego se comentarán las respuestas en el grupo general. En el segundo caso, el docente prestará atención a que todos los niños tengan oportunidad de formular respuestas.

Como ésta es una actividad de iniciación, no se espera que los niños den respuestas absolutamente acertadas, ni tampoco que estén de acuerdo entre sí. En esta actividad se trata de utilizar, en casos concretos, las ideas relacionadas con fenómenos de transferencia de calor. Estas ideas serán trabajadas a lo largo de esta secuencia y la siguiente. Por ello, es importante tener en cuenta la diversidad de opiniones, dejando marcado que se van a discutir durante el trabajo con este tema.

Actividad 2 (pequeños grupos). Realización de una experiencia para estudiar la variación de temperatura de un volumen de agua en contacto con otro volumen distinto de agua a mayor temperatura.

En esta actividad se procura registrar sistemáticamente las variaciones de temperatura en un mismo cuerpo cuando éste entra en contacto con otro a mayor temperatura.

Serán necesarios los siguientes materiales:

- Dos recipientes (un jarro de 1/4 litro y una cacerola de 3 litros).
- Termómetros de laboratorio.
- Termos con agua fría (más o menos 8°C) y caliente (más o menos 40°C).
- Reloj.

Consigna

En el recipiente pequeño colocaremos agua a unos 8°C y en el otro recipiente más grande, agua a 40°C. Introduciremos el recipiente más pequeño dentro del más grande.

- ¿Qué creen que sucederá con la temperatura del agua del recipiente pequeño?
¿Aumentará o disminuirá?
- ¿Qué temperatura piensan que tendrá después de 10 minutos?

Una vez que los alumnos han enunciado y compartido sus opiniones, se les plantea que en primer lugar se medirá la temperatura inicial del agua en el recipiente pequeño, antes de sumergirlo en el más grande. Luego se colocará el recipiente más pequeño dentro del más grande y se medirá la temperatura del agua del recipiente pequeño cada 5 minutos, registrando los valores medidos.

Es importante que al realizar la experiencia se tenga cuidado de revolver suavemente el agua antes de medir. Se puede preguntar: "para qué habrá que revolver cada vez".

Mediante esta experiencia se trata de registrar los cambios en la temperatura de un solo cuerpo. Por eso la atención se concentra en los cambios ocurridos en el recipiente pequeño, aun a costa de dejar de lado otros factores intervinientes en la situación.

Por ejemplo, es probable que los alumnos piensen que el agua del recipiente pequeño alcanzará los 40°C, que es la temperatura del agua del recipiente grande. Si

también se midiera la temperatura del recipiente más grande, se podría notar que esta previsión no se cumple. Esto es así porque, a medida que la temperatura del recipiente más pequeño asciende, va disminuyendo la temperatura del agua del recipiente grande.

Este descenso en la temperatura se explica por dos razones. La primera es el contacto con otro cuerpo más frío (el recipiente más pequeño). La otra razón es que la temperatura de la cacerola desciende por el contacto con el ambiente —el mismo caso que la taza de té caliente de la actividad 1.

Como se ve, si se continuara la experiencia, se incorporarían más variables. Por razones didácticas nos parece preferible reducir el número de variables en esta primera experiencia, y centrar la atención sólo en uno de los recipientes. En esta primera aproximación interesa que los alumnos comiencen a pensar en que hay algo que se transfiere.

Por esta razón, es que se propone realizar el control *durante un tiempo corto* que permita apreciar cambios en la temperatura del agua del recipiente pequeño, *sin insistir en la medición de la temperatura del agua del recipiente mayor ni en el control durante un período largo que llevaría al equilibrio térmico*.

Por el mismo motivo es necesario que el recipiente mayor contenga un volumen muy superior de agua. De ese modo, su influencia sobre el recipiente pequeño será claramente perceptible.

El docente puede ofrecer un cuadro para completar con el registro de temperaturas. Por ejemplo:

Tiempo (minutos)	Temperatura del agua del recipiente pequeño
0	
5	
10	
15	
20	

Finalizada la experiencia se proponen algunas preguntas para obtener las primeras conclusiones.

—¿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?

Las preguntas pueden ser propuestas a cada grupo o puede realizarse una conversación con el grupo total.

Actividad 3 (grupo total). Realización de una experiencia que permite analizar las relaciones entre las variaciones de temperatura de un volumen de agua y del ambiente.

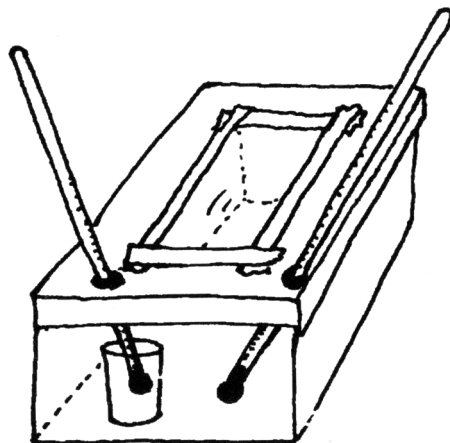
En esta actividad se trata de estudiar *simultáneamente* las variaciones de temperatura en *dos* cuerpos (el agua del recipiente y el aire contenido en la caja de tergopol) que están en contacto y que se hallan en una situación inicial a temperaturas diferentes.

Se necesitarán los siguientes materiales:

- Una caja de tergopol.
- Un trozo pequeño de polietileno transparente.
- Un recipiente pequeño.
- Plastilina.
- Dos termómetros de laboratorio.
- Un termo con agua fría (más o menos 8°C).
- Un reloj.
- Cinta de pintor para pegar el polietileno.

El docente presenta a los alumnos el siguiente dispositivo:

Una caja de tergopol con una ventana abierta en la tapa. La ventana está cubierta con plástico transparente grueso debidamente sellado con cinta de pintor y tiene sólo una función visual. Por dos perforaciones del tergopol salen dos termómetros de laboratorio. Uno tiene el bulbo dentro de un recipiente con agua a 8°C y el otro mide la temperatura del aire dentro de la caja. Conviene que las perforaciones por las que salen los termómetros sean selladas con plastilina.



El dispositivo es sencillo, pero su construcción demanda cierto tiempo. El docente evaluará si es conveniente que cada grupo de alumnos lo prepare o prefiere presentarlos ya fabricados por él. Esta segunda opción ofrece a los alumnos un dispositivo apto, que luego puede ser reproducido por ellos para futuras experiencias y no necesita un gran insumo de tiempo. Por otra parte, la propia actividad no requiere de una manipulación especial por parte de los alumnos.

Sin embargo, no es en absoluto desaconsejable que cada grupo de niños prepare su caja y realice la experiencia y su registro por sí mismo.

En el caso de que la actividad se realice por pequeños grupos, cada uno puede hacer un registro progresivo de los cambios de temperatura. Si se utiliza un solo aparato con el grupo total, el docente evaluará la conveniencia de dejar el dispositivo bajo control de algunos alumnos mientras los demás desarrollan otra tarea y luego convocará al conjunto para discutir las conclusiones que se desprendan del análisis de la situación final.

Una vez que el docente ha presentado y explicado el funcionamiento del dispositivo, podrá preguntar:

–¿Qué creen que pasará con la temperatura del agua al cabo de un tiempo? ¿Y con la temperatura del aire de la caja?

–Cuando se armó el dispositivo, la temperatura del agua era de 8°C y la del aire era de 24°C. ¿Qué temperatura creen que tendrá cada uno al cabo de 10 minutos?

Consigna

Vamos a controlar la temperatura del agua y del aire dentro de la caja cada 2 minutos y registraremos los resultados en un cuadro como el que sigue:

Tiempo (minutos)	Temperatura del aire (°C)	Temperatura del agua (°C)
0		
2		
4		
6		
8		

Una vez finalizado el período se analizan los resultados o la situación final mediante preguntas como las siguientes:

–¿Qué sucedió con la temperatura del agua? ¿Qué sucedió con la temperatura del aire? ¿Por qué subió la temperatura del agua? ¿Por qué bajó la temperatura del aire?

–¿Qué pasaría si hiciéramos la experiencia al revés: ponemos al agua a mayor temperatura que el aire?

Si el docente lo cree conveniente, podrán realizar una experiencia que ayude a responder la última pregunta (experiencia alternativa).

A modo de orientación para el docente, en los siguientes cuadros mostramos los resultados obtenidos por nuestro equipo al realizar ambas experiencias.

El aire a mayor temperatura inicial que el agua

Tiempo (minutos)	Temperatura del aire (°C)	Temperatura del agua (°C)
0	24	10
2	18	12
4	16	14
6	14	14

El agua a mayor temperatura inicial que el aire (experiencia alternativa)

Tiempo (minutos)	Temperatura del aire (°C)	Temperatura del agua (°C)
0	24	56
2	36	50
4	36	48
6	38	48
8	38	44

Los resultados de esta experiencia podrían servir para comprender, por analogía, que el aire también modifica su temperatura en contacto con cuerpos que están a una temperatura diferente. Sin embargo, cuando nos hallamos en una habitación las variaciones en el ambiente son muy pequeñas y no pueden ser detectadas.

Al utilizar la caja aislante, es más sencillo apreciar que las pérdidas de temperatura de uno de los cuerpos van acompañadas por ganancias del otro. En la medida en que el dispositivo esté relativamente aislado, se puede concluir que, en el corto plazo, ha existido algún tipo de transferencia de calor. Tanto en el caso en que el agua está a menor temperatura que el aire, como en el inverso, se puede prolongar la experiencia hasta que el agua y el aire de la caja alcancen la misma temperatura. Entonces, se puede analizar la situación mediante preguntas de este tipo:

—¿Seguirá subiendo la temperatura del agua? ¿Seguirá bajando la del aire? (o, a la inversa, en caso de realizar la segunda experiencia). Estas preguntas introducen el tema del equilibrio térmico que se profundizará en la próxima actividad.

En todas estas experiencias es importante recalcar que se parte de situaciones en las cuales los cuerpos están a diferentes temperaturas, y que mientras uno pierde calor, el otro lo gana.

Al finalizar la experiencia, el docente podrá proponer comparar los resultados con los de la actividad anterior. Esto permitirá reconocer que, al igual que el agua del recipiente más grande de la actividad 2, el ambiente también puede ser una fuente de calor para un cuerpo que está a menor temperatura.

También podrá preguntar qué piensan que habrá sucedido con la temperatura del agua del recipiente más grande en la actividad 2. De esta manera, se trata de generalizar el hecho de que la variación de la temperatura de dos cuerpos en contacto se produce simultáneamente en ambos, y en sentidos contrarios.

Luego, el docente podrá retomar las preguntas formuladas en la actividad 1, preguntando esta vez qué fue lo que hizo que cambiara la temperatura del cuerpo en cada caso.

Si se realiza la segunda experiencia como experiencia alternativa, se podrán comparar sus resultados con las respuestas vinculadas con el té o con el huevo duro.

Actividad 4 (pequeños grupos o grupo general). Realización de una experiencia que permite registrar el hecho de que dos o más cuerpos que inicialmente tienen una temperatura diferente igualan su temperatura al cabo de un tiempo.

Materiales:

–Recipientes iguales de vidrio (frascos de tipo del de mermelada) destapados conteniendo la misma cantidad (llenos hasta la mitad) de limaduras de hierro, aserrín, agua. Todos ellos a una temperatura de 8°C.

–Un termómetro para cada recipiente.

–Un termómetro más para controlar la temperatura ambiente.

–Un reloj.

–Tener a disposición una heladera o un recipiente que conserve fríos los materiales durante su traslado a la escuela.

Al igual que en las actividades anteriores, esta experiencia puede ser realizada con el grupo total o en pequeños grupos de alumnos que desarrollen la tarea autónomamente. En ese caso, se deberá contar con termómetros suficientes para cada grupo de trabajo.

Se colocan limaduras de hierro, aserrín y agua a una temperatura inicial de unos 8°C —la del gabinete principal de una heladera. Una vez retirados de la heladera se pone, en forma simultánea, un termómetro en cada recipiente. Todos los recipientes, con los termómetros colocados, se ubicarán sobre una mesa separados por unos 20 cm, formando un triángulo. El termómetro que controla la temperatura ambiente se apoyará también sobre la mesa.

Debemos tener en cuenta que para alcanzar unos 8°C es necesario que los frascos con los materiales estén en la heladera al menos durante todo un día. Si no se cuenta con heladera en la escuela, se los puede enfriar y trasladarlos en una caja o una heladerita de tergopol. En ese caso, es conveniente que el trayecto hasta la escuela sea breve y que la actividad comience en la primera hora de clase.

Una vez que el docente presentó el material a los alumnos e informó acerca de su preparación, podrá preguntar:

–**¿Qué pasará con la temperatura de cada material si lo dejamos sobre la mesa durante una hora? ¿A qué temperatura piensan que llegará cada uno, al cabo de ese tiempo?**

Consigna

Vamos a controlar el cambio de temperatura de los distintos materiales. Para esto, mediremos la temperatura en la situación inicial, y volveremos a medirla cada 3 minutos las primeras tres veces y, después, cada 10 minutos.

Las primeras mediciones se tomarán cada 3 minutos y, luego, cada 10 minutos. La experiencia continúa hasta que luego de dos observaciones consecutivas no se produzcan más cambios en la temperatura de ninguno de los materiales. A medida que se hacen las mediciones se realizará un registro de las variaciones.

Para la realización de la experiencia, es necesario tener en cuenta que:

- los termómetros elegidos deben ser tales que a iguales condiciones marquen la misma temperatura (esta cuestión se trata en "Orientaciones");
- para efectuar las mediciones, no hay que levantar el termómetro del material;
- hay que revolver los materiales suavemente con el bulbo del termómetro antes de efectuar cada medición;
- es importante que la temperatura ambiente supere los 20°C para que la actividad tenga resultados apreciables en un tiempo prudencial.

Las diferentes mediciones se podrán ir registrando en un cuadro como el que sigue (en éste informamos nuestros propios resultados):

Material	Tiempo en minutos									
	0	3	6	9	19	29	39	49	59	69
Aserrín	9°C	15°C	17°C	19°C	21°C	22°C	22°C			
Hierro	9°C	16°C	18°C	19°C	21°C	22°C	22°C			
Agua	7°C	8°C	9°C	11°C	14°C	15°C	17°C	20°C	22°C	22°C
Aire	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C

Una vez finalizadas las mediciones y el registro, se analiza la situación:

–¿A qué temperatura están ahora los distintos materiales? ¿A qué temperatura está el ambiente? ¿Cómo explicarían lo que pasó?

Con la constatación de que las temperaturas se han igualado y tomando en cuenta las respuestas a estas preguntas, el docente podrá explicar que a este fenómeno se lo denomina "equilibrio térmico". A partir de este momento es posible enriquecer el trabajo mediante preguntas como:

–¿A qué temperatura hubiesen llegado los distintos materiales en un día frío? Por ejemplo, ¿a qué temperatura hubiesen llegado si el ambiente hubiera estado a 15°C?

También es posible realizar la experiencia a la inversa:

–¿Qué pasaría si los materiales estuvieran más calientes que el ambiente? ¿Hasta qué temperatura llegarían después de 30 minutos?

Existe además la alternativa de colocar un mismo material a dos temperaturas diferentes (por ejemplo 5°C y 30°C):

–¿Llegará el material contenido en ambos recipientes a la misma temperatura?

Para ampliar este conocimiento a otros cuerpos que no han sido usados en la experiencia, se puede preguntar:

–Si pudiéramos medir la temperatura de distintos objetos que hay en el aula (la mesa de madera, los tornillos de metal, el interior de la cartuchera, el pizarrón, una tiza, etc.), ¿qué temperatura piensan que mediríamos? ¿Por qué?

Una vez discutidas las respuestas, el docente podrá indicar que, a pesar de que algunos cuerpos los “sentimos más fríos o más calientes”, todos tendrán la misma temperatura al estar en la misma habitación durante mucho tiempo.

Al realizar un control seriado de las variaciones de temperatura (medir la temperatura en intervalos cortos de tiempo), la actividad también permite constatar que, aunque se llegue a la misma temperatura final, la velocidad de variación de la temperatura es diferente en cada material. Esta diferencia puede apreciarse en el cuadro de valores presentado.

La diferente velocidad en la variación de temperatura de cada material se explica en parte por la diferente capacidad de conducción de cada uno de ellos. Los materiales más conductores entregan calor más rápido y, por lo tanto, muestran un descenso más veloz de la temperatura. Como se comenta en "Orientaciones", es posible relacionar estas actividades con las propuestas en el *Documento de trabajo nº4, Los metales*, en la secuencia en la que se trabaja la idea de "conducción del calor". (Ver *Documento de trabajo nº4, Los metales*, secuencia III.)

Al finalizar esta secuencia, los alumnos habrán tenido oportunidad de aprender que:

–Siempre que se ponen en contacto dos cuerpos a diferente temperatura, cambia la temperatura de ambos.

–Ese cambio de temperatura se debe a la transferencia de calor del cuerpo que está a mayor temperatura al que está a una temperatura menor.

–Cualquier material puede producir esa transferencia siempre que esté a mayor temperatura.

–Esos fenómenos de transferencia continúan hasta que ambos cuerpos alcanzan la misma temperatura.

SECUENCIA III: MATERIALES AISLANTES

Objetivos de la secuencia

–Reconocer que algunos materiales dificultan la transferencia de calor.

Actividades

El propósito de esta secuencia es que los alumnos se aproximen a la idea de aislación térmica.

Actividad 1 (pequeños grupos). Realización de una experiencia en la que se aproximarán a la idea de aislación y materiales aislantes.

Para iniciar la actividad, el docente podrá plantear a los alumnos una situación como la siguiente:

“Todos sabemos que cuando hace frío tenemos que ponernos un abrigo para entrar en calor. ¿Qué creen que ocurriría con la temperatura de la mesa o de una silla si les pusiéramos un abrigo? ¿Por qué? ¿Y si le pusiéramos un abrigo a un cubito de hielo, se derretirá antes o después que uno sin abrigo? ¿Por qué? ¿Qué harían para probarlo? ¿Qué materiales necesitarían?”

Luego de discutir y registrar las distintas respuestas se propone la realización de una experiencia. Se trata de comparar el tiempo que tardan dos cubitos (uno “abrigado” y otro “sin abrigo”) en derretirse. Para ello, se necesitarán los siguientes materiales:

- dos platitos por grupo,
- trozos de tejido de lana,
- cubitos de hielo.

Antes de realizar la experiencia, el docente podrá explicar a los alumnos la necesidad de que los cubitos sean del mismo tamaño y de dejarlos en el mismo lugar, y reflexionar con ellos acerca del porqué de estas recomendaciones.

Para comenzar, el docente podrá preguntar:

–¿Qué esperan que suceda con esta experiencia? ¿Por qué?

Las respuestas se registran y se realiza la experiencia.

Una vez finalizada, se confrontan entre todos los resultados obtenidos por los diferentes grupos y se propone discutir lo observado mediante preguntas como las siguientes:

- ¿Por qué creen que se derritieron?**
- ¿De dónde proviene el calor que hace que se derritan los cubitos?**

- ¿Cuál se derritió primero? ¿Era lo que ustedes esperaban?
- ¿Por qué piensan que sucedió esto?

El docente podrá registrar las respuestas a estas preguntas para retomarlas al finalizar la siguiente actividad.

Actividad 2 (pequeños grupos). Realización de una nueva experiencia. Ampliación y profundización de las ideas sobre aislación y materiales aislantes.

Esta actividad complementa la anterior. En este caso se trabajará con una situación inversa, en la que el agua está a mayor temperatura que el ambiente.

Materiales:

- Dos botellas por cada grupo.
- Un trozo de tejido de lana.
- Un termómetro por cada grupo.
- Un termo con agua a 40°C.

Antes de realizar esta actividad, el docente podrá volver sobre la situación planteada en la actividad anterior haciendo notar que esta vez se trabajará con agua a mayor temperatura que el ambiente.

Consigna

En cada una de las botellas vamos a poner agua a 40°C. A una la cubriremos con lana y la otra quedará sin cubrir.

- ¿Qué temperatura alcanzará el agua de las botellas luego de transcurrido un tiempo?
- ¿En cuál de las dos botellas piensan que el agua alcanzará antes dicha temperatura?

Luego de discutidas y registradas las anticipaciones, se realiza la experiencia. Para comenzar, se medirá la temperatura ambiente.

En este caso, puede ser conveniente realizar un registro seriado (por ejemplo, cada 5 minutos) de las variaciones de temperatura. Puede tomarse como punto de finalización de la experiencia el momento en que la primera botella llegue a temperatura ambiente. Luego, se discuten los resultados mediante preguntas de este tipo:

- ¿En qué botella bajó menos la temperatura del líquido?
- ¿Por qué creen que bajó menos?

Luego de intercambiar opiniones acerca de los resultados, el docente podrá compararlos con los de la experiencia anterior, y explicará que algunos materiales tienen la capacidad de dificultar la transferencia de calor. Mientras que en la primera experiencia el trozo de lana dificultó la transferencia de calor del ambiente hacia el cubito (y por eso tardó más en derretirse), en la segunda, la lana dificultó la transferencia de calor desde el agua hacia el

ambiente (y por eso disminuyó menos la temperatura del agua en la botella “abrigada”). A estos materiales que dificultan la transferencia de calor se los llama "aislantes".

También se podrá volver a las preguntas iniciales, preguntar qué papel cumple el abrigo sobre nuestro cuerpo y de dónde proviene el calor en ese caso, remarcando que el papel del abrigo es el de dificultar la transferencia de calor desde nuestro cuerpo al exterior. Valdrá la pena recordar que los seres vivos somos una fuente de calor.

En esta actividad es bueno recordar con los alumnos las actividades de la secuencia anterior y discutir qué pasará luego de un tiempo prolongado. Se pretende establecer que, pasado un tiempo, las dos botellas alcanzarán la misma temperatura y que finalmente siempre se llega al equilibrio térmico (en más o menos tiempo). Lo mismo sucede en el caso de los cubitos, ya que ambos terminarán derretidos.

Ésta es una manera de remarcar que los materiales aislantes tienen la propiedad de dificultar la transferencia de calor, pero esto no significa que la impidan.

Al igual que en la secuencia anterior, se puede relacionar la capacidad de un material de actuar como aislante con su mayor o menor conductividad (ver *Documento de trabajo nº4, Los metales*, secuencia III). Para ello, se podrá informar sobre la diferente capacidad de aislación de distintos materiales.

A partir de esta secuencia, los alumnos habrán tenido oportunidad de aprender que:

- No todos los materiales se comportan igual frente a la transferencia de calor.**
- Algunos materiales dificultan más la transferencia que otros.**
- Esos materiales se llaman aislantes.**

Orientaciones para el docente

Las secuencias

El orden en que se presentan las tres secuencias sigue la siguiente lógica: la primera secuencia tiene un carácter exploratorio sobre los termómetros y la temperatura de los cuerpos. La segunda avanza sobre fenómenos que se ponen de manifiesto cuando dos o más cuerpos que están inicialmente a temperaturas diferentes (transferencia de calor y equilibrio térmico) interactúan. Finalmente, la tercera focaliza la atención en los materiales que dificultan esa transferencia de calor (fenómenos de aislación).

Si bien éste no es el único orden posible ni la única manera de organizar estos contenidos, pensamos que esta secuencia ofrece la posibilidad de avanzar progresivamente desde el uso y la manipulación de instrumental como es el termómetro —que es un conocimiento necesario para el estudio de los fenómenos relacionados con el calor y la temperatura— hacia el estudio de fenómenos que implican la interacción entre dos o más cuerpos y que introducen nuevas variables de análisis.

Asimismo, dentro de cada secuencia, las actividades también siguen una lógica: las presentaciones, las consignas, las preguntas iniciales, las propuestas de experimentación y reflexión, están explícitamente diferenciadas, porque pensamos que cada una de ellas involucran momentos diferentes de una clase que merece, cada uno, una atención especial.

El propósito de la **secuencia I** es que los alumnos conozcan que los termómetros sirven para medir temperaturas, aprendan a manipular y a leer correctamente el termómetro de laboratorio y adquieran conocimientos acerca de otros tipos de termómetros y su funcionamiento. Puesto que lo que los alumnos saben sobre los termómetros está más ligado al termómetro clínico, que les es más familiar, una primera tarea consiste en comprender las diferencias entre ambos tipos de termómetros.

Las diferencias más importantes sobre las que nos interesa trabajar son las que se vinculan con las escalas y con la manipulación de cada uno de ellos.

De acuerdo con el propósito de la secuencia, es necesario ofrecer a los alumnos múltiples oportunidades para que se familiaricen con los termómetros. Por ello, diseñamos una serie de actividades que les permitirán utilizarlos en distintas situaciones e interiorizarse acerca de sus diferencias.

El trabajo con termómetros de laboratorio permite incorporar un procedimiento de medida que tiene gran importancia con relación al desarrollo conceptual de las siguientes secuencias.

Como ya se explicitó, el propósito de la **secuencia II** es que los alumnos puedan constatar dos fenómenos. Uno de ellos es que al poner en contacto dos o más cuerpos a diferentes temperaturas iniciales, estas temperaturas se modifican a lo largo del tiempo. A pesar de que este hecho puede resultar bastante previsible para muchos alumnos, la realización de mediciones sistemáticas, la incorporación gradual de variables y las reflexiones acerca de las mutuas interacciones, contribuyen a ampliar y enriquecer dicho conocimiento.

El segundo fenómeno es menos evidente y se vincula con el hecho de que dos o más cuerpos en contacto tienden a igualar sus temperaturas; es decir, tienden al equilibrio térmico. El objetivo de la secuencia es ofrecer actividades que permitan reconocer estos fenómenos y reflexionar sobre los procesos involucrados.

La **secuencia III** incorpora la idea de materiales aislantes. En esta secuencia se podrá experimentar con cuerpos cubiertos con materiales que poseen diferente capacidad de aislación.

El uso de termómetros

Las actividades 1, 2 y 3 de la secuencia I son de carácter exploratorio. Implican la manipulación y la posterior reflexión sobre los resultados de la misma.

Es importante, entonces, que efectivamente se ofrezca a los alumnos la posibilidad de manipular los termómetros. Por ejemplo, sólo aprenderán cómo leer la temperatura que indica el termómetro en la medida en que se les presenten variadas situaciones en las que tengan que leer temperatura.

También es importante que propongamos instancias (que involucren a todo el grupo, a pequeños grupos de alumnos o individuales) en las cuales ayudemos a los niños a reflexionar sobre los resultados de sus manipulaciones. Los alumnos suelen entusiasmarse con la posibilidad de trabajar con termómetros u otros instrumentos de laboratorio. **La interacción es absolutamente necesaria, pero no garantiza por sí misma el aprendizaje, por eso las intervenciones que realicen los docentes apuntarán en todo momento a facilitar la reflexión sobre las actividades.** Para ello debemos estar atentos a las expresiones verbales de los alumnos y a las acciones que realicen.

Es muy probable que en varias de estas actividades los alumnos utilicen los termómetros de laboratorio como si fueran termómetros clínicos. Aunque no necesariamente los hayan tenido en sus manos, seguramente habrán observado que cuando les toman la fiebre sacan el termómetro para leer lo que indica y luego lo agitan para volverlo a usar. Intervenciones como las que se proponen en el desarrollo de las actividades podrán ayudar a los alumnos a reconocer las diferencias entre los dos tipos de termómetros.

Por ejemplo, cuando observemos que:

–alguno de los alumnos agita el termómetro de laboratorio para intentar “bajarlo”, podremos intervenir ayudándolo a ver que estos termómetros no “bajan” del mismo modo que los clínicos; o

–cuando al medir la temperatura del agua, sacan el termómetro del recipiente que la contiene, los ayudaremos a ver que la marca del termómetro se modifica: “¿por qué te parece que cambia?”, “¿la temperatura de qué cosa estará midiendo el termómetro en cada caso?”, etc.; o

–cuando durante el transcurso de las actividades, observemos que apoyan el dedo sobre el bulbo del termómetro, intervendremos para señalar que no están midiendo “sólo” la temperatura del cuerpo en cuestión, etcétera.

Buena parte del trabajo de estas secuencias se basa en la comparación de las temperaturas de diferentes cuerpos. Es decir, se utilizarán mediciones obtenidas, simultáneamente, con distintos termómetros. La comparación de medidas en estas condiciones ofrece una dificultad: **por diferencias en la fabricación es probable que no todos los termómetros marquen el mismo valor para una misma temperatura.** Aunque esto no pueda corregirse, es posible tener en cuenta las diferencias poniendo a prueba los diferentes termómetros en una situación en la que estemos absolutamente seguros de que se está midiendo la misma temperatura. La actividad 3 de la secuencia I propone un trabajo de comparación entre las marcas que indican diferentes termómetros al medir la temperatura de un mismo cuerpo. Es esperable que estas diferencias oscilen en un grado. Si las diferencias fueran mucho mayores habrá que revisar el termómetro (midiendo la temperatura de diferentes cuerpos) con el fin de asegurarse de que no esté roto.

Esta actividad fue incluida por dos razones. Por un lado, es importante que los alumnos registren que existen estas diferencias para tenerlas en cuenta cuando se realizan actividades en las que distintos grupos miden temperaturas con diferentes termómetros. Por otro, la actividad resulta relevante para mostrar a los alumnos que los instrumentos de medición no siempre “miden exactamente lo mismo” y que estas diferencias deben ser controladas.

La sugerencia de observar que lo mismo ocurre con otros instrumentos de medición, como reglas, cintas métricas o centímetros de tela, apunta a facilitar el desarrollo de esta idea utilizando instrumentos de medición que resultan más conocidos para los alumnos.

Esta primera discusión lleva al problema de cuál es la magnitud de error que se puede aceptar en las mediciones ya que en cualquier medición el error es inevitable.

¿Está frío o disminuyó la temperatura? Uso de parámetros

“Frío” y “calor” son términos que describen, en el lenguaje cotidiano, algunas de nuestras sensaciones. Las nociones vinculadas a sensaciones como “frío” o “caliente” presentan problemas, porque son subjetivas y, por lo tanto, relativas. Por otra parte, no es claro qué es lo que varía cuando se dice que algo se enfrió o se calentó (¿ganó frío o calor?, ¿perdió frío o calor?).

Una prueba muy sencilla para comprobar que nuestras sensaciones con respecto a frío y caliente son relativas consiste en sumergir las manos en agua a diferentes temperaturas. Se requieren cuatro recipientes. Dos de ellos tienen agua a temperatura ambiente, otro a 40°C y otro a 10°C.

Se solicita a un alumno que sumerja una mano primero en el recipiente con agua a 40°C, luego la saque del agua e inmediatamente después la sumerja en el recipiente con agua a temperatura ambiente y diga si esta última está fría o caliente.

Otro alumno hará lo mismo, pero esta vez el primer recipiente será el que tiene agua a 10°C, y el segundo recipiente tendrá agua a temperatura ambiente.

El resultado será que mientras que para el primer alumno el agua a temperatura ambiente estará “fría”, para el segundo estará “caliente”, aunque se pueda constatar con el termómetro que ambas están a la misma temperatura.

La discusión de la experiencia señala que las atribuciones de “frío” o “caliente” variaron con relación a la sensación percibida anteriormente.

Como puede apreciarse, nuestras nociones cotidianas de “frío” y “calor” no son en absoluto precisas. Una vez que se ha aprendido a utilizar los termómetros diremos que las cosas están a más temperatura o a menos temperatura.

La secuencia II plantea un conjunto de experiencias que involucran fenómenos de transferencia de calor. Sin embargo, no es obvio que los cuerpos a mayor temperatura transfieren calor a los que están a menor temperatura.

Lo que los alumnos ya saben acerca de calor y temperatura

A lo largo del trabajo es necesario considerar que los alumnos mantienen distintas ideas acerca del calor y de la temperatura. Hemos señalado que en el lenguaje cotidiano utilizamos estos términos con un significado diferente del que tienen en el lenguaje científico. A partir de este uso cotidiano y también de las experiencias perceptuales, los alumnos conforman sus conocimientos sobre ellos.

La secuencia I se inicia con un intercambio de ideas respecto del termómetro y la medición de temperatura. Es frecuente que los alumnos no conozcan otro termómetro más que el termómetro clínico, y que asocien el término temperatura a la idea de “fiebre”, ya que en general se usan indistintamente (“tiene fiebre”, “tiene temperatura”). La relación “al tener fiebre aumenta la temperatura de nuestro cuerpo y por eso el termómetro marca una temperatura mayor que lo normal” no es obvia.

Es posible que al hablar de la temperatura ambiental sí relacionen este término con la relación frío-caliente. Es conveniente, entonces, ayudarlos a reflexionar acerca de la vinculación entre ambas situaciones en las que se habla de temperatura, y acercarlos a la idea de que los termómetros sirven para saber si algo está más “caliente” o menos “caliente” respecto de un determinado valor.

En el inicio de la secuencia II (actividad 1) se plantea un trabajo alrededor de una serie de preguntas sobre fenómenos cotidianos. Esta actividad juega un papel introductorio y permite que se ponga en juego aquello que ya se sabe sobre el tema, por ello, es esperable que los alumnos contesten las preguntas correctamente. Sin embargo, este hecho no implica que conozcan el fenómeno implicado en la situación.

Por ejemplo, es probable que los alumnos sepan que si dejan una taza de té caliente sobre la mesada, el té se enfría. Sin embargo, es menos probable que hayan reflexionado acerca de “qué es lo que hace que se enfríe” o, dicho de un modo más general, es improbable que puedan afirmar que el calor se transfiere de la taza de té al ambiente y que en dicha transferencia el té pierde calor y el ambiente lo gana. Por lo general, los alumnos tienen dificultad en considerar al ambiente como “materia” y, por consiguiente, de incluirlo dentro del sistema en el cual se produce la interacción.

La actividad 3 de la segunda secuencia está específicamente diseñada para poder analizar los intercambios entre un cuerpo y el ambiente que lo rodea. El dispositivo construido con la caja de tergopol permite apreciar que las ganancias y pérdidas de temperatura entre un cuerpo y el ambiente están relacionadas. Así, este dispositivo ofrece una analogía para comprender el papel del ambiente que nos rodea en las variaciones de temperatura. Esta analogía es necesaria, ya que las variaciones de temperatura que puede provocar una taza de té caliente o un cubito de hielo no son apreciables en el ambiente de una habitación. Es posible explicar a los alumnos que, así como sucede en la caja, el aire del ambiente au-

menta (o disminuye) su temperatura si hay otros cuerpos a mayor (o menor) temperatura en la situación inicial.

Considerar al ambiente como una fuente de calor en algunos casos (cuando está a mayor temperatura que el cuerpo con el cual se pone en contacto) o como un receptor de calor en otros (cuando el cuerpo en cuestión está a menor temperatura) implica, a la vez, pensar en la transferencia de calor. Éstas son las ideas (aunque no necesariamente formalizadas en estos términos) que se propone que los alumnos alcancen a través de las diferentes actividades de la secuencia II.

En la secuencia III, la primera actividad tiene por objeto poner de manifiesto lo que los alumnos ya saben acerca de los materiales aislantes. En este caso, es común que supongan que un pulóver o una bufanda nos abriga “porque nos da calor”. No es en absoluto obvio que nuestro cuerpo es una fuente de calor, y que los abrigos actúan como aislantes, dificultando el pasaje de calor desde el cuerpo hacia el ambiente.

Por esta razón es probable que piensen que el cubito que está “abrigado” con lana se derretirá primero que el que no lo está. Es esperable que, una vez que hayan realizado la experiencia y contrastado sus anticipaciones con los resultados (que serán contradictorios con las primeras), puedan comenzar a pensar que, en realidad, la fuente de calor es el ambiente y que el abrigo dificulta la transferencia de calor.

Los ejercicios o experiencias de “lápiz y papel”

Habitualmente nuestra idea de experiencia en Ciencias naturales se refiere a la manipulación de objetos. Denominaremos aquí experiencias “de lápiz y papel” al planteo y resolución de situaciones imaginadas que permiten reflexionar sobre algún problema sin que medie una manipulación directa.

Las experiencias de lápiz y papel pueden realizarse cuando se cuenta con suficiente conocimiento como para poder predecir el comportamiento de una variable en una situación determinada o cuando las posibilidades técnicas no permiten, por diversos motivos, la realización directa de la experiencia. Son ejercicios que favorecen la formulación de anticipaciones y, por lo tanto, la puesta en juego de conocimientos sobre el tema.

Las preguntas que formula el docente

En las actividades que se proponen en estas secuencias juegan un importante papel las preguntas que el docente realiza. Ellas estructuran las experiencias y resultan centrales para el análisis de los datos. Las preguntas que se proponen son de tres tipos diferentes:

- preguntas que estimulan la formulación de anticipaciones;
- preguntas para sistematizar observaciones;
- preguntas para promover la elaboración de conclusiones.

El primer tipo de preguntas toma como referencia conocimientos que los alumnos ya poseen y que les permiten anticipar posibles resultados de experiencias. Por ejemplo: **“¿Qué creen que sucederá con la temperatura del agua del recipiente pequeño?”** **“¿Aumentará o disminuirá?”** **“¿Qué temperatura piensan que tendrá después de 10**

minutos?” Estas preguntas tienden a orientar la indagación y a involucrar a los alumnos con el fenómeno que se quiere estudiar.

Las segundas son preguntas que ayudan a recolectar y organizar los datos que surgen de la observación y establecer cuál es el estado de cosas en un momento dado. Son las preguntas del tipo: “**¿Qué sucedió con la temperatura del agua?**” “**¿Qué sucedió con la temperatura del aire?**” Es interesante contrastar las respuestas a estas preguntas (los datos que surgen de la observación) con las anticipaciones.

El tercer tipo de preguntas tiende a un cierto nivel de explicación. Por ejemplo: “**¿Por qué subió la temperatura del agua?**” “**¿Por qué bajó la temperatura del aire?**” Estas preguntas admiten respuestas de diferente nivel de complejidad, puesto que pueden responderse apelando a conocimientos de distintos niveles. Por ejemplo la pregunta “**¿Por qué subió la temperatura del agua?**” podría contestarse de las siguientes maneras:

–Porque se calentó.

–Porque estaba en un recipiente con agua más caliente.

–Porque el agua del recipiente más grande le transfirió calor.

–Porque cuando se ponen en contacto dos cuerpos que están a diferentes temperaturas iniciales, el que está a mayor temperatura le transfiere calor al que está a menor temperatura.

La primera respuesta no tiene valor explicativo, ya que dice lo mismo pero con otras palabras. La última respuesta implica un nivel de generalización que, en principio, no es esperable en alumnos de esta edad. En esta etapa, es posible que los alumnos puedan formular respuestas del tipo de la segunda o la tercera.

El uso de cuadros de registro

A diferencia de otras secuencias (ver “Los metales”), en las que se propone el diseño de cuadros por parte de los alumnos, en este caso sugerimos que los cuadros de registro sean ofrecidos por el docente. Esto es así porque el diseño de cuadros no es un contenido que se desee trabajar especialmente con esta secuencia. Sin embargo, son necesarios para proveer un buen registro que permita un análisis posterior de la experiencia; por lo tanto, y por una cuestión de economía, se opta por ofrecer los cuadros previamente diseñados.

De un modo más general, se puede comentar que cada tema o secuencia enfatiza determinados procedimientos generales y focaliza el trabajo en algunos aspectos. Este tema presenta, para los alumnos, un nivel de complejidad conceptual mayor que el que se debe enfrentar, por ejemplo, en “Los metales”. De allí que se hayan tratado de simplificar los aspectos referidos al diseño de experiencia o de instrumentos de registro.

De todos modos, si el docente lo considera apropiado, se podrá solicitar a los alumnos que diseñen sus propios cuadros e instalar una rutina de trabajo en ese sentido. Eso dependerá de la evaluación que se realice sobre las posibilidades de cada grupo y del tiempo disponible.

La realización de experiencias alternativas

La realización de experiencias alternativas variando las condiciones de partida es una interesante estrategia para profundizar en la reflexión acerca de los fenómenos, ya que permite la comparación y el registro de constancias y variaciones. El docente decidirá acerca de la conveniencia de la realización de las experiencias que se sugieren como alternativas en la secuencia.

Este tipo de experiencias es un recurso para poner en juego las propias ideas y afirmar o cuestionar conclusiones. El inconveniente puede ser el insumo de tiempo. Las actividades planteadas ofrecen una base para trabajar las ideas que la secuencia se propone desarrollar. Si el docente lo considera apropiado, también puede incluir las experiencias alternativas y enriquecer la tarea. Otra posibilidad es que la situación sea propuesta como un ejercicio de papel y lápiz.

Por ejemplo, en la experiencia de equilibrio térmico (secuencia II, actividad 4) se puede preguntar: "¿qué creen que pasaría si los distintos materiales estuvieran a mayor temperatura que el ambiente?", discutir las diferentes respuestas y evaluarlas en conjunto. El docente podrá orientar esta discusión y evaluación aportando la información necesaria.

Ya sea que se elija la primera opción o la segunda es importante que el docente ayude a los alumnos a establecer las conexiones pertinentes relativas a las experiencias alternativas. Estas conexiones no son obvias y es poco probable que los alumnos las realicen espontáneamente.

Por ejemplo, si se realizan la experiencia 3 y la alternativa, el docente podrá promover la reflexión acerca de las diferentes situaciones de partida, cuál es el sentido de la transferencia de calor en cada caso, las relaciones entre los resultados de las experiencias, las situaciones planteadas en la primera actividad, etcétera.

Bibliografía

Del Carmen, L. *El análisis y secuenciación de los contenidos educativos*. Barcelona, Ed. Horsori, 1996. Colección: Cuadernos de Educación.

Driver, R. "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias". En *Enseñanza de las ciencias*. Barcelona, 1988. Vol 6/2.

Driver, R., E. Guesne y A. Timbergen. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid, Ministerio de Educación y Cultura - Educación Morata, 1992. Capítulo 5.

Fumagalli, L. *El desafío de enseñar Ciencias naturales*. Buenos Aires, Troquel, 1993.

Gil Pérez, D. "Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico". En *Investigación en la escuela*, 1994, N°23.

Hewitt, P. G., Addison, Wesley. *Física conceptual*. Wilmington, Iberoamericana, 1995.

Weissmann, H. (comp.) *Didáctica de las Ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires, Ed. Paidós, 1993.