



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEAMIENTO
DIRECCIÓN DE CURRÍCULUM

CIENCIAS NATURALES

DOCUMENTO DE TRABAJO N°4

E.
G.
B.

ACTUALIZACIÓN
CURRICULAR



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEAMIENTO
DIRECCIÓN DE CURRÍCULUM

JEFE DE GOBIERNO
Dr. Fernando de la Rúa

VICEJEFDE GOBIERNO
Dr. Enrique Olivera

SECRETARIO DE EDUCACIÓN
Dr. Horacio Sanguinetti

SUBSECRETARIO DE EDUCACIÓN
Prof. Mario Giannoni

DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEAMIENTO
Prof. María Luisa Lemos

DIRECCIÓN DE CURRÍCULUM
Lic. Silvia Mendoza

1997

EQUIPO DE PROFESIONALES DE LA DIRECCIÓN DE CURRÍCULUM

Asesora de Currículum: Flavia Terigi

Coordinación de EGB: Cristina Armendano, Guillermo Micó

EGB

Beatriz Aisenberg, Helena Alderoqui, Silvia Alderoqui, Clarisa Alvarez, Claudia Broitman, Andrea Costa, Graciela Domenech, Adriana Elena, Daniel Feldman, Silvia Gojman, Sergio Gutman, Horacio Itzcovich, Mirta Kauderer, Verónica Kaufmann, Laura Lacreu, Delia Lerner, Silvia Lobello, Estela Lorente, Liliana Lotito, Susana Muraro, Nelda Natali, Silvina Orta Klein, Cecilia Parra, Abel Rodríguez de Fraga, Patricia Sadovsky, Graciela Sanz, Analía Segal, Isabelino Siede, Mariana Spravkin, Adriana Villa, Hilda Weitzman de Levy.

CIENCIAS NATURALES

Documento de trabajo nº4

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL TEMA “LOS METALES” EN EL SEGUNDO CICLO

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

ÍNDICE

PRESENTACIÓN GENERAL (Véase Textos que enmarcan...)

Presentación

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

Características generales del tema propuesto

Secuencias de actividades

Sumario analítico

SECUENCIA I: ¿Qué sabemos sobre los metales?

SECUENCIA II: Las propiedades de los metales

SECUENCIA III: Los metales, interacciones con el calor y con la electricidad

Y para terminar

ANEXO SECUENCIA II: La dureza de los metales

ANEXO DE INFORMACIÓN PARA EL DOCENTE

Bibliografía

PALABRAS FINALES (Véase Textos que enmarcan...)

PRESENTACIÓN GENERAL (Véase Textos que enmarcan...)

Presentación

Durante 1995, dentro del marco de la actualización curricular encarada por la Dirección de Currículum, fueron enviados a las escuelas dos documentos de Ciencias Naturales.

El primero de ellos, Documento de Trabajo Nº 1, incluía conceptos generales que enmarcan la propuesta para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

El Documento de Trabajo Nº 2, destinado al primer ciclo, presentaba una propuesta para la organización de los contenidos del área y ejemplos de organización de unidades temáticas.

Este nuevo documento presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de un tema de Ciencias Naturales (los metales) en el segundo ciclo, y los aspectos del enfoque general que se propone para el área relacionados con el desarrollo de ese tema.

¿Cómo se relaciona este documento con el diseño Curricular vigente (DC'86), con los otros documentos de actualización curricular y con la programación institucional y la planificación de clase?

Puesto que el DC'86 corresponde, en cierta medida, a la concepción de currículum abierto¹, supone que su contenido es definitivamente especificado a través de los proyectos institucionales y las programaciones de ciclo y de año.

Este tipo de diseño es actualizado -en su desarrollo- mediante la incorporación de nuevos enfoques, la modificación de los énfasis y la realización de distintas selecciones de conocimientos al desarrollar los contenidos.

El documento que presentamos **es un material de apoyo a las tareas de desarrollo del contenido curricular**. En este caso, proponemos una selección, especificación y organización de contenidos para un tema correspondiente al segundo ciclo, que concreta puntualmente aspectos del enfoque propuesto en los Documentos Nº 1 y Nº 2 de Ciencias Naturales, y amplía el enfoque previsto en el DC'86.

De este modo realizamos una tarea de actualización en la dirección propuesta por los mencionados Documentos.

¹Esta modalidad consiste en Diseños que ofrecen principios con respecto a la escuela, la educación, el niño, la enseñanza y el rol docente, y especifican sus objetivos y contenidos de una manera general, completa pero no exhaustiva. Son diseños curriculares que han sido pensados para admitir posteriores elaboraciones sobre la base de los principios que plantean y los objetivos y contenidos que prescriben.

Como fuera adelantado en el Documento de trabajo Nº 1, creemos que es importante comenzar a prestar más atención a los aspectos físicos y químicos de los fenómenos naturales. Su conocimiento permite mejorar la comprensión del mundo natural y tecnológico, y complementa el énfasis puesto, hasta ahora, en los aspectos biológicos. A la vez, deseamos resaltar la articulación entre las diferentes dimensiones del contenido.

El documento concreta las ideas generales presentadas en los anteriores mediante el desarrollo de una propuesta didáctica. Por eso, cumple un doble objetivo:

- Ofrecer un **ejemplo** de tratamiento didáctico en Ciencias Naturales.
- Ofrecer una propuesta didáctica que puede ser **adaptada** y **utilizada** para la enseñanza de este tema específico.

En este documento se pone especial énfasis en cuestiones como: discusión de hipótesis y conjeturas, observación, experimentación y registro de datos.

Este documento es, entonces, tanto un material de consulta como una propuesta que puede ser un instrumento útil para la enseñanza en el área.

La secuencia didáctica que presentamos es una propuesta. Su utilización en la enseñanza depende de la evaluación que las instituciones y los docentes realicen de sus posibilidades. Por nuestra parte, creemos que el tema y el enfoque elegidos ofrecen una interesante oportunidad de articular distintas dimensiones de la enseñanza de las Ciencias Naturales en un plan unitario que integra una organización de contenidos con una secuencia gradual de actividades.

Este tema está previsto para ser desarrollado en aproximadamente 15 clases². Por lo tanto los restantes contenidos propuestos por el Diseño Curricular deben 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 pueden ser comenzadas en cuarto grado. No es necesario que todas las secuencias se realicen en el mismo año. Específicamente, la secuencia III puede ser desarrollada en otro período. Corresponde a cada docente o institución evaluar sus posibilidades para llevar adelante esta propuesta con relación a la planificación institucional y de clase.

² Cada clase está considerada como un módulo de 80 minutos.

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 la propuesta que se presenta. Se agrupó la presentación en relación con cuatro temáticas: los propósitos y orientaciones para la enseñanza de las Ciencias Naturales, la definición del Área de Ciencias Naturales, los criterios para la selección y la organización de contenidos y la articulación de conocimientos en el área.

a) En relación con los propósitos y orientaciones para la enseñanza de las Ciencias Naturales

La enseñanza en el Área de Ciencias Naturales se propone ofrecer a los alumnos versiones adecuadas del conocimiento sobre el mundo natural que toman como referencia al conocimiento científico. A partir del trabajo en el área se espera que los alumnos tengan posibilidades de contactarse con buenas aproximaciones a:

- información sistematizada sobre el mundo natural,
- conceptos básicos que se utilizan para la comprensión de los fenómenos naturales,
- algunas teorías o modelos explicativos acerca del mundo natural,
- procedimientos básicos involucrados con el desarrollo del conocimiento sobre el mundo natural (experimentación, registro y sistematización de información, estudio de información sistematizada, formulación de hipótesis, contrastación de hipótesis),
- actitudes relacionadas con el desarrollo del conocimiento del mundo natural (exploración activa de alternativas, desconfianza de las apariencias, análisis sistemático de las convicciones, provisорiedad de las conclusiones, tolerancia a niveles adecuados de incertidumbre),
- actitudes relacionadas con la valoración de la especie humana como parte del mundo natural,
- actitudes relacionadas con el ejercicio de una ciudadanía responsable y con el uso del conocimiento sobre el mundo natural como manera de promover interacciones prudentes y valoradas con el medio natural.

El cumplimiento de estos propósitos implica que, durante su escolaridad básica y de modo progresivo, los alumnos puedan entender y explicar los fenómenos naturales utilizando instrumentos y conocimientos propios de una perspectiva científica y que sean capaces de interpretar información relativa a los fenómenos naturales y al impacto de la ciencia y de la tecnología sobre la sociedad y el ambiente. También se espera que los alumnos puedan iniciarse en la comprensión de la naturaleza de la actividad científica como un modo de abordar los problemas, reconociendo el carácter histórico - social, colectivo y público del conocimiento científico.

Para lograr estos propósitos será necesario que la escuela:

- Valorice la producción colectiva de conocimiento, promoviendo el intercambio y la confrontación de ideas en un clima de respeto por las producciones propias y ajenas.

- Priorice instancias que favorezcan la exploración, experimentación, investigación y conceptualización, alrededor de las temáticas sobre las cuales se está trabajando.
- Ofrezca diversidad de situaciones y contextos en los cuales se pongan en juego los contenidos del área.

b) En relación con la definición del área

Un área constituye una manera de organizar el trabajo escolar y esta organización no refleja necesariamente la estructura y el desarrollo de la ciencia.

En este sentido, la definición del área puede variar. Sin embargo, hay que cuidar que esta definición no realice un recorte de campos de conocimiento que son necesarios para la formación de un ciudadano en lo referido al conocimiento científico.

En el marco de la escuela básica, el área se ocupa del estudio de los fenómenos naturales. Ha existido una tendencia a centrar la selección y organización de los contenidos en los aspectos biológicos. El enfoque que proponemos en este proceso de actualización curricular, en cambio, considera que la misma debe incluir un conjunto mayor de conocimientos además de los biológicos, con una relevancia y peso equivalente: los que provienen de la Física y de la Química, como así también de la Astronomía y de la Geología, ciencias que, por la fuerza de la tradición, están apenas representadas en los diseños curriculares. Su inclusión obedece a que, a pesar de que cada una analiza el universo desde perspectivas diferentes y define problemas que les son propios, estas ciencias comparten el estudio de un amplio campo de fenómenos y, también, comparten una metodología de trabajo predominante (aunque no excluyente): la metodología experimental.

Algunas de las características que definen esta metodología son:

- la reproducción en condiciones de laboratorio (con un preciso control de variables) del fenómeno a estudiar;
- la modificación o introducción de variables que permitan obtener datos en relación con las hipótesis formuladas;
- la utilización de instrumentos diseñados especialmente para la obtención de estos datos.

El tema que se aborda en el presente documento desarrolla contenidos que constituyen una aproximación tanto a aspectos fisicoquímicos del mundo natural como a algunos de los procedimientos que involucra su estudio.

c) En relación con el enfoque para la selección y organización de los contenidos

Un tema que debe ser discutido es el enfoque con el que se realiza la selección y organización de contenidos. En los últimos años adquirió mucho prestigio el enfoque ecológico y esto merece algunas reflexiones acerca de sus alcances.

La Ecología es un área del conocimiento que para su interpretación exige un abordaje interdisciplinario. Si bien esta disciplina nace como una rama dentro de las

Ciencias Biológicas, a lo largo de su historia y cada vez más, se ha ido ampliando su ámbito de competencia. Por su propio objeto de estudio (los seres vivos y sus interacciones entre sí y con el ambiente en que habitan), confluyen en ella diversas disciplinas provenientes de las llamadas Ciencias Naturales, y al incorporarse en su campo de estudio la acción del hombre sobre el ambiente, involucra también a las disciplinas de las Ciencias Sociales.

Por ejemplo, al analizar los problemas de contaminación, es necesario tener en cuenta tanto aquellos factores físico-químicos y biológicos que intervienen, como también los condicionantes económicos, políticos y sociales.

Como puede verse, al contrario de lo que usualmente se supone, estas áreas de conocimiento ofrecen tratamientos complejos y su comprensión no es sencilla.

Desarrollar un enfoque ecológico, que resulta muy valioso desde el punto de vista de la formación de los alumnos, significa entonces no sólo otorgar relevancia a la comprensión de ciertos fenómenos físicos, químicos, biológicos y geológicos, y sus interrelaciones, sino también a los aspectos éticos y sociales asociados a los problemas ambientales. En este sentido, es una integración que debe ser tomada desde el conjunto del proyecto curricular y no desde las áreas en forma aislada. Parecería necesario definir otros ejes que permitan una **organización específica del área como parte del diálogo entre especificidad e integración** propio del trabajo escolar.

En el documento para el primer ciclo³, 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.

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:

³ Sugerimos la lectura del documento: “Actualización curricular. Ciencias Naturales. Documento de trabajo N°2” destinado a los docentes del primer ciclo.

- 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 funciona el universo y quienes lo habitan. Se trata también de aproximarlos al conocimiento de dichos modelos.

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 las maneras de conocer que utilizan las perspectivas científicas. Ellas incluyen actitudes y metodologías vinculadas 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 “Los Metales” 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, propiedades de los metales o cambios en los metales- y aspectos relacionados con procedimientos de trabajo -por ejemplo, elaboración de tablas y cuadros, análisis de información o diseño de experiencias.

UNIDAD TEMÁTICA: LOS METALES

	Unidad y diversidad	Interacciones, transformaciones y conservación	El hombre y el mundo natural
Los materiales	<p>La diversidad de los materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparación de los metales con otros materiales en cuanto a sus propiedades (brillo, deformabilidad, dureza, conducción del calor y de la electricidad). <p>Diversidad de los metales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparación de estas propiedades en los diversos metales. - Elaboración de tablas y cuadros comparativos entre las propiedades de los diversos metales y con otros materiales. <p>Unidad en los metales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los metales se caracterizan por poseer brillo y ser maleables. También por ser buenos conductores del calor y de la electricidad. 	<p>Cambios en los materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambios en el brillo por efectos del lustrado. - Cambios por efecto del doblado, del achatamiento. - Diseño de experiencias (control de variables, diseño de tablas de registro) que permitan comparar estos cambios en diversos metales y otros materiales. - Elaboración de informes de resultados. <p>Interacciones entre los materiales con el calor y la electricidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparación entre los metales y otros materiales en relación con la conducción del calor y de la electricidad. - Comparación entre los metales en relación con la conducción del calor y de la electricidad. - Diseño de experiencias (control de variables, diseño de tablas de registro) que permitan comparar estas interacciones en diversos metales y con otros materiales. - Análisis de información complementaria para ampliar estos conocimientos. 	<p>Relaciones entre las características de los metales y su uso</p> <p>Formulación de hipótesis y búsqueda de información acerca de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetos que pueden estar fabricados con diferentes metales. - Objetos que no pueden o no conviene que sean fabricados con metales.

d) En relación con la articulación de conocimientos

La selección de contenidos que ofrecemos no deriva en una sola posibilidad para relacionarlos. Consideramos que existen diversas vías de integración posibles. La integración entre contenidos se realiza al elaborar las unidades temáticas.

Tal como se propone en el Documento de Trabajo Nº2 los temas o unidades temáticas, agrupan contenidos provenientes de diversas intersecciones. 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 casos, 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. El desarrollo del conocimiento y la utilización de diferentes maneras de explorar fenómenos, poner a prueba hipótesis, registrar y analizar información, etc. abre un espacio de integración de gran importancia en los niveles de organización curricular, programación y actividades de enseñanza.

La unidad temática “Los metales” 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 la elaboración de cuadros de registro de datos o la elaboración de informes sobre el trabajo realizado.

Características generales del tema propuesto

Las secuencias de actividades que propondremos están, principalmente, dirigidas a que los alumnos puedan reconocer las características de los metales y su diversidad.

Asimismo, nos proponemos que los alumnos avancen en el conocimiento del mundo natural, partiendo de un abordaje exploratorio y progresando gradualmente hacia el diseño y el desarrollo de experiencias. 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.
- El diseño de estrategias que permitan contrastar sus ideas y ampliar sus conocimientos por medio de la realización de experiencias.
- La elaboración de cuadros de registro de datos e información y de informes de resultados.
- El análisis y la interpretación de los datos registrados y la discusión de conclusiones para ampliar los conocimientos de los alumnos.

¿Por qué trabajar sobre “los metales”?

La elección del tema “Los metales” para los grados intermedios obedece a las siguientes razones:

- ⇒ En primer lugar, si en el primer ciclo se propone un abordaje general a la diversidad de materiales, en los grados siguientes se profundiza en el análisis más detallado de grupos particulares de materiales.
- ⇒ En segundo lugar, los metales son materiales sumamente propicios para analizar algunas relaciones entre los materiales y el uso que hacemos de ellos. Este análisis favorece, a su vez, un mayor conocimiento de las características de estos materiales.
- ⇒ También, el tratamiento del tema ofrece la posibilidad de abordar diferentes tipos de actividades, tanto experimentales como de búsqueda y sistematización de información, apropiados para el nivel de los alumnos.
- ⇒ Por último, la elección responde también al hecho de que este tema aborda contenidos relacionados con aspectos de la físico-química que tradicionalmente no aparecen en las propuestas curriculares.

El estudio sistemático y reflexivo de este aspecto del mundo natural permite:

- ⇒ comparar las propiedades de los metales con las de otros materiales (unidad y diversidad de materiales),
- ⇒ comparar las variaciones de estas propiedades dentro del grupo de los metales (unidad y diversidad de metales),
- ⇒ analizar las relaciones entre las propiedades de un grupo de materiales y el uso que los hombres hacemos de ellos.

De este modo se ofrece un conjunto de conocimientos necesarios para una futura aproximación -en los niveles superiores- a los modelos científicos que describen la

estructura de la materia (modelo de partículas) y que permiten explicar las propiedades de los diferentes materiales.

Comentarios sobre las secuencias

En este Documento el tratamiento del tema “Los metales” está organizado en tres secuencias, cada una de las cuales consta de varias actividades.

La presentación de cada secuencia se realiza en tres partes: la primera incluye **información** básica sobre el tema en el que se encuadra la secuencia e indicaciones con respecto al uso de los materiales; la segunda es la **secuencia** propiamente dicha en la que se especifican las actividades a desarrollar, y se ofrece al docente algunas sugerencias puntuales⁴; en la tercera y última parte se dan **orientaciones** para el trabajo del maestro en clase.⁵

La primera secuencia está dedicada a la exploración de las características de los metales y, a la ampliación de algunos conocimientos que los alumnos ya poseen acerca de ellos.

La segunda secuencia está orientada a analizar las características observables de los metales. A partir de experimentar con ciertas propiedades -brillo, dureza, posibilidad de doblar o de hacerse chapa- los alumnos podrán estudiar algunas propiedades específicas de los metales.

La tercera secuencia permite investigar las interacciones que se establecen entre los metales y el calor, y los metales y la electricidad.

Como fue señalado en la Presentación, las secuencias pueden tratarse de manera modular y repartirse en el año escolar o, en caso de creerse conveniente, en dos años. De todos modos, la Secuencia I es preferible desarrollarla junto con la Secuencia II.

Para llevar adelante las actividades, será necesario que los alumnos cuenten con una variada colección de materiales cuyo detalle se encuentra antes de cada secuencia.

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.

⁴ Todas las secuencias de actividades contienen: propósitos y objetivos, actividades propiamente dichas, sugerencias para su desarrollo (en recuadro), sistematización del conocimiento (recuadros grisados).

⁵ 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).

SECUENCIAS DE ACTIVIDADES

SUMARIO ANALÍTICO

SECUENCIA I: ¿Qué sabemos sobre los metales?

Información

Se brinda información acerca de:

- Características generales de los metales y sus diferencias con otros materiales.
- Diferencias entre metales y aleaciones. Aleaciones más comunes.
- Objetos de metal más comunes, su composición.

Actividades

- Actividad 1: Aproximación a las propiedades observables de los metales por comparación con otros materiales.
- Actividad 2: Identificación de distintos tipos de metales y de sus características. Registro de información.

Orientaciones para el docente

Se brindan orientaciones acerca de:

- El proceso de clasificación
- El registro de datos y de información
- Los momentos de reflexión e integración

SECUENCIA II: Las propiedades de los metales

Información

Se brinda información acerca de:

- El brillo de los metales. Brillo por lustrado.
- La deformabilidad de los metales: maleabilidad y ductilidad.
- Precauciones necesarias para el trabajo.

Actividades

Los metales brillan

- Actividad 1: Tarea de observación. Elaboración de un cuadro de registro de datos.
- Actividad 2: Cambios en el brillo de los metales por lustrado y análisis comparativo de datos observacionales.

Los metales pueden deformarse

- Actividad 3: Exploración sobre la maleabilidad y la plegabilidad de los metales.
- Actividad 4: Diseño y realización de una experiencia para determinar que distintos metales tienen diferente maleabilidad.
- Actividad 5: Diseño y realización de una experiencia para determinar que diferentes metales no tienen la misma facilidad para doblarse.
- Actividad 6: Comparación entre la maleabilidad y la capacidad de ser doblados de los metales y elaboración de un informe sobre las propiedades estudiadas.

Orientaciones para el docente

Se brindan orientaciones acerca de:

- Anticipación de resultados y confrontación entre éstos y las anticipaciones realizadas.
- Muestras de control y control de variables en las experiencias.
- Interpretación de las observaciones.
- Comunicación de resultados. Elaboración de informes.
- Las actividades de manipulación.

SECUENCIA III: Los metales, interacciones con el calor y con la electricidad

Información

Se brinda información acerca de:

- La conducción del calor comparada con la de la electricidad en diferentes metales (ordenados de más a menos conductores).
- Diferenciación entre objetos y materiales. Caracterización de la noción de material.
- Variables que intervienen en la determinación de la conducción del calor y de la electricidad.

Actividades

Interacciones entre los metales y el calor

- Actividad 1: Realización de una experiencia para explorar la conducción del calor en diferentes materiales.
- Actividad 2: Conocimiento de un dispositivo para determinar la conducción del calor.
- Actividad 3: No todos los metales conducen el calor en la misma medida. Diseño y realización de una experiencia para comparar la conducción del calor entre diferentes metales.

Interacciones entre los metales y la electricidad

- Actividad 4: Armado de circuitos eléctricos simples. Exploración de los circuitos.
- Actividad 5: Los metales son mejores conductores de la electricidad que otros materiales. Realización de una experiencia.
- Actividad 6: Los metales que conducen mejor el calor son también los que conducen mejor la electricidad. Comparación de datos informativos.

Orientaciones para el docente

Se brindan orientaciones acerca de:

- Los contenidos que se espera trabajar.
- En relación con las experiencias
 - a) diferentes tipos de experiencias,
 - b) el análisis de las condiciones de las experiencias.
- La organización de la clase durante las actividades.

- La utilización de instrumentos de observación.

ANEXO DE LA SECUENCIA II: La dureza de los metales

Información

Se brinda información acerca de:

- Significado del término dureza.
- Grado de dureza de los metales. Su determinación.

Actividades

- Actividad: Procedimientos para determinar la dureza de un material.

SECUENCIA I: ¿Qué sabemos sobre los metales?

Información

Todos los materiales poseen propiedades particulares. Es a partir de esas propiedades que distinguimos unos materiales de otros y que les damos diferentes usos.

En general, ninguna propiedad es exclusiva de un material y muchas son compartidas por varios de ellos. Los diferentes materiales se distinguen por un **conjunto** de propiedades que los caracterizan.

Desde un punto de vista microscópico, los metales -como todos los materiales- están constituidos por **partículas**. Estas partículas se encuentran en constante movimiento **interactuando** entre sí. Algunos materiales, como los metales, están constituidos por partículas de un mismo tipo, por ejemplo el metal cobre, está compuesto sólo por partículas de cobre, o el oro, sólo por partículas de oro. Otros materiales pueden estar constituidos por más de un tipo de partículas. Por ejemplo la sal común (cloruro de sodio) está compuesta por partículas de sodio y partículas de cloro.

Las propiedades de los metales, como las de los otros materiales, dependen de la forma y tamaño de las partículas que los constituyen, y de las **interacciones** que se establecen entre ellas.

Estas interacciones definen el comportamiento que tienen los metales. Las interacciones entre las partículas que constituyen, por ejemplo, la cerámica son bien diferentes de las que ocurren entre las partículas de cobre, de aluminio o de oro.

En esta secuencia se propondrá el trabajo con las propiedades observables de los metales sin incluir el estudio de las interacciones entre partículas que explican esas características.

Como ya dijimos, un material se caracteriza por un **conjunto** de propiedades. En el caso de los metales estas propiedades son:

- tienen brillo,
- son maleables, dúctiles y pueden doblarse,
- son buenos conductores de la electricidad,
- son buenos conductores del calor.

Muchos de los materiales que conocemos como metales (como el bronce o la alpaca) no son estrictamente metales, ya que no están formados por una sola clase de partículas. Por el contrario, son producto de la unión de varios metales o de un metal y otro material, como el caso del acero que contiene hierro y carbono que no es un metal. A estas asociaciones se las conoce como **aleaciones**. Los alambres, clavos o láminas que habitualmente reconocemos como hechos de metal son, en realidad, aleaciones. El bronce, por ejemplo, es una aleación de estaño, cobre y zinc. Las aleaciones se preparan fundiendo los metales que queremos que se unan, calentándolos a altas temperaturas de modo de lograr que estén en estado líquido para facilitar la asociación.

La aleación adquiere propiedades diferentes de las que presentan los metales puros y esto es aprovechado, por ejemplo, para obtener materiales de mayor dureza. Así, el oro puro, conocido como oro 24 quilates, es demasiado blando para ser usado en la confección de alhajas. Por eso, se usa oro 18 quilates que es una aleación con 25 % de plata y cobre, que lo hace más duro. En el caso de la plata ocurre lo mismo si se **alea** con cobre. Las aleaciones de hierro con carbono se llaman **aceros**. Si se quieren obtener aceros muy duros, como los que se necesitan para hacer herramientas, las aleaciones se hacen con más carbono. Si se quiere fabricar aceros inoxidables, se agregan otros metales como cromo y níquel. Las aleaciones con mercurio se llaman **amalgamas**. Las amalgamas más usadas por los dentistas para arreglos de piezas dentales son aleaciones de mercurio, plata y zinc. Si bien el mercurio es tóxico si está puro, disminuye su toxicidad cuando está en amalgamas.

A continuación, les presentamos una tabla donde figura la composición de las aleaciones más conocidas:

Latón: 67% cobre, 33% zinc.

Peltre: 85% estaño, 7.3% cobre, 6% bismuto, 1.3% antimonio.

Alpaca: 60% cobre, 20% zinc, 20% níquel.

Monedas de oro: 90% oro, 10% cobre.

Monedas de plata: 90% plata, 10% cobre.

Bronce: cobre-estaño-zinc en porcentajes variados.

Como vemos, algunas aleaciones tienen nombres característicos, como el bronce, pero el porcentaje de los metales que las forman puede variar. También encontramos innumerables objetos a los que solemos identificar como de aluminio o de cobre o de oro. Sin embargo, la mayoría de ellos están fabricados con aleaciones. Por eso es necesario ser cuidadosos al extraer conclusiones sobre un metal determinado si se realizan experiencias con objetos. Hay que tener en cuenta que puede tratarse de aleaciones. Por ejemplo, si un caño que aparentemente es de aluminio (que es un metal que se aplasta fácilmente), resulta difícil de aplastar, es probable que se trate de una aleación de aluminio y algún otro metal.

De todos modos, a los efectos de estas secuencias, se trabajará con metales puros y con aleaciones, ya que todos ellos presentan las características típicas de los metales que los distinguen del resto de los materiales.

Para el trabajo con las actividades 1 y 4 de la secuencia I presentamos una lista de diferentes objetos metálicos que son fáciles de conseguir. También se indica cómo está compuesto cada uno.

OBJETOS DE METAL	METAL CON QUE ESTÁ HECHO
Llaves	Acero o bronce.
Monedas	Aleación de aluminio y cobre.
Herramientas	Acero.
Adornos	Alpaca o cobre o plata.

Cacerolas	Aluminio o acero.
Cubiertos	Acero inoxidable.
Vasos	Aluminio.
Platos	Aluminio.
Picaportes, herrajes	Bronce.
Latas de gaseosa	Aluminio.
Latas de alimentos	Hojalata.
Alhajas	Oro o plata o platino.
Caños de agua	Plomo o bronce.
Caños de gas	Cobre.
Clavos	Acero o hierro o bronce.
Alambres	Acero, cobre, bronce.
Barras para soldar	Estaño.
Techos de chapa	Zinc (por lo general)
Alambre de cable eléctrico	Cobre.

Actividades

En esta secuencia nos proponemos realizar un trabajo dirigido a explorar las propiedades observables de los metales.

Objetivos de la secuencia:

- Reconocer las características de los metales, como un caso particular dentro de la diversidad de materiales.
- Diseñar y utilizar registros de datos.

Actividad 1 (pequeños grupos). Se propone una aproximación a las propiedades observables de los metales por comparación con otros materiales.

Cada grupo dispondrá de una colección de objetos de metales diversos (cobre, bronce, acero, aluminio, etc.) y de otros materiales como plástico, vidrio, madera, cartón, cerámicos, etcétera.

Consigna: agrupar los objetos que son de metal y los que no lo son.

Una vez realizada la tarea, cada grupo comunica sus clasificaciones y explica las razones por las que incluyó a los diferentes objetos en uno u otro grupo.

Algunos objetos o materiales pueden promover dudas en los alumnos. En este caso es recomendable que el docente intervenga, favoreciendo la argumentación de los alumnos que sostengan diferentes opiniones. En principio, es recomendable no intervenir directamente a favor o en contra de una posición en particular. Es preferible formular preguntas del tipo “¿cómo se dan cuenta de que esto es o no de metal?”, “¿por qué dicen ustedes que esto es de metal?”. Estas preguntas permitirán a los alumnos reflexionar sobre las características de aquello que consideran como metales. Algunas de ellas podrían ser:

porque brillan,
porque son duros,
porque son fríos,
porque no se rompen con facilidad,
porque suenan a metal.

Es importante estar atento a la pertinencia de los argumentos que se esgrimen. Si los alumnos responden, por ejemplo, “porque es una cuchara y las cucharas son de metal”, o porque es de “lata”; el docente pedirá que se precisen las razones por las que se piensa que ese objeto es de metal, ya que se trata de nombrar las características que distinguen a un metal y no a los objetos metálicos o los nombres de los metales.

Hasta aquí los alumnos han enunciado algunas características de los metales y señalado diferencias y similitudes con otros materiales. A partir de sus propios conocimientos han llegado a compartir una primera caracterización intuitiva de los metales. Aunque parcial, esta aproximación es suficiente para un primer nivel de distinción.⁶ Aún no han recibido ninguna información sistematizada, y es deseable que los alumnos sepan que estos conocimientos serán completados y reelaborados.

Actividad 2 (primera parte, individual; segunda parte, grupo total). Se propone la identificación de distintos tipos de metales y de sus características. Registro de información.

Primera parte (individual)

En la primera parte de esta actividad, nos proponemos centrar la atención sobre la diversidad dentro del grupo de los metales. Para ello, el docente propondrá analizar con más detalle la colección de metales que se ha utilizado. Se formularán las siguientes preguntas:

¿De qué metales están hechos los objetos que hay en nuestra colección? ¿Cómo los distinguen? ¿Qué otros metales conocen?

Es posible que, a partir de este intercambio, surjan los nombres de los metales más familiares para los alumnos (plata, hierro, acero, etc.), y se mencionen algunas características distintivas, como por ejemplo el color.

⁶ En la actualidad existen en el mercado materiales muy similares en su aspecto a los metales. En las “Orientaciones para el docente” de esta misma secuencia, encontrará algunos comentarios al respecto.

Podría ocurrir que los alumnos respondan, por ejemplo, “es de chapa”, o “es de fierro”. Es el momento de aclarar que muchas veces se dice chapa a diferentes tipos de metales, pero que este término hace referencia a una forma y no al tipo de metal. Del mismo modo, se suele usar el término “fierro” como sinónimo de “metal”, pero dentro de esta denominación suele incluirse incorrectamente a diferentes metales.

También habrá que tener en cuenta que muchos de los objetos de metal son, en realidad, aleaciones (hay herrajes de bronce, cacerolas de acero inoxidable, etc.). En estos casos, es importante que el docente intervenga para explicar las diferencias entre metales y aleaciones, su utilidad, y dar ejemplos de algunas de ellas.

Luego se propone a los alumnos:

Consigna: averigüen (en sus casas, en el barrio, en los comercios) de qué metales están hechos los siguientes objetos: las cacerolas, los cubiertos, las manijas de las puertas, los anillos de casamiento, los caños de agua fría y caliente, los techos de “chapa”, el interior de los cables de electricidad, las barras que se usan para soldar.

Se les solicitará también que organicen la información de modo de distinguir claramente entre **objeto y tipo de metal con que está fabricado**.

Segunda parte (grupo total)

En primer lugar, los alumnos comunicarán los resultados de sus averiguaciones anteriores que serán registrados en un cuadro por el docente.

En este caso vale la pena tener en cuenta que, en el momento de registrar la información aportada por cada uno de los alumnos (**objetos de metal**), en un cuadro general, puede surgir un problema: un mismo tipo de objeto puede estar fabricado con metales diferentes, de manera que habrá que convenir con los alumnos cuál será la mejor manera de representar esto en un cuadro. Puesto que podrían existir diferentes alternativas, la decisión habrá de tomarse teniendo en cuenta que lo que nos interesa destacar en este momento es que existen muchos metales diferentes y que un mismo tipo de objeto puede estar fabricado con diferentes metales. Por ejemplo:

A)

	PLATA	ACERO	COBRE	BRONCE
Cuchara				
Caños de gas				
Picaporte				

B)

OBJETOS	METAL
Cuchara	PLATA
	ACERO
<i>Caños de gas</i>	ACERO
	BRONCE
<i>Picaporte</i>	COBRE

Una vez reunida la información de todo el grado, el maestro podrá presentar otros objetos o metales de su propia colección (para ello el docente deberá contar con una colección de metales u objetos de metal lo más variada posible: plomo, plata, cobre, acero, estaño, cinc, etc.), y contrastarlos con los que están en el cuadro. En los casos en que éstos no figuren, podrán ser incluidos. Para finalizar, se hará una primera aproximación a los criterios utilizados para distinguir un tipo de metal de otro (por ejemplo por el color, por el brillo, etcétera).

Hasta aquí, los alumnos han tenido oportunidad de aprender que existen diferentes metales y aleaciones de ellos, de conocer algunas de sus propiedades, de conocer metales que hasta el momento no conocían y de conocer algunas características que los distinguen entre sí.

Habrán tenido oportunidad también de aprender a utilizar diferentes cuadros para registrar información.

En la próxima secuencia se analizarán con mayor detalle las propiedades que se utilizan habitualmente para distinguir los metales. De ese modo se precisarán las características propias de los metales que hacen que constituyan un grupo singular (unidad) y aquellas que dan cuenta de la diversidad dentro de esa unidad.

Orientaciones para el docente

Uno de los propósitos de esta secuencia es que, a través de las actividades propuestas, los alumnos **exploren** características de los metales y realicen una primera sistematización de los rasgos que los definen, **según sus propias categorías intuitivas**. Esta primera sistematización permite que, mediante las actividades posteriores, se incorporen nuevas dimensiones y se discriminen aquellos aspectos no pertinentes.

Las actividades de la primera secuencia procuran que cada alumno pueda confrontar sus propias ideas con las de otros compañeros y que sus opiniones sean contrastadas mediante el análisis de diversos materiales. Será importante tener en cuenta que no se espera que todos los alumnos expresen iguales ideas. Es probable que las de unos contradigan o completen las de otros. Por eso, es muy importante analizar, en cada caso, los distintos puntos de vista.

Por ejemplo, posiblemente en la actividad 1, en la que deben agrupar objetos, aparezcan dudas acerca de la ubicación de algunos de ellos. En estos casos será importante favorecer la discusión de modo de promover que los alumnos esgriman argumentos en favor de diferentes posiciones. Si luego de la discusión persistieran las dificultades puede resultar más conveniente dejar en suspenso la ubicación de ese objeto. Los objetos que presentan dudas podrán ser vueltos a examinar luego de haber profundizado el análisis de las propiedades de los metales en la Secuencia II y III.

También en el caso de la clasificación de objetos entre los que son metálicos y los que no lo son, algunos ejemplos que podrían generar dudas son ciertos objetos plásticos de apariencia similar a los metálicos, objetos con pinturas plateadas o doradas (por ejemplo, bijouterie) o papeles de apariencia metalizada. En muchos casos la confusión puede deberse a la apariencia. Cuando en la Secuencia II se trabaje con propiedades de los metales, como la deformabilidad, es muy probable que las dudas se resuelvan al aplicar a cada objeto las pruebas correspondientes.

Otro de los objetivos de la secuencia es que los alumnos **utilicen registros de datos y adquieran alguna experiencia relativa al diseño de cuadros o tablas para el registro de los datos**. Esta no es una tarea que los alumnos realicen con frecuencia. Por ello, en la actividad 2 se propone un trabajo sistemático sobre registros de información para que aprendan a interpretarlos y participen en su proceso de elaboración. Este trabajo requiere que se muestre la importancia y la necesidad de organizar los datos de las observaciones.

Se deberá discutir con los alumnos estas cuestiones: ¿qué sucedería si no registramos la información?, ¿cómo podremos recordarla?, ¿cómo podemos comparar los resultados de distintos grupos de trabajo?, ¿cómo podemos utilizar los datos de nuestras pruebas para sacar conclusiones si no los escribimos de alguna manera? También es importante explicar a los alumnos que hay formas de guardar la información que son más económicas y más claras para su lectura que otras. Para ciertos tipos de datos los cuadros o las tablas son más adecuados que, por ejemplo, un informe narrativo.

La tarea de registro y análisis de datos debe ser una práctica constante en distintas tareas de la actividad escolar en cualquiera de las áreas curriculares. La comprensión de su importancia puede ser, también, facilitada por la referencia a otros tipos de actividad en que se la utilice o en que su necesidad sea evidente. Podría afirmarse que no hay ninguna tarea de observación o de experiencia sobre el mundo natural que no requiera algún tipo de registro, aunque las modalidades varíen de acuerdo con el tema y los objetivos del trabajo.

También es necesario que los alumnos aprendan progresivamente a diseñar formas de registrar la información mediante listas o cuadros. Es conveniente que antes de presentar un cuadro o una tabla se discuta con los alumnos de qué modo creen que será adecuado diseñarla. Para pensar el diseño es necesario responder algunas preguntas: ¿cuáles son los datos que se van a registrar?, ¿cuáles son los datos que se espera poner en relación?, ¿cuál es el modo más apropiado de registrarlos en la página?, ¿cuántas columnas serán necesarias para el registro?, ¿cuál será el modo en que se apuntará la información: con cruces, con números, ...?

En la tarea de aprender maneras de preparar formas de registro de información puede ayudar la comparación con medios ya conocidos (por ejemplo, en juegos, envases o información general) y con las soluciones que se adoptaron en otras situaciones. Aun cuando el docente decida proponer un modelo de registro para una actividad determinada, es necesario hacerlo luego de una discusión como la planteada. Es posible que el maestro decida plantear: “yo tengo una idea acerca de cómo podemos hacerlo”. “¿Les parece que soluciona algunos de los problemas que tenemos?” ¿Por qué les parece que puede servir? Durante la conversación es posible comentar las ventajas que el modelo propuesto tiene con relación al problema que se trata de resolver en ese momento. Esta tarea también tiene importancia para la interpretación de cuadros. En la medida en que se comprenden las características de un cuadro es posible saber cómo leerlo y conocer el tipo de datos que se pueden obtener.

Como puede apreciarse, hay varias alternativas para el proceso de diseño de los instrumentos de registro. Ellas abarcan:

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

Se señaló, en todos los casos, la importancia de que los alumnos piensen acerca de las características del registro que deben realizar, imaginen cómo podría concretarse y analicen diversas propuestas. La elección de cada una de estas alternativas para el proceso de diseño depende de la experiencia de los alumnos en esta tarea, el tipo de datos que deba registrarse y el momento de la actividad. En el caso de la Secuencia I, es probable que, por la sencillez de los datos, los alumnos estén en condiciones de diseñar el cuadro con ayuda del maestro.

Como ya se señaló, la secuencia incluye varias actividades que se vinculan estrechamente entre sí. Algunas de estas actividades implican la manipulación de objetos (actividad 1), otras la búsqueda de información (actividad 2). Es importante que los alumnos perciban el vínculo entre las actividades. Es por ello que, en diferentes momentos de la secuencia, se promueven **instancias de conversación y de reflexión para favorecer las integraciones parciales**. Estas articulaciones se refuerzan en la secuencia II y III.

A lo largo de la secuencia hemos planteado momentos de **trabajo individual**, en **pequeños grupos** y, también, momentos de **grupo total**. Estas diferentes alternativas se vinculan con la tarea que se quiere desarrollar. Proponemos que se realicen en pequeños grupos aquellas actividades que exigen la discusión y la convergencia de opiniones alrededor de una tarea concreta (por ejemplo, clasificar los objetos). Las actividades que se realizan con el grupo completo son, por lo general, las de apertura o cierre. En ellas se espera que los alumnos tengan la posibilidad de discutir, confrontar y compartir opiniones o resultados. Las tareas de obtención de información en la actividad 2 se realizan en forma individual para que la información obtenida sea lo más variada posible. También se han planteado como actividades de grupo total la elaboración de cuadros y los momentos en que el docente completa la información que los alumnos obtuvieron individualmente. Se trata de instancias en las cuales el docente ocupa un lugar principal como informante u orientador. Esta misma orientación se verá reflejada en las Secuencias II y III.

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

SECUENCIA II: Las propiedades de los metales

Información

En esta secuencia se trabajará con algunas de las propiedades que corresponden a los metales. Se considerará el brillo y la deformabilidad -maleabilidad y capacidad de doblarse.

Como **Anexo** se incluirán algunas ideas para trabajar con **dureza** de los metales.

La dureza no es una propiedad específica de los metales. De hecho, todos los materiales son duros o blandos. O, dicho de otra manera, tienen distinto grado de dureza. Pero, como es posible que los alumnos consideren que “los metales son duros” o “más duros que otros materiales”, puede resultar interesante estudiar los grados de dureza de los metales, clasificar metales de acuerdo con su grado de dureza y relacionar la dureza y la deformabilidad. Desarrollar una secuencia de trabajo sobre esta propiedad depende de la evaluación que cada maestro realice.

Al igual que sucede con la dureza, la conducción del calor y de la electricidad son propiedades de los metales, pero no es específica de ellos. La resistencia que los diferentes materiales ofrecen al pasaje del calor y la electricidad es, también, una cuestión de grado. Sin embargo, se dedica una secuencia específica a este tema porque las diferencias en la capacidad de conducción del calor y la electricidad entre los metales y otros materiales son de gran magnitud, por lo que resultan rasgos muy característicos. Esta cuestión se retomará en las Informaciones de la Secuencia III.

Brillo de los metales

El brillo de los metales es singular, original de este grupo de materiales. Si bien la tecnología desarrolló no hace mucho tiempo un tipo de plástico que imita muy bien el dorado brillante y el plateado, se dice que el brillo metálico es un brillo característico de los metales.

El brillo es distintivo de los metales pero no todos los metales brillan con la misma intensidad. Hay metales que brillan más que otros. Por ejemplo, la plata brilla más que el aluminio. A continuación les ofrecemos una lista de objetos de metal que se encuentran ordenados de menos brillantes a más brillantes. Con ellos se puede trabajar en la actividad “Los metales tienen brillo”.

- Caños de plomo.
- Latas de conserva.
- Cacerolas de aluminio.
- Adornos de cobre.
- Adornos o herrajes de bronce.
- Alhajas de oro o plata.

En esta secuencia estamos utilizando una noción intuitiva de “brillo”. **No tratamos de definir esta propiedad**, sino que nos basamos en la idea que todos poseemos de que hay objetos o superficies “brillantes”. Tampoco trataremos de explicar el brillo metálico, según una perspectiva científica. Lo importante es reconocerla como una propiedad común en los metales.

Con el paso del tiempo los metales se oxidan con el oxígeno del aire. La capa de óxido que se forma en la superficie es opaca y de diferentes colores según el metal de que se trate. Por ejemplo, el óxido de hierro es marrón, el del aluminio es blanco y el cobre, cuando se oxida, puede ser marrón oscuro o verde. Cuando un metal es lustrado se puede remover la capa superficial de óxido y el polvillo del ambiente que se deposita en el metal, con lo cual el metal recupera brillo. Si la oxidación avanza es más difícil de remover y hay que recurrir a los limpia metales o removedores como el ácido muriático.

No se trata de trabajar el concepto de oxidación con los alumnos aunque sí es posible, e importante, que puedan diferenciar un metal oxidado de otro que no lo está. Eso es muy sencillo en el caso de objetos de hierro. En el caso de otros metales se puede mostrar que los distintos metales, cuando se oxidan, pueden cambiar su color.

Los metales son deformables

Los metales pueden deformarse. Según las teorías más aceptadas actualmente, esto se explica porque sus partículas presentan mucha movilidad y se pueden desplazar con gran libertad. Cuando se ejerce fuerza sobre un metal este cambia de forma pero no se rompe porque sus partículas pueden resbalar unas sobre otras.

Por el contrario, materiales como el vidrio o la cerámica poseen una estructura por la cual no se deforman al ser golpeados. Cuando se ejerce fuerza sobre ellos, se quiebran. Son frágiles.

Cuando decimos que los metales son deformables decimos que son maleables, dúctiles y que se pueden doblar.⁷

La **maleabilidad** es la propiedad de los metales de poder ser transformados en láminas o chapas golpeándolos -por ejemplo, martillando sobre ellos-. La **ductilidad** es la propiedad de los metales de poder ser transformados en hilos -un alambre de cobre o de acero es un hilo metálico, los clavos también lo son.

Los procedimientos para producir hilos metálicos son muy complejos. Por eso, la ductilidad será mencionada como propiedad de los metales pero no se realizará ninguna experiencia teniendo en cuenta esta propiedad. Se puede buscar información bibliográfica y podrá presentarse una colección de distintos productos: alambres y clavos de distintos metales (aluminio o cobre) o de distintas aleaciones (bronce o acero).

⁷ El hecho de que los metales sean deformables no informa nada acerca de su dureza, ya que son dos propiedades independientes. Esta cuestión será analizada en las orientaciones para el docente de esta misma secuencia y en el anexo sobre dureza que se presenta en este documento.

Los metales son maleables o dúctiles, pero no todos los metales son igual de maleables o de dúctiles. Que un metal sea más maleable que otro quiere decir que con él se pueden hacer láminas de menor espesor. El oro es el metal más maleable y dúctil porque con él se pueden hacer las láminas y los alambres muy delgados. El plomo es poco dúctil porque es muy difícil estirarlo.

Presentamos una lista de metales que pueden ser utilizados en las actividades “los metales son deformables” y “los metales se pueden doblar”⁸. En esta lista los metales están ordenados de los “más achatables” a los “menos achatables” y de los “más doblables” a los “menos doblables”. En ella se indica también algunas condiciones que deben reunir para realizar las experiencias.

METALES ORDENADOS DE MÁS A MENOS ACHATABLES

Caños de grosor similar de: plomo, aluminio, cobre, acero.

METALES ORDENADOS DE MÁS A MENOS DOBLABLES

Alambres de diferente grosor: alambre de soldadura de aleación de estaño, alambre de aluminio, alambre de cobre, alambre de acero.

Chapas de grosor similar de: plomo, cobre, zinc.

Actividades

Las actividades de esta secuencia proponen el análisis de las siguientes propiedades de los metales: brillo y deformabilidad (maleabilidad y capacidad de doblarse). En esta secuencia se trata de:

- Estudiar sistemáticamente algunas de las propiedades que los caracterizan.
- Avanzar en el conocimiento de la diversidad entre los metales.
- Realizar y diseñar experiencias adecuadas a la resolución de los problemas planteados.

Los metales brillan

Actividad 1 (pequeños grupos). Se propone una tarea de observación. Elaboración de un cuadro de registro de datos

El docente presenta a cada grupo una colección que contenga diferentes objetos metálicos. Es importante que la colección incluya, al menos, los siguientes metales u objetos de: plomo, cobre, acero, estaño, cinc, aluminio (el docente puede consultar la lista de metales, ordenados de menos brillosos a más brillosos, en la sección “Información” de esta secuencia).⁹

⁸ Todos estos materiales pueden adquirirse en casas de ventas de metales o zinguerías, y en algunas grandes ferreterías.

⁹ Es importante cuidar que los objetos de la colección no estén excesivamente oxidados y que no hayan sido lustrados recientemente, ya que serán utilizados también en la actividad 2.

Pregunta: ¿Todos los metales brillan igual?

Los alumnos compararán los diferentes metales y los agruparán según su brillo. Esta información será registrada en un cuadro con tres columnas (más brillosos, menos brillosos, poco brillosos). Al finalizar, el docente propondrá que cada grupo presente el cuadro elaborado.

Es probable que no todos los grupos hayan incluido los mismos metales en cada una de las columnas. En este caso puede resultar interesante poner de manifiesto estas diferencias y proponer una reflexión en torno a las diferencias de apreciación que tienen distintos observadores entre sí.

Lo importante es que los alumnos puedan notar que no todos los metales brillan igual y que, cuando diferentes personas observan un mismo objeto, pueden percibir cosas diferentes o bien pueden apreciarlas de diferente manera.

Actividad 2 (en pequeños grupos y grupo total). Se propone reconocer cambios en el brillo de los metales por lustrado y realizar un análisis comparativo de datos observacionales.

En pequeños grupos

Los alumnos trabajarán con la misma colección de metales que en la actividad anterior. Ahora se les propondrá que lustren una parte de cada objeto con una franela.

Preguntas: ¿Si ilustramos los metales con la franela, seguirán brillando igual? ¿Brillarán más, menos o igual?

Los que están en el grupo de los que brillan menos, o de los que brillan poco (en la tabla de la actividad anterior), ¿brillarán tanto como los otros después de lustrarlos?

El docente solicitará a los alumnos que respondan a estas preguntas antes de llevar a cabo la experiencia. Las respuestas se podrán registrar y retomar luego en el cierre de la actividad.

Es importante hacer notar a los alumnos la necesidad de dejar una parte del metal sin lustrar para que sea posible la comparación entre ambas partes (con lustrado y sin lustrar).

Los alumnos realizarán la tarea una vez que se hayan acordado estas cuestiones. Al igual que en la actividad anterior, se analizarán en común los resultados obtenidos por cada grupo. En este momento el docente confrontará los resultados de la experiencia con las respuestas iniciales de los alumnos.

Grupo total

Se completará un cuadro similar al utilizado en la actividad 1 de esta secuencia con los resultados de las últimas observaciones. Luego se realizará un análisis comparativo de

ambos cuadros con el fin de registrar si todos los materiales permanecen en las mismas columnas o si, a partir del lustrado, se produjeron cambios en la ubicación.

Las actividades propuestas pueden mostrar que distintos metales tienen distinta intensidad de brillo, y que cuando se los lustra, brillan más. Las razones por las cuales los metales brillan más cuando se los lustra no se infieren directamente de las actividades desarrolladas, y para explicar este hecho es necesario aportar información. En este caso, el docente podrá explicar que, al igual que los clavos, todos los metales se oxidan, aunque este proceso no sea igual en todos ellos. Cuando está poco oxidado, el lustrado puede remover el óxido. En cambio, cuando el proceso avanzó mucho ya es necesario utilizar otro tipo de procedimientos. En este sentido se puede hacer referencia a los limpiametales o a los productos removedores de óxido. También explicará que cada metal tiene un brillo característico, y podrá apoyar su explicación con algunas muestras de objetos y metales.

A partir de las actividades desarrolladas los alumnos han tenido la posibilidad de aprender que:

- **Todos los metales brillan.**
- **No todos los metales brillan igual. Esto depende del metal.**
- **El brillo de los metales cambia al lustrarlos. Los metales lustrados brillan más que sin lustrar.**

Los metales pueden deformarse (se pueden aplastar, doblar y plegar)

La propiedad de deformabilidad de los metales se estudiará mediante dos procesos: aplastándolos hasta transformarlos en una chapa o tratando de doblarlos.

Actividad 3 (pequeños grupos). Se propone una actividad exploratoria de aproximación a la idea de que los metales son maleables y plegables.

La actividad consiste en que los alumnos intenten aplastar y doblar objetos metálicos. (En las Orientaciones se plantean precauciones para el desarrollo de esta actividad.)

Consigna: martillen y traten de doblar los siguientes objetos

Un caño de plomo, de aluminio, de acero.

Un alambre de cobre, de aluminio.

¿Qué sucederá cuando los doblemos y los martillemos? ¿Se romperán? ¿Se doblarán? ¿Será posible aplastarlos y hacerlos chatos?

Antes de realizar la experiencia los alumnos intentarán responder a las preguntas planteadas y el docente promoverá el intercambio de opiniones. Luego, realizarán la experiencia.

En esta primera instancia no propondremos ningún tipo de control sobre las variables intervientes (por ejemplo, la intensidad de la fuerza que se aplica al martillar o algún procedimiento especial de doblado). Luego de realizada la experiencia se comentan los resultados que obtuvo cada grupo.

Mediante esta experiencia se trata de dejar establecido que los metales pueden ser achataos hasta hacerse chapa o lámina sin romperse, y que una vez achataos no recuperan su condición original. También, que es posible doblarlos. De acuerdo con su maleabilidad y la fuerza que se ejerza sobre ellos pueden cambiar su forma hasta quedar convertidos en láminas de diferente grosor. También, esta experiencia mostrará que no todos pueden achataarse o doblarse por igual. Estas cuestiones se trabajarán en las dos actividades siguientes.

Actividad 4 (pequeños grupos). Se propone el diseño de una experiencia para determinar si todos los metales son igualmente maleables.

En la actividad que propondremos se analizarán las diferencias en las posibilidades de achatar distintos metales. Se contará con:

- caños de plomo, caños de aluminio, caños de cobre, caños de acero,
- alambre de diferente grosor: alambre de soldadura de aleación de estaño, alambre de aluminio, alambre de cobre, alambre de acero.

En la actividad 3 se realizaron pruebas de maleabilidad sin controlar variables. Se trataba de una primera aproximación a esta propiedad, a través de una actividad exploratoria. En esta actividad se compara **el grado de maleabilidad** de distintos metales. Por eso, es necesario diseñar una experiencia en la cual se controlen algunas de las variables que intervienen, aunque los controles no sean demasiado estrictos.

Para iniciar la actividad se podrá plantear a los alumnos el siguiente problema:

¿Cómo harían para saber cuáles de los siguientes metales se pueden achatar más fácilmente: plomo, aluminio, acero, cobre? (Pueden presentarse muestras de cada material.)

El docente propondrá que los alumnos, divididos en grupos, diseñen una experiencia para resolver el problema planteado. Luego, se analizarán los proyectos de cada uno de los grupos y se plantearán las observaciones pertinentes.

Es probable que en el diseño de las experiencias los alumnos no hayan tenido en cuenta todas las variables necesarias para trabajar sobre el problema planteado. Entonces, será necesario discutir acerca de:

- La necesidad de dejar una muestra sin achatar para poder comparar.

- La necesidad de contar con metales de igual presentación (alambre o caños, cualquiera de ellos de similar grosor).
- La necesidad de someter a todos al mismo procedimiento. Esto es, martillarlos la misma cantidad de veces, intentar aplicar la misma fuerza (dejar caer el martillo intentando no darle ningún impulso), dejar caer el martillo desde la misma altura.

Para dejar clara la necesidad de tomar estos recaudos se pueden plantear preguntas de este tipo: **¿cómo sabremos si se acható más por el tipo de material o por la cantidad de golpes? ¿Cómo sabremos si se acható más porque es más fácil de achatar o porque golpeamos más fuerte? ¿Cómo sabremos si quedó más chato o era más chato antes de empezar a golpear?**

Una vez que estos aspectos se hayan discutido será necesario dar la posibilidad de que se reformulen los diseños elaborados. Luego, cada grupo llevará adelante el trabajo y registrará los resultados. Para ampliar la información obtenida a través de la experiencia, se facilitará información por escrito acerca de esta propiedad de los metales.

Así como es necesario registrar los resultados de una experiencia, es necesario dejar registrado el procedimiento mediante el cual se realizó la experiencia. Se deben incluir todas las informaciones relevantes. En este caso, por ejemplo, el número de golpes, la altura aproximada desde la que fueron realizados o el tamaño de los objetos martillados.

Actividad 5 (pequeños grupos). Se propone el diseño de una experiencia para determinar que diferentes metales no tienen la misma facilidad para doblarse.

Los objetivos de esta actividad son:

- que los alumnos reconozcan que no todos los metales pueden doblarse por igual,
- que diseñen una experiencia para poner de manifiesto de qué depende la "doblabilidad" de un metal.

En la actividad 3 no se realizó ningún control de variables al tratar de doblar distintos objetos metálicos. Mediante esta actividad se espera que los alumnos reconozcan que la posibilidad de un trozo de metal de ser doblado -sea éste una chapa o un alambre- depende del metal de que se trata, del grosor y de la longitud. Esto implica una tarea de control de variables.

Pregunta: ¿todos los metales se doblarán con igual facilidad?

Los alumnos dispondrán de una colección de alambres de distintos metales de diferentes grosores y largos (el docente puede consultar la lista de metales que se pueden doblar, en la sección "Información" de esta secuencia). Se les propondrá que piensen una manera para comparar esta propiedad de los diferentes metales. Al igual que en la actividad 4, primero se diseña la experiencia y luego se la realiza.

En esta etapa es necesario que el docente oriente a los grupos en la organización de la tarea teniendo en cuenta las siguientes cuestiones:

1 - Si se van a comparar diferentes metales habrá que destacar a los alumnos la importancia de elegir alambres del mismo grosor y longitud. Este es un punto que habrá que discutir proponiendo cuestiones como:

- Queremos averiguar si un metal se dobla más fácilmente que otro, ¿cómo podemos averiguarlo?

- ¿Da lo mismo comparar un alambre de un metal más grueso con un alambre más fino de otro metal? ¿Cómo sabemos si se dobló más fácil porque es de otro metal o porque es más fino?

- También se pueden realizar distintas pruebas de doblado de alambres de diferente longitud y grosor de un mismo metal. Mediante ellas se puede comprobar la importancia de tener en cuenta estas variables. Por ejemplo, puede darse el caso de que no sea posible doblar un alambre si un trozo es muy corto o si es muy grueso.

2 - Debe cuidarse que el procedimiento elegido para doblar sea el mismo para todas las muestras. Los alambres pueden enrollarse alrededor de un lápiz (en este caso se cuidará que el lápiz sea siempre del mismo grosor), plegarse o enrollarse sobre sí mismos. Cada grupo puede usar un procedimiento diferente, pero deberá usar el mismo método para todas las muestras de los diferentes metales.

3 - Los grupos deberán ponerse de acuerdo acerca de cómo harán para determinar si un metal es más fácil de doblar que otro: que se enrolle con mayor facilidad, que se pliegue más veces, etc.

4 - Deberán elaborar una forma de registrar los datos que obtengan.

Una vez que se han discutido y ajustado los diseños se realizará el trabajo y se registrarán los resultados. Luego se podrán presentar chapas de plomo, cobre y zinc, de grosos similares (consultar información en esta secuencia) y comprobar que no todas se doblan con igual facilidad.

Es posible que los alumnos señalen que no todos los metales se pueden doblar y traigan ejemplos (por ejemplo, objetos de acero). En este caso se puede llamar la atención sobre cuestiones como la de fuerza aplicada o los instrumentos utilizados para aplicar fuerza. También se puede mencionar objetos realizados con esos metales que requieren de operaciones de doblado o de plegado. También es conveniente que el docente brinde información o que provea material donde puedan estudiarse los procedimientos de doblados de los metales menos maleables. En este momento, es bueno recordar que muchos de los objetos de metal están hechos de aleaciones que combinan las propiedades de distintos metales.

Actividad 6 (grupo total). Se propone la comparación entre la maleabilidad y la capacidad de ser doblados de los metales. Así como la elaboración de un informe.

En esta instancia, nos proponemos que los alumnos puedan relacionar las dos propiedades investigadas en los diferentes metales: que son maleables y que pueden doblarse. El objetivo es que reconozcan que, en general, los metales que mejor se aplastan también son los que más fácilmente se doblan. Estas propiedades, vinculadas entre sí, caracterizan la deformabilidad de los metales.

Para esta actividad propondremos a los alumnos volver a trabajar con los registros elaborados en las actividades anteriores. Se les solicitará que comparen si los metales que resultaron más maleables son también los que se doblan más fácilmente y viceversa. Finalmente, el docente les acercará información acerca de esta propiedad de los metales y su importancia en relación con el uso que hacemos de ellos.

Pregunta: Veamos los cuadros en los que registramos los resultados de las experiencias anteriores. **¿Qué metales resultaron ser más maleables? ¿Qué metales resultaron más fáciles de doblar?** Hagamos una lista para compararlos. **¿Qué conclusión podemos sacar? ¿Los metales más maleables son también más fáciles de doblar?**

Con el fin de sistematizar los conocimientos logrados acerca de la deformabilidad de los metales, se propondrá a los alumnos que realicen un informe que incluya lo que han aprendido tanto en las actividades experimentales como a través de la información acercada por el docente.

Es importante tener en cuenta que no es común que los alumnos sepan cómo se elabora un informe de estas características. Por lo tanto, será necesario conversar previamente con ellos:

- cuál es el propósito de realizar un informe (comunicar lo más claramente posible lo que se sabe acerca de un tema y la metodología que se utilizó para su estudio),
- qué es lo que resulta importante comunicar y qué es secundario,
- qué recursos se pueden utilizar para hacer más clara la exposición (ejemplos, dibujos, cuadros, etcétera).

Hasta aquí los alumnos han tenido la oportunidad de aprender que:

- Los metales pueden deformarse, tanto porque pueden doblarse como porque pueden achatarse.**
- No todos los metales se deforman con la misma facilidad. Esto depende del tipo de metal.**
- Hay otros factores que afectan a la deformabilidad de los metales, por ejemplo el grosor, el largo, el método que utilicemos para deformarlos.**
- Para comparar la deformabilidad entre distintos metales, es necesario hacerlo variando sólo el tipo de metal, y manteniendo invariantes los otros factores.**
- Los metales que se achatan más fácilmente son también más fáciles de doblar.**
- Los informes son útiles para comunicar información. Cuando se elabora un informe es necesario tener en cuenta una serie de pautas.**

Orientaciones para el docente

Muchas de las orientaciones generales sobre estas actividades ya fueron planteadas con relación a la **Secuencia I**. En este caso sólo se agregarán algunas orientaciones específicas.

Como fue señalado en “Información”, es probable que los alumnos hayan señalado como una de las características de los metales, el hecho de ser “duros”. Como se explicó, esta propiedad no es tratada en esta secuencia ya que la dureza no es una propiedad distintiva de los metales. Por otra parte, lo que en la terminología científica se denomina dureza, no coincide con el uso que se le da al término en el lenguaje cotidiano. Para profundizar sobre este aspecto, el docente podrá recurrir a la secuencia sobre dureza que se presenta en forma de anexo.

En la mayoría de las actividades se plantea que los alumnos **anticipen** los posibles resultados de las actividades exploratorias que van a realizar. La confrontación entre las anticipaciones iniciales y los resultados que se desprenden de las experiencias posibilita la ampliación y la profundización del conocimiento de los niños. Por otra parte, la práctica de anticipar los posibles resultados permite que los alumnos adquieran experiencia en la reflexión acerca de las variables que intervienen en un fenómeno, se habitúen a formular hipótesis y comiencen a manipular los objetos de manera más sistemática en las situaciones de experimentación.

Estas instancias de reflexión y las que se realizan posteriormente a las experiencias, son especialmente importantes. Cuando se trata de actividades en las que los alumnos tienen oportunidad de manipular materiales suele suceder que, ante el entusiasmo por la manipulación, se pierda de vista el objetivo de la tarea. Será entonces necesario que los docentes ayuden a retomar el hilo del trabajo. La manipulación de los materiales, aunque necesaria, no es condición suficiente para que los alumnos puedan extraer conclusiones que les permitan realizar nuevos aprendizajes. Para que la manipulación de materiales sea una estrategia efectiva debe realizarse de acuerdo con un plan que refleje el objetivo de la tarea y que permita a los alumnos comprender el sentido de lo que se está haciendo. Tiene que ser llevada a cabo sistemáticamente. Debe ser hecha en un marco de normas claras que garanticen que las operaciones puedan ser ejecutadas correctamente, que los resultados puedan registrarse y comentarse y que los aspectos novedosos o imprevisibles puedan ser analizados con relación a los objetivos propuestos.

Estas cuestiones son muy importantes ya que en los niños es una idea corriente que la actividad científica consiste en probar cosas “a ver qué pasa”. En este sentido, es importante conversar con los alumnos que la actividad científica de experimentación es una tarea dirigida por las hipótesis del investigador y por un diseño previo que permita estudiar un fenómeno de la manera más clara posible.

Al igual que en la secuencia anterior se propone un trabajo sistemático en torno a algunos procedimientos característicos del área.

a) Muestras de control en las experiencias

En la **actividad 1** -“los metales brillan”- se propone utilizar una muestra de control. En ese caso se les advierte que mantengan una porción del material sin lustrar para comparar la diferencia. Este es un procedimiento de gran importancia en el trabajo científico, en los casos en que se propone una comparación. Será necesario explicar a los alumnos este aspecto para favorecer que tomen conciencia de su importancia.

b) Control de variables

Otro de los procedimientos involucrados es el control de variables. Este procedimiento suele ofrecer una gran dificultad a los alumnos. Es difícil comprender la necesidad de este control y, también, es difícil diseñar la manera de realizarlo.

Las actividades que implican el procedimiento de control de variables -**actividades 4 y 5**- están precedidas de alguna tarea exploratoria, que no requiere ese control -**actividad 3**.

El control de variables se introduce gradualmente para poner de manifiesto los problemas que existen para sacar conclusiones más o menos claras de la actividad exploratoria. Como se mencionó en la **Secuencia de Actividades**, si no se controlan algunas variables, es difícil decidir, por ejemplo, si un trozo de metal se acható más porque ese metal es más “achutable” o porque fue golpeado más veces o con mayor intensidad. El análisis con los alumnos de este tipo de problemas permite que se comprenda mejor el sentido de controlar algunos de los factores que intervienen en la experiencia -por ejemplo, manteniéndolos constantes.

c) Interpretación de las observaciones

Tanto la actividad experimental como la observación nos brindan información. Pero esta información siempre es una interpretación, y las conclusiones que se obtengan dependen de estas interpretaciones. Así como se ha remarcado la importancia de apoyar y guiar a los alumnos en el diseño de las experiencias, es muy importante orientarlos en la posterior interpretación de sus resultados. Son varias las actividades en las que se incluyen tareas de este tipo y la **actividad 6** está especialmente dirigida a la interpretación de resultados. Esta orientación puede realizarse por medio de preguntas (algunas de las preguntas posibles se detallan en cada una de las experiencias). Por supuesto que la utilización de preguntas por parte del maestro no inhibe que se brinde a los alumnos la oportunidad de reflexionar individualmente sobre los datos que han obtenido.

Las experiencias directas (experimentación u observación sistemática) son una fuente de información muy importante. Sin embargo, el conocimiento que brindan es parcial. En algunos casos, la experiencia es muy compleja para el nivel de los niños y no puede realizarse. Pero además, la adecuada interpretación de los resultados puede requerir conocimientos más completos o modelos interpretativos complejos. Por eso, en algunas de las actividades de la secuencia se recomienda que los docentes acerquen información a los alumnos, que permita complementar y enriquecer sus propias conclusiones. Esta información puede ser presentada por ellos mismos u obtenida de manuales, libros o publicaciones de divulgación.

La información que brinde el docente no suplanta a las actividades de observación o experimentación. Incorpora otro tipo de conocimientos. Estos conocimientos ayudan, a veces, a comprender mejor los resultados de las experiencias y, en otras ocasiones, a comprender mejor las consecuencias de las propiedades con las que han experimentado. En gran medida, el trabajo en el área de Ciencias Naturales se basa en una combinación

entre experiencias directas y obtención de información sistematizada y aceptada. Cuando los alumnos han tenido oportunidad de interactuar con materiales -en este caso los metales- y reflexionar sobre sus características y sus cambios, la información que reciban resulta más significativa.

d) Comunicación de los resultados

En la **actividad 6**, se propone a los alumnos elaborar un informe para comunicar los resultados de sus indagaciones. Sería recomendable que los docentes generen un contexto para facilitar la circulación de la información obtenida (cartelera, periódico, etcétera).

Como ya fue mencionado, la redacción de informes es una tarea compleja y los niños no están, por lo general, habituados a ella. Es necesario que los alumnos puedan distinguir qué cosas es importante informar y cuáles son secundarias. Esto depende de los objetivos de la experiencia. El informe tiene que estar organizado para facilitar su comprensión por parte de lectores que no participaron de la experiencia. Por supuesto que no se espera que los niños sean capaces de realizarlo correctamente en las primeras oportunidades ni que sean capaces de realizarlo solos. Su habilidad para redactar informes depende de que tengan oportunidad de intentarlo y de que reciban ayuda gradual. Algunas pautas podrían ayudar para la preparación de un informe sobre las tareas realizadas. Por ejemplo, en este caso, el informe podría tener en cuenta algunos de los siguientes aspectos:

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

Presentamos estos puntos a título informativo. El informe puede contenerlos a todos o algunos de ellos. El docente tendrá que evaluar cuál es la progresión adecuada para introducir a los alumnos en esta tarea. Por otra parte, la importancia que tienen los informes en la actividad de exploración científica hace que su elaboración sea una tarea de todas las actividades del área por lo cual puede enseñarse progresivamente.

e) Medidas de precaución

Para realizar cualquier experiencia es necesario proveer condiciones adecuadas. También se deben establecer normas de seguridad. Este es un entrenamiento propio de

toda aproximación al trabajo científico y es una condición para desarrollar tareas experimentales.

En el caso de maleabilidad es necesario realizar tareas que implican la utilización de martillos. Para ello pueden utilizarse pinzas o tenazas para sujetar el material a distancia. Otra alternativa es recurrir a una pequeña morsa de uso doméstico. También debería contemplarse la utilización de alguna pieza de metal que cumpla la función de yunque sobre el cual golpear. Para atenuar los ruidos que ocasionarán los golpes de los martillos, se puede interponer entre la mesa y la chapa, un trozo de franela o paño de lana.

En el caso de las actividades vinculadas con el doblado de metales, será necesario tomar las siguientes precauciones:

- Al trabajar con alambres doblando sobre el lápiz, convendrá que los alumnos dobren ayudándose con un trapo o franela y no directamente con los dedos para evitar pincharse con las puntas, en especial con los alambres de acero y cobre.
- En todos los casos recomendar a los alumnos que no acerquen a la cara los objetos que están manipulando para evitar que éstos puedan lastimarlos.

En las próximas actividades se indicarán las medidas de precaución básicas para cada caso.

SECUENCIA III: los metales, interacciones con el calor y con la electricidad

Información

Como ya se mencionó en las secuencias anteriores, las propiedades observables de los materiales en general, y por lo tanto de los metales en particular, están vinculadas con su estructura íntima, es decir con la disposición e interacción entre las partículas que los componen. Así, no todos los materiales conducen por igual el calor o la electricidad. Dentro de un gran conjunto de materiales, los metales y sus aleaciones son buenos conductores. A la vez, dentro de los metales y sus aleaciones, también pueden encontrarse diferencias en cuanto a la conducción tanto del calor como de la electricidad.

A continuación presentamos una tabla en la que se compara la conducción del calor y de la electricidad en diferentes metales, ordenados de más a menos conductores.

Conductores del calor	Conductores de la electricidad
Plata	Plata
Cobre	Cobre
Oro	Oro
Aluminio	Aluminio
Cinc	Cinc
Níquel	Platino
Hierro	Hierro
Platino	Níquel

Como podemos observar, en la mayoría de los casos los mejores conductores del calor son también los mejores conductores de la electricidad. Aun el platino, el hierro y el níquel, que no mantienen el mismo orden en ambas columnas, se mantienen dentro de los que más conducen.

Objetos y materiales

A lo largo de las actividades, nos referiremos a materiales, o a objetos fabricados con determinados materiales. Entonces, es necesario tener en claro la distinción entre ambos.

Al hablar de **objetos**, nos referimos a **entidades particulares**, que poseen dimensiones (ancho, largo, grosor) y formas también particulares. Esto es lo que hace que dos objetos constituidos por el mismo material, puedan ser muy diferentes.

En cambio, cuando hablamos de **materiales**, estamos realizando una **abstracción** puesto que no es posible encontrar materiales independientemente de los objetos concretos. Con esta abstracción estamos haciendo referencia a la constitución de los objetos, al margen de su forma o dimensiones.

Como para comparar materiales debemos utilizar objetos, es necesario que posean la misma forma y las mismas dimensiones. De esta manera, nos independizamos de aquello que los diferencia y sólo estamos comparando los materiales que los constituyen.

Veamos un ejemplo: En la secuencia II los alumnos investigaron la maleabilidad de los metales. Supongamos que tenemos un material **A** más maleable que otro **B**, y que para comparar esta propiedad utilizáramos un objeto A mucho más grueso que el objeto B. En este caso es probable que obtengamos como resultado que B se “achata más” y, como conclusión, que es más maleable que A. En cambio, si los dos objetos poseen la misma forma y dimensiones, estaremos seguros que las variaciones entre uno y otro se deben sólo al material que los constituye.

La conducción del calor

En las actividades referidas a la conducción del calor, sugerimos trabajar con varillas de diferentes materiales. La recomendación acerca de que estas varillas sean todas del mismo diámetro obedece a las razones expuestas en el apartado anterior. La conducción del calor depende tanto del tipo de material como de otras variables como el grosor o el largo.

Además de las características del objeto, otro factor que influye en la medición de la conducción de calor es la fuente de calor que usemos: una llama más intensa provocará que la varilla se caliente antes que si usamos una llama débil. De allí que la misma llama deba ser usada para calentar todas las varillas.

Vale la pena aclarar que la “medición” de la conducción del calor es indirecta. El indicador que usamos en este caso es el tiempo que tarda un trozo de parafina en derretirse y dejar caer un alfiler: cuanto mejor conductor sea un material, menos tardará en caerse el alfiler. (Este sencillo dispositivo se explica en “Actividades”.)

Como ya se señaló en Información de la Secuencia II, la capacidad de conducir el calor es una cuestión de grado (los materiales conducen más o conducen menos). Todos los otros materiales utilizados en las experiencias para comparar con los metales son menos conductores que los metales. Pero existen otros materiales que conducen el calor casi tan bien como los metales, por ejemplo, el vidrio. Luego veremos que lo mismo sucede con la electricidad.

El hecho que no hayamos incluido el vidrio, obedece a la necesidad de focalizar la atención en lo que **distingue** a los metales de otros materiales ya que, en general, los metales son mejores conductores del calor (y de la electricidad) que los otros materiales. Al finalizar las experiencias, se puede ampliar los conocimientos de los alumnos en este sentido.

La conducción de la electricidad

Al igual que lo que ocurre con el calor, también la conducción de la electricidad depende no sólo del material sino también de las características del objeto: un cable de cobre de mayor radio resiste menos el paso de la corriente eléctrica que otro de menor radio, lo mismo que uno más corto.

Además, la corriente que circule será mayor en el caso en que utilicemos una pila de mayor voltaje.

Dentro de la diversidad de metales y sus aleaciones, diremos que el mercurio está entre los metales menos conductores de la electricidad, mientras que algunas aleaciones, como la niquelina y el constantán, son mejores conductores que él, aunque peores que el platino.

Entre los materiales que no son metales pero que conducen bien la electricidad, se encuentra el grafito (una de las formas del carbono).

Para comparar con los materiales que se utilizan como aislantes de la electricidad podemos decir que el vidrio es algo así como un trillón (un uno seguido de 18 ceros) de veces menos conductor que la plata.

Actividades

En esta secuencia abordaremos las interacciones que establecen los metales con el calor y con la electricidad.

Como hemos visto en las secuencias I y II, las propiedades que caracterizan a los metales son: poseer un brillo especial que se denomina “brillo metálico”, ser dúctiles y maleables. Con la secuencia III se completa el análisis de las propiedades propuestas de los metales.

A través de las actividades de esta secuencia los alumnos

- podrán reconocer que:

- los metales son buenos conductores del calor y de la electricidad,
- los metales son mejores conductores del calor y de la electricidad que otros materiales,
- distintos metales se diferencian entre sí por su capacidad de conducción del calor y de la electricidad, y
- aquellos metales que son buenos conductores del calor, también lo son de la electricidad.

-Podrán diseñar experiencias para comparar la conducción tanto del calor como de la electricidad entre diferentes materiales.

- Podrán realizar un análisis de algunas de las variables que intervienen en diferentes situaciones experimentales relacionadas con la conducción del calor y la electricidad, y entender la importancia de dicho control.

Interacciones entre los metales y el calor

Actividad 1: (grupo total y pequeños grupos). Se propone la realización de una experiencia para explorar la conducción del calor en diferentes materiales.

Para comenzar esta actividad, se propone a los alumnos una reflexión sobre el fenómeno que se va a estudiar. Este momento de la actividad puede estar dirigido por algunas preguntas como las siguientes:

Preguntas: ¿por qué el mango de la pava o las asas de las cacerolas suelen ser de madera o de baquelita y no de metal? ¿Se calientan igual una cuchara de metal y otra de madera, si las dejamos un tiempo dentro de un líquido caliente?

Una vez que se han discutido las respuestas se propone una actividad de exploración.

La actividad consiste en colocar en un recipiente con agua caliente varillas de diferentes materiales. Transcurrido un tiempo se toca cada una de las varillas y se establece cuál de ellas está más caliente.

Para realizar la actividad se requieren varillas de diferentes materiales (alpaca, acero inoxidable, aluminio, madera, plástico o goma) y recipientes con agua caliente.

Consigna: Vamos averiguar si todos estos materiales se calientan en la misma medida cuando los ponemos en agua caliente, ¿se calentarán todos igual? ¿Alguno se calentará más que otro? Cada grupo hará un listado ordenando los materiales desde los que piensan que se calentarán más hasta los que se calentarán menos.

El trabajo con agua caliente en el aula requerirá de cuidados para evitar inconvenientes.

En primer lugar es importante conversar con los alumnos acerca de los recaudos que es necesario tomar en estos casos. Por otra parte se podrán tomar medidas de precaución. Por ejemplo, introducir el recipiente que contenga el agua caliente dentro de otro recipiente más grande. De esta manera no es necesario manipular directamente el recipiente más caliente y es menos probable que se vuelque.

En la actividad que se propone, se trata de explorar la conducción del calor por los metales, comparados con otros materiales. Para poder obtener algunas conclusiones es necesario que se preste atención a las condiciones en que se realiza la experiencia. En este caso serán:

- la necesidad de que se pongan todas las varillas en el agua en el mismo momento,
- la necesidad de que permanezcan en el agua durante la misma cantidad de tiempo,
- el modo en que se va a determinar cuál de ellas se calentó más (en este caso se utilizará el tacto para determinarlo),
- la necesidad de que un mismo alumno o cada uno de ellos toque cada una de las varillas para comprobar si hay o no diferencias entre ellas.

Estos puntos deben ser discutidos previamente con los alumnos y señalar su importancia para poder comparar entre sí diferentes materiales.

Una vez que se acordaron estos aspectos cada grupo realizará la experiencia y consignará los resultados en un listado ordenado desde los que se calentaron más hasta los que se calentaron menos.

Luego se analizarán los resultados. Cada grupo leerá su listado, se compararán los elaborados por todos los grupos y se tratará de sistematizar los resultados obtenidos y confrontarlos con las anticipaciones iniciales. Preguntas como las siguientes pueden orientar el trabajo de sistematización.

Preguntas: ¿cuáles fueron los materiales que más se calentaron? ¿Cuáles los que menos? ¿Coinciden con los que anotaron en la lista inicial? Las varillas de alpaca (o de aluminio o de acero inoxidable) ¿se calentaron más porque son de alpaca (o aluminio o acero inoxidable) o porque son de metal?

Al confrontar los resultados de los diferentes grupos es probable que encuentren diferencias acerca de cuán caliente está una varilla o si una varilla particular está más caliente que otra (sobre todo en el caso de metales).

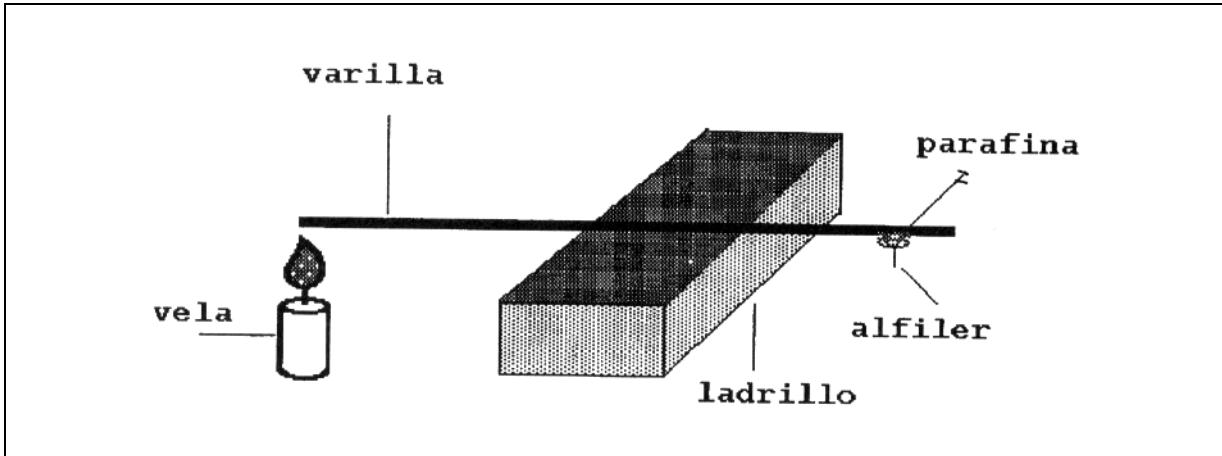
Esta situación es una buena oportunidad para discutir acerca de la subjetividad de la percepción. También puede ser aprovechada para plantear que nuestros sentidos no son tan fiables como “instrumentos de medición” y que, por eso, es necesario recurrir a otro tipo de instrumentos cuando se requieren datos más precisos. A partir de esta conversación se podrá introducir la necesidad de trabajar con otro algún tipo de dispositivo que permita discriminar cada material con relación a su capacidad de conducción. Un dispositivo de ese tipo será presentado en la siguiente actividad.

Actividad 2 (grupo total). Se propone que conozcan un dispositivo para determinar la conducción del calor.

Se presenta a los alumnos un dispositivo que permitirá determinar con mayor precisión las diferencias en cuanto a la conducción del calor entre los diferentes metales.

Para esta actividad el docente deberá contar con: una varilla de cualquier metal de unos 30 cm de largo, un alfiler, un ladrillo y una vela. Con estos elementos armará el siguiente dispositivo:

- Pegar con la parafina de la vela, un alfiler cerca del extremo de la varilla.
- Colocar la varilla sobre un ladrillo de modo que sus extremos queden fuera del ladrillo.
- Colocar la vela debajo del extremo que no tiene pegado el alfiler.



Una vez que está armado el dispositivo se enciende la vela y se la mantiene encendida calentando la varilla hasta que el alfiler cae.

Finalizada la experiencia se propondrá a los alumnos que expliquen el fenómeno observado (la parafina se derrite por efecto del calor, y el alfiler cae).

Preguntas: ¿Por qué se cayó el alfiler? ¿Qué sucedió con la parafina? ¿El calor de la vela tendrá alguna relación con la caída del alfiler? ¿Cómo llegó el calor de la vela hasta dónde estaba el alfiler con la parafina?

El propósito de esta actividad es el de hacer conocer a los alumnos un dispositivo para comparar la conducción del calor. Aunque el dispositivo es de gran sencillez optamos por proponer su presentación por parte del docente ya que su diseño previo presenta cierto grado de complejidad. Mediante esta experiencia es posible retomar la idea de "conducción". Al mismo tiempo, se ofrece un medio de comparar la conductividad en diferentes metales. Con este dispositivo resulta posible, entonces, estudiar con más precisión las diferencias entre distintos metales (y con otros materiales que no se fundan o queman con la llama de la vela) con respecto a la conducción del calor.

Una vez acordado que el alfiler cae porque el calor proveniente de la llama es conducido por la varilla de metal y la parafina se derrite, se presenta el dispositivo descripto, como otro método para comprobar la conducción menos ligado a la percepción y más objetivo.

La idea de objetividad es siempre relativa pero, básicamente, se refiere a la mayor posibilidad de acuerdo entre observadores. En este caso, registrar la caída del alfiler no depende de una sensación, que puede ser diferente para diferentes personas.

Actividad 3 (pequeños grupos). Se propone el diseño y realización de una experiencia para comparar la conducción del calor entre diferentes metales y reconocer que no todos los metales conducen el calor en la misma medida.

En esta actividad se utilizará el dispositivo presentado en la actividad 2 para comparar la conducción del calor entre diferentes metales. Para ello cada grupo dispondrá de los mismos materiales que en la actividad 2 pero se agregan varillas de diferentes metales (cobre, hierro, aluminio y cinc), todas del mismo largo y grosor.

Consigna: En la primera experiencia vimos que los metales conducen el calor mejor que otros materiales, pero no pudimos comparar los metales entre sí.

¿Todos los metales conducirán el calor en la misma medida? ¿Cómo lo podemos averiguar?

Piensen en una experiencia que permita comparar la conducción del calor entre distintos metales. ¿Es posible, para ello, utilizar el dispositivo de la actividad anterior?

Primero cada grupo pensará cómo hacer la experiencia. Despues vamos a discutir lo que cada uno pensó y luego vamos a hacerla.

Es probable que los alumnos, al haber realizado la actividad anterior, no tengan dificultades para diseñar la experiencia. Este trabajo se verá facilitado si los alumnos conocen previamente cuáles son los materiales con que cuentan.

Sin embargo, también es posible que algunos aspectos, necesarios para la comparación, no sean tenidos en cuenta. En particular los siguientes: es necesario colocar todos los alfileres a la misma distancia del extremo de las varillas y es necesario encender todas las velas en el mismo momento.

Por ello, es importante que el docente analice y discuta con los alumnos los diseños elaborados y que aclare la necesidad de respetar estos requisitos.

Al igual que en el trabajo con agua caliente será necesario tomar ciertos recaudos.

En principio se conversará con los alumnos sobre los cuidados generales que es necesario tener cuando se realizan experiencias con fuego. Por otra parte, se podrá destinar un tiempo a que enciendan las velas de modo que se desempeñen con soltura. Por último, vale la pena recordar que siempre que se trabaja con llama, aunque sea de tan baja intensidad, conviene tener en el aula un balde u otro recipiente con arena, para poder intervenir rápidamente frente a cualquier dificultad.

Luego cada grupo realizará la experiencia y registrará los resultados de la misma. El docente organizará, con el aporte de los diferentes grupos, un listado en el cual se consignen los metales ordenados desde aquellos que conducen mejor el calor hasta aquellos que son peores conductores.

Es importante conservar estos listados para confrontarlos más adelante con la información sobre la conducción eléctrica de los diferentes metales.

Al terminar estas actividades los alumnos habrán tenido oportunidad de aprender que:

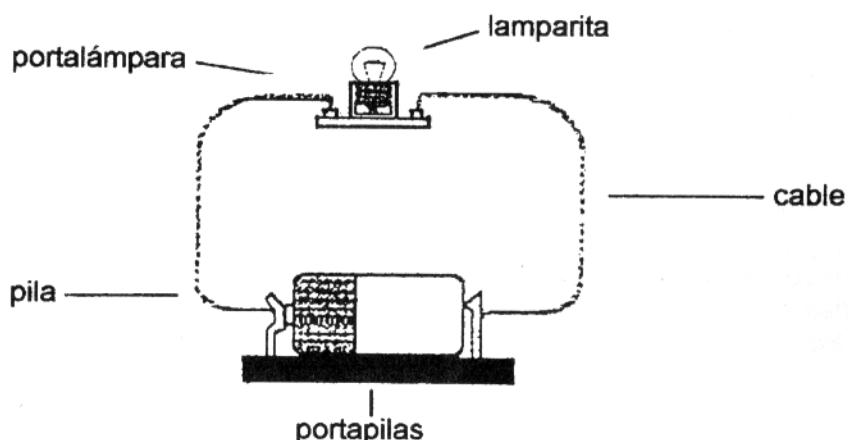
- Los metales son mejores conductores del calor que otros materiales.
- No todos los metales conducen el calor en la misma medida.

- Los sentidos no siempre permiten obtener información precisa sobre los fenómenos.
- Muchas veces hay que utilizar instrumentos para obtener mayor precisión en la información.
- Para realizar un experimento es necesario organizar previamente la tarea tomando en cuenta los materiales que se usarán, y los diferentes factores que pueden afectar los resultados.

Interacciones entre los metales y la electricidad

Actividad 4 (pequeños grupos). Se propone el armado de circuitos eléctricos simples y la exploración de su funcionamiento.

Para la realización de esta actividad se requieren los siguientes materiales: una pila mediana, una lamparita de linterna y un portalámparas adecuado, cable de 1\2 y una base de madera o cartón.



Los alumnos armarán un circuito como el del modelo. El docente podrá presentar el dibujo o armar un circuito como modelo para que cada grupo arme el suyo. El propósito es disponer de una herramienta (el circuito) que permitirá explorar las relaciones entre los materiales y la electricidad.

Consigna: Cada grupo arma un circuito con estos materiales de acuerdo con el diagrama o al modelo presentado.

Se informa a los alumnos que la prueba de que el circuito está correctamente armado es que la lamparita encienda.

Es necesario explicar a los niños que las experiencias se realizan con pilas pequeñas y que en estas condiciones se puede manipular el material sin ningún riesgo, pero

se debe advertir severamente que ninguna de estas experiencias puede repetirse con la red eléctrica ni tampoco con pilas más grandes o baterías de ningún tipo.

Una vez que los grupos han logrado armar y hacer funcionar su circuito se propondrá una tarea de exploración. Para orientarla se podrán realizar las siguientes **preguntas**: **Para conectar los cables fue necesario pelarlos, ¿encenderá la lámpara si se unen los cables al portalámparas sin pelarlos? ¿Por qué? Si conecto una punta de un cable pelado (por ejemplo al portalámparas) y otra sin pelar (por ejemplo, a la pila) ¿se encenderá la lámpara? ¿Por qué?**

El objetivo de las preguntas es sugerir distintas alternativas posibles que les permitan reconocer la importancia del contacto entre metales en las conexiones.

Finalmente, el docente favorecerá una reflexión mayor sobre los circuitos a través de preguntas como las que siguen:

Las personas que trabajan o estudian los temas relacionados con la electricidad, suelen decir “para que una lámpara encienda, el circuito debe estar cerrado” ¿qué les parece que significa esto? Cuando ustedes conectaron los cables sin pelar, la lámpara no encendió ¿se puede decir en este caso que el circuito estaba cerrado? ¿Por qué? ¿Qué hace falta además de que los cables estén conectados?

Tomando en cuenta las respuestas obtenidas, el docente explicará que hay materiales que conducen mejor la electricidad que otros. En relación con el uso que se les da, a los primeros se los denomina *materiales conductores* y a los otros *materiales aislantes*.

Actividad 5 (pequeños grupos). Se propone la realización de una experiencia que les permita reconocer que los metales son mejores conductores de la electricidad que otros materiales.

A partir de las exploraciones realizadas en la actividad anterior se planteará a los alumnos que averigüen qué materiales resultan buenos conductores de la electricidad. Para ello se propondrá llevar a cabo una experiencia que consiste en remplazar los cables del circuito por otros materiales con el fin de verificar si estos últimos resultan o no buenos conductores de la electricidad.

Para hacer la experiencia contarán con los circuitos armados en la actividad anterior y los siguientes materiales: lana, piolín, hilos de diferentes metales, cuerdas de plástico.

La experiencia consiste en cortar el cable en algún punto del circuito, pelar los extremos de los cables que quedaron libres luego del corte, e intercalar el material de prueba.

Consigna: Vamos a comparar diferentes materiales para averiguar cuáles son buenos conductores de la electricidad.

Se pedirá que, mientras se realiza la experiencia, se registren los resultados. Los materiales serán agrupados en aquellos que resultaron buenos conductores (se enciende la lamparita) y los que resultaron malos conductores.

Por último se organizará una puesta en común para sistematizar la información obtenida.

Al finalizar estas actividades los alumnos habrán aprendido que:

- No todos los materiales conducen la electricidad por igual. Según esta característica se los clasifica en materiales conductores y aislantes.
- Para que un circuito eléctrico funcione, todos sus elementos deben estar conectados o unidos a través de materiales conductores.
- Los metales son mejores conductores de la electricidad que otros materiales.

Actividad 6 (grupo total). Se propone comparar datos informativos que permitan conocer que los metales que conducen mejor el calor son también los que conducen mejor la electricidad.

Esta actividad comienza con el aporte de información por parte del docente sobre las diferencias entre los metales en cuanto a la conducción de la electricidad.

Para ello, el docente podrá presentar a sus alumnos la tabla en la que se ordenan los metales según su mayor o menor conductividad eléctrica.

En el caso de conducción del calor era posible, a través de un dispositivo escolar sencillo, discriminar entre distintos metales y ordenarlos de mejores a peores conductores. Pero, en el caso de la electricidad, es casi imposible apreciar las diferencias en la capacidad de conducción de distintos metales cuando se utilizan pilas como fuente de energía, y por lo tanto no puede determinarse experimentalmente en clase, un orden entre distintos metales. Para ello sería necesario utilizar instrumentos que no siempre son accesibles (como un voltímetro o un multímetro) y un voltaje que lo torna desaconsejable por razones de seguridad. Por eso, deberá ser el docente quien brinde la información acerca de cómo se ordenan los metales de mejores a peores conductores. Por supuesto, es posible explicar a los alumnos por qué estas diferencias no pueden ser medidas en clase.

Consigna: hemos visto que los metales son buenos conductores del calor y de la electricidad. También sabemos que hay metales mejores conductores que otros en ambos casos. Los que conducen mejor el calor ¿serán los mismos que los que conducen mejor la electricidad?

Para responder a esta pregunta, se pedirá a los alumnos que comparen los datos obtenidos en la actividad vinculada con la conducción del calor, con aquellos que obtuvieron

de la lectura de la tabla sobre conducción de la electricidad. Se podrá completar un cuadro que puede organizarse desde los que resultaron mejores hasta los que resultaron peores conductores.

CUADRO: Organización de los metales de mejores a peores conductores del calor y de la electricidad.

ORDEN EN LA CONDUCCIÓN	CONDUCE CALOR	CONDUCE ELECTRICIDAD
1º	(nombre de los metales)	
2º		
3º		
4º		

Al finalizar estas actividades los alumnos habrán podido aprender que:

- **No todos los metales conducen la electricidad en la misma medida o hay metales que conducen la electricidad mejor que otros.**
- **En general, hay coincidencia entre los metales que conducen mejor el calor y los que conducen mejor la electricidad.**

Orientaciones para el docente

Profundizando la propuesta de enseñanza de las secuencias I y II nos hemos propuesto avanzar en el estudio de las interacciones de los metales, esta vez con el calor y la electricidad. Comenzamos comparando los metales con otros materiales, centrándonos en la diversidad de los materiales. Un segundo paso consiste en establecer la unidad entre los metales (todos los metales conducen...) y, finalmente, reconocer la diversidad dentro de este grupo.

Los contenidos que se espera trabajar

En esta secuencia **no se trata de estudiar los fenómenos del calor o de la electricidad como tales**, sino sólo lo concerniente a las interacciones entre éstos y los metales. Para conocer estas propiedades de los metales no es necesario que los alumnos hayan abordado previamente el estudio del calor y de la electricidad. Estos temas requieren secuencias de enseñanza específicas. En próximos documentos, se presentará una secuencia para trabajar sobre el tema “el calor”.

Al abordar la enseñanza de una unidad temática, es importante que el docente tenga claro cuál es su objetivo central, y qué aprendizajes espera promover.

El tratamiento de cada tema recurre a un amplio conjunto de conceptos y procedimientos, pero esto no significa que todos ellos sean enseñados en particular o que constituyan, necesariamente, un prerequisito. En la mayoría de los casos, es posible apoyarse en conocimientos de los alumnos, muchas veces intuitivos, pero suficientes para

avanzar en el aprendizaje de los contenidos específicos programados en la secuencia. En trabajos posteriores se podrán trabajar de manera sistemática aquellas ideas que fueron puestas en juego de manera intuitiva. A partir de estos nuevos aprendizajes, los alumnos podrán otorgar nuevos significados a lo estudiado anteriormente.

Las experiencias

a) Diferentes tipos de experiencias

A lo largo de la secuencia, se proponen diversas experiencias. Algunas de ellas son exploraciones, mientras que otras requieren de un control de variables más estricto. Las actividades 1 y 4 son del primer tipo.

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

Por ejemplo, en la actividad 1, se procura establecer una primera diferenciación entre la conducción de los metales y de otros materiales. El objetivo es que los alumnos puedan discriminar de manera aproximada entre mejores y peores conductores.

Al finalizar estas exploraciones se propone una reflexión sobre sus alcances y limitaciones, lo cual permitirá introducir la necesidad de encontrar formas más sistemáticas y precisas de indagación en los casos en que sea necesario. Tal es el caso de las actividades 3 y 5 en las que se plantea un control más preciso de las variables en juego. Siguiendo con nuestro ejemplo, la actividad 3, propone una indagación que permita discriminar esta propiedad **dentro** de los metales (también sería válido en el caso de proponerse discriminar entre los otros materiales que, en principio, resultaron ser menos conductores que los metales).

Por lo general, las actividades exploratorias constituyen un primer acercamiento al problema que se va abordar. Este acercamiento permitirá ajustar futuras experiencias, discriminar variables o seleccionar mejor los materiales. A partir de estas primeras exploraciones, es que se diseñan experiencias más controladas.

Al participar los alumnos de estas diferentes instancias de indagación sobre un tema obtienen una visión más clara de qué es lo que se quiere averiguar y por qué lo hace de ese modo.

b) El análisis de las condiciones de las experiencias

A lo largo de la secuencia hemos propuesto diferentes momentos en los que se promueve el comentario y la discusión sobre las condiciones a considerar en la realización de las experiencias. La reiteración y el énfasis puesto en estos momentos responden a dos aspectos centrales en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Por una parte, la reflexión y la discusión sobre las condiciones de la experiencia ayuda a que los alumnos tengan claro cuáles son las cuestiones que se están tratando, sobre qué aspectos deben centrar su observación y qué significan los resultados que obtienen.

Por otra parte, la enseñanza de procedimientos, en este caso el diseño de situaciones experimentales, requiere la puesta en práctica de diferentes estrategias para que puedan ser aprendidos progresivamente por los alumnos.

Al poner en común y discutir los diferentes diseños de experiencias, hay que tener en cuenta que no es necesario que todos los diseños sean iguales. Lo que es importante en esta instancia es que los alumnos puedan fundamentar correctamente sus decisiones. Esto significa, por ejemplo, que puedan explicar de qué manera piensan que tal o cual procedimiento les aportará datos para responder a las preguntas iniciales, o cuáles son los datos que esperan obtener con ese procedimiento.

Luego de realizada la experiencia, y al analizar los resultados de los diferentes grupos, se podrá valorizar mejor cuáles diseños fueron más ajustados y cuáles menos.

Por otra parte, en el caso de que diferentes diseños hayan arrojado resultados similares, se podrá comenzar a introducir la idea de que no existe una única vía para resolver un problema, y que a veces es posible encontrar más de una solución.

La organización de la clase durante las actividades

A lo largo de la secuencia hemos propuesto diferentes modos de organización de la clase. En la mayoría de los casos se privilegia el trabajo en pequeños grupos. El pequeño grupo facilita la discusión para el diseño de las experiencias, permite que cada alumno exprese sus ideas, las confronte con las de sus compañeros, posibilita una buena visualización de lo que sucede durante la experiencia, posibilita la manipulación autónoma de los materiales.

En el caso de la actividad 2, en cambio, se propone que sea el docente quien realice la experiencia frente a todo el grupo. Esta alternativa fue elegida atendiendo a que se trata básicamente de enseñar a los alumnos un procedimiento que seguramente les resultará desconocido y que será utilizado por ellos en la actividad posterior. Sin embargo, para casos similares, podría pensarse en situaciones intermedias en las cuales los alumnos elaboren el diseño en pequeños grupos, y que luego el docente o un grupo de alumnos realice la experiencia y los demás observen. Otra posibilidad, como sucede en la experiencia 4 es que el docente presente o muestre un dispositivo, y que organice los pequeños grupos para trabajar sobre el mismo.

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

- el objetivo de la actividad,
- el tiempo disponible,

- el grado de autonomía de los alumnos para el trabajo grupal o para el manejo de instrumentos,
- los riesgos que implica la tarea (trabajo con fuego, con agua muy caliente, etc.).

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

Utilización de instrumentos para la observación

En esta secuencia, se plantea un avance en lo que hace a la observación, respecto de las secuencias anteriores. Compárese, por ejemplo, la diferencia que existe entre observar si un metal brilla más que otro, o si se puede doblar más fácilmente que otro, y determinar qué metales conducen mejor el calor utilizando el “método de las varillas y la vela”, o la de comparar la conducción de la electricidad, por parte de diferentes materiales, utilizando un circuito eléctrico. En estos dos casos decimos que la observación es más indirecta, ya que es necesario hacer una **inferencia** respecto de lo que está sucediendo para afirmar que la varilla conduce el calor o que el hilo no conduce la electricidad.

Es necesario discriminar entre aquello que es producto de la observación y aquello que es resultado de una inferencia a partir de los datos obtenidos. Esta diferencia es central y debería ser motivo de reflexión cuando se trabaja con los alumnos. En este caso, los alumnos deberían poder distinguir entre observar que la lámpara se enciende y la inferencia de que ese material con el que están trabajando es buen conductor de la.

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

Uno de los propósitos que hemos planteado para la enseñanza de las Ciencias Naturales, se refiere a que los alumnos “se aproximen a los modos de pensar que toman como referencia el conocimiento científico”.

La distinción entre una observación y una inferencia, o entre datos y conclusiones, es central en este camino de aproximación que proponemos.

Vale la pena señalar que, frente a una misma observación, las inferencias pueden ser diversas y, que en todo caso, la coincidencia en lo que se infiere, está basada en que todos disponen de la misma información para interpretar lo que se observa.

Y para terminar...

Mediante las actividades planteadas en las tres secuencias los alumnos habrán podido abordar el estudio de distintas propiedades de los metales. También, habrán adquirido diversos procedimientos para la comprobación de esas características.

Mediante estas propiedades y los procedimientos de identificación y medición, los alumnos están, ahora, en condiciones de comparar de una manera sistemática los metales con los otros materiales y manejar una noción operativa acerca de los metales (al tener un conocimiento más sistematizado, están en mejores condiciones de operar con él, para reconocer o para distinguir, frente a la noción intuitiva utilizada hasta ahora).

Es importante recordar que la caracterización de un material como metal corresponde a la posesión de un **conjunto** de propiedades. Como se ha visto, cada propiedad por separado no define el tipo de material ya que, analizadas de a una, pueden ser compartidas por otros materiales. Lo que caracteriza este tipo de material es que, en cierto grado, las poseen todas. Este hecho explica por qué ahora es posible realizar una comparación sistemática basada en una aproximación menos intuitiva y utilizando criterios específicos.

Una interesante actividad de cierre para las secuencias desarrolladas es, entonces, proponer la comparación entre metales y otros materiales basándose en las características estudiadas: brillo, maleabilidad, ductilidad y buena conducción del calor y de la electricidad.

Para realizarla se pueden aplicar a un conjunto de objetos (metálicos y no metálicos) las distintas pruebas utilizadas en cada caso. La diferenciación se hará sobre la base de un conjunto de resultados obtenidos para cada objeto: ¿posee brillo característico?, ¿es maleable?, ¿es dúctil?, ¿conduce bien el calor?, ¿conduce bien la electricidad?

Como ya fue señalado, es posible que los otros materiales respondan como los metales con relación a alguna propiedad, pero no a las otras.

Ahora, también es posible que, por no contar con experiencias realizables en el salón de clases o en un laboratorio escolar, pueda parecer a los alumnos que, con respecto a alguna característica, un material no metálico tenga un comportamiento similar a los metales. En ese caso la combinación de rasgos permitirá dilucidar la cuestión en general (¿es metal o no?) y el aporte de información por parte del maestro permitirá resolverla en particular con relación a ese rasgo (por ejemplo, ¿la madera es maleable o no lo es?).

Una actividad de este tipo parece muy adecuada para utilizar los criterios desarrollados con relación al diseño de experiencias y la elaboración de cuadros para el registro de datos.

ANEXO SECUENCIA II: La dureza de los metales

Información

En muchas ocasiones, cuando los científicos tienen que definir una propiedad de un material, lo que hacen es enunciar cómo se comportaría ese material si se lo somete a alguna prueba. Por ejemplo, se define DUREZA como la resistencia de un material a ser rayado. Esta resistencia depende de la naturaleza del material, ya que las fuerzas con que se unen los partículas son diferentes según de qué material se trate. Si se quiere decirlo de manera más concreta, se dice que un material es **más duro que otro** si lo puede rayar. Esta manera de definir “duro” puede crear algunos problemas ya que, en el lenguaje diario utilizamos el término “duro” con un sentido más amplio. En el lenguaje de la ciencia definimos “duro” como “más duro que” y lo comprobamos con la prueba del rayado. Seguramente, los alumnos utilicen “duro” para decir “más fuerte”, “que no se dobla”, “difícil de romper/cortar”. En estos casos se trata de aceptar que la palabra tiene un nuevo significado y que ese significado se aplica cuando se utiliza la palabra en un contexto de trabajo científico. Esto es, también, un aprendizaje importante: en ciencia utilizamos las palabras con unos significados especiales (aunque a veces estén relacionados con alguno de los usos del lenguaje cotidiano) porque el lenguaje científico tiene que ser un lenguaje especial, más preciso. También, con el tiempo se verá que algunos de los probables significados de “duro” deben cambiarse. Por ejemplo, si los alumnos piensan que las cosas duras “no se doblan” verán que muchos metales son duros y “doblables” o en un sentido más amplio, se puede decir que los diferentes metales pueden ser duros o blandos pero siempre son deformables.

Sabemos que los metales son bastante más duros que muchos otros materiales. Pero no todos los metales son igualmente duros ni todos son **tan** duros. Para clasificar el grado de dureza de los metales, la industria utiliza diferentes escalas que surgen de aplicar pruebas de dureza por diferentes métodos. Uno de estos, es el método Brinell (muy usado en metalurgia). También es frecuente medir la dureza de los materiales por medio de la llamada escala Mohs, que permite agruparlos por su dureza en:

- metales blandos: se rayan con la uña (ejemplo: plomo),
- metales duros: se rayan con punta de acero (ejemplo: cobre),
- metales muy duros: se rayan con punta de diamante (ejemplo: acero).

Los metales duros pueden rayar a los blandos pero no a la inversa. Por ejemplo, con un clavo de acero podemos rayar a una barra de cobre y no al revés porque las fuerzas entre las partículas de un clavo de acero son mucho más fuertes que las de las partículas de una barra de cobre y esto es lo que determina el grado de dureza. Utilizando la escala Mohs podemos clasificar distintos metales de acuerdo con su grado de dureza.

También es posible ordenar un serie de metales según su dureza. En un extremo estaría aquel metal que raya a los demás y no es rayado por ninguno y en el otro, aquel metal que sea rayado por todos y no raye a ninguno.

A continuación presentamos una tabla comparativa con los valores en orden creciente de dureza de los metales trabajados en la secuencia II, según la escala Mohs y según el método de Brinell.

	Escala Mohs	Dureza H B (método de Brinell)
Plomo	1,5	4
Estaño	1,8	5
Aluminio	2	20
Cobre	3	35
Cinc	2,5	35
Hierro	4,5	70

Actividades y orientaciones

Actividad. Se proponen una serie de procedimientos para determinar la dureza de un material.

La actividad que propondremos se refiere a la propiedad de los materiales denominada “dureza”. En este caso se debe recordar que, desde el punto de vista de la fisico-química, “duro” no se opone a “blando” en el sentido cotidiano, sino que es una propiedad asociada a un procedimiento: “puede rayar a” “es rayado por”. El trabajo alrededor de esta noción incluirá, entonces, la diferenciación entre el uso habitual del término y su uso científico.

En el primer momento de la actividad se ofrece a los alumnos información acerca de cómo se determina la dureza de un material. A partir de esta información se experimentará con una colección de materiales que incluye diferentes metales y otros materiales (vidrio, madera, cerámicos, goma, plásticos). La experiencia consiste en probar entre los diferentes materiales para ver “cuál raya a cuál” o “cuál es rayado por cuál”.

Es necesario organizar la experiencia para comparar los diferentes materiales y es recomendable que se confeccione un cuadro. Además de cumplir la función de organizar los datos surgidos de la experiencia, será útil para orientar la tarea de los alumnos. En ese sentido, el cuadro ofrece un procedimiento para verificar si se realizaron todas las pruebas necesarias.

Es rayado por:	MADERA	ACERO	CERÁMICO	VIDRIO	PLOMO	COBRE
Raya a:						
MADERA						
ACERO						
CERÁMICO						
VIDRIO						
PLOMO						
COBRE	---	---	---	---		---

Es necesario acordar algunas condiciones para la realización e interpretación de la prueba:

- Habrá que discutir el procedimiento de probar un material por vez con todos los demás.
- Habrá que determinar cuándo se considera que un material es rayado por otro (por ejemplo que se perciba a través del tacto que un material dejó una leve hendidura en el otro).
- Es necesario tener algún control sobre la fuerza que se hace sobre los materiales que se están probando (en este caso hay que ejercer la mayor presión posible).
- Se deben tomar las precauciones necesarias. Por ejemplo, rayar “hacia afuera” con relación a la persona que realiza la experiencia, cuidar que los compañeros mantengan una distancia adecuada, etcétera.

A medida que realicen la experiencia, los alumnos irán volcando sus resultados en el cuadro.

Al finalizar, se discutirán las conclusiones. Entre ellas vale la pena destacar qué ocurre cuando se trata de rayar un metal con otro igual.

Por otra parte se podrá comparar este cuadro con el resultante de la actividad 6 para diferenciar la dureza de otras características de los metales. Las siguientes preguntas pueden ser útiles para esta tarea:

- Los materiales que son más duros, ¿son aquellos que no se pueden doblar?
- Que un material sea maleable ¿implica que no es duro?

Mediante esta actividad los alumnos han tenido la oportunidad de aprender que:

- No todos los materiales son igualmente duros.
- Ningún material se raya a sí mismo.
- Los metales presentan mucha variedad en cuanto al grado de dureza (desde los muy blandos hasta los muy duros).

Anexo de información para el docente

- **LOS METALES.**

Adaptación del capítulo Nº 31 del libro “Química General Moderna” de Babor, J.A. y Ibarz, J., Ed. Mir.

- **METALOGRAFÍA.**

Adaptación del capítulo Nº 1 del libro “Metalografía” de Guliaev, A.P., Ed. Mir.

- **PROPIEDADES DE LOS METALES Y SUS USOS.¹⁰**

Extraído del libro “Química. Elementos- moléculas- vida”, Plaza & Janes Editores, 1985.

¹⁰ En la versión impresa original de este documento se incluyó sobre este tema un apartado de H. Baum y colaboradores, *Química. Elementos – moléculas – vida*, Plaza & Janes Editores, 1985. Se sugiere la consulta de esta obra, en particular acerca de las características de: “Cobre, plata y oro”, “Cinc, cadmio y mercurio” y “Del silicio al plomo”. Para obtener copia papel de este texto puede consultar a la Dirección de Currícula, especificando el título de este documento de trabajo.

LOS METALES

El término "metal" ha sido utilizado desde los tiempos más remotos para designar sustancias que presentaban características especiales, tales como un brillo peculiar conocido como **brillo metálico** y ciertas propiedades mecánicas de resistencia a la deformación y a la rotura que permitían trabajarlos para darles forma adecuada y fabricar con ellos armas y utensilios diversos. El uso de metales de distinta naturaleza, ha ido diferenciando las civilizaciones primitivas.

Al conocimiento de estas primeras cualidades metálicas se agregó después la conductividad del calor y, más tarde, la de la electricidad; y puede decirse que estas dos últimas propiedades son las características físicas más importantes de la condición metálica de un material que, incluso, puede no mostrar aquellas cualidades mecánicas. Así, por ejemplo, tanto el mercurio, que es líquido a temperatura ambiente, como otros muchos metales llamados alcalinos y alcalinos terreos (sodio, potasio, calcio, etc.) presentan escasísima resistencia a cualquier fuerza exterior deformante, pero conducen tanto el calor como la electricidad.

Los metales han de poseer, además, propiedades especiales comunes de carácter químico y, en este aspecto, la primera división química de los elementos fue en **metales** y **no metales**, no solo por estas cualidades físicas, sino por su especial comportamiento frente a los restantes elementos químicos.

Propiedades físicas de los metales

Las propiedades físicas más importantes de los metales son las del tipo general consideradas en cualquier sustancia, tales como la densidad, puntos de fusión, puntos de ebullición, etc., y las de tipo mecánico, de gran interés técnico, que expresan la resistencia ofrecida por el metal a las distintas clases de esfuerzos a que puede estar sometido.

Las propiedades mecánicas más importantes son las correspondientes a los esfuerzos de tracción, torsión, dureza, etc. Las tensiones aplicadas a un material provocan su deformación. La deformación puede ser elástica -que desaparece una vez que se quita la tensión- y plástica, que se conserva después de eliminar aquella.

El metal, y en general, cualquier producto metálico (aleación), experimenta primero una deformación elástica, la cual desaparece al suprimir el esfuerzo, después una deformación plástica o permanente y finalmente se rompe. La relación entre la tensión aplicada desde afuera y la deformación que produce en un metal determinado, caracteriza las propiedades mecánicas de dicho metal, y la posibilidad de empleo para distintas finalidades.

La deformación plástica de un metal que puede ser estirado en alambres, se denomina **ductilidad**, y la plasticidad correspondiente a ser laminado o martillado en chapas delgadas, recibe el nombre de **maleabilidad**. Los metales más maleables, en orden decreciente, son: oro, plata, cobre, estaño, platino, plomo, cinc y hierro.

La ductilidad y la maleabilidad son propiedades características de los metales y se deben al hecho de que los desplazamientos de las partículas que los componen, no afectan a las fuerzas de atracción que los mantiene unidos. Hay otros tipos de materiales en los que las deformaciones producidas por tensiones provocan rupturas. Son los llamados materiales frágiles.

Muy pocos metales se emplean en estado puro. Con excepción del cobre que encuentra extensa aplicación técnica en estado purísimo; del aluminio obtenido y empleado en estado técnicamente puro; y casi también del hierro utilizado muchas veces en estado relativamente puro (hierro dulce), los demás metales se emplean en forma de mezclas más o menos complejas que reciben el nombre de aleaciones. Una aleación es el producto metálico que resulta al solidificar una disolución líquida de dos o más metales o, en el caso del acero, con un no metal como el carbono.

METALOGRAFÍA

La metalografía estudia la estructura y las propiedades de los metales y aleaciones y establece la relación que existe entre su composición, estructura y propiedades.

La metalurgia es el estudio de la extracción de los metales a partir de sus minas, así como la preparación de aleaciones, tratamiento térmico y mecánico de metales, etc.

La metalurgia de cada metal (la del hierro recibe el nombre de Siderurgia) constituye un problema particular cuya resolución depende de las propiedades químicas del metal y de la naturaleza de las minas que se dispone para ser obtenido. El problema es en parte químico y en parte físico.

Al comenzar a estudiar los metales hay que ante todo que responder a la pregunta ¿qué es un metal?

Si bien en la Química la definición apela a la estructura interna que compone a este grupo determinado de elementos, en la técnica se entiende por metal a toda sustancia que posea "brillo metálico," propio en mayor o menor medida de todos los metales, y plasticidad. Por este indicio es fácil distinguir los metales de otros materiales como por ejemplo, la madera, las piedras, el vidrio o la porcelana.

"Los metales son cuerpos con brillo que se pueden forjar". Esta definición de los metales dada por Lomonosov hace mas de 200 años, aún no ha perdido su valor científico. Estas propiedades las tienen no solo los elementos puros como el aluminio, el cobre, el hierro, etc., sino también sustancias más complejas en cuya composición pueden existir varios metales diferentes, frecuentemente con impurezas de no metales: las aleaciones metálicas.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía para el docente

- Asimov, I. (1983). "La búsqueda de los elementos". Plaza & Janes editores.
- Babor, J.A. y Ibarz, J. (1962). "Química General Moderna". Ed. Marín.
- Baum, H. y col. (1985). "Química. Elementos- moléculas- vida". Plaza & Janes Editores.
- Guliaev, A.P. (1983). "Metalografía". Ed. Mir.
- Milone, J.O. (1989). "Merceología IV". Ed. Estrada.
- Rolando, A. Pascual, R. (1990). "Físico Química". Ed. A.Z.
- Sánchez Montañés, E. (1988). "Orfebrería precolombina y colonial oro y plata para los dioses ". Ed. Anaya - Biblioteca Iberoamericana.

Bibliografía consultada

- Garritz, A. Chamizo, J.A. (1994). "Química". Ed. Addison Wesley.
- Partington, J.R. (1951). "Química general e inorgánica". Ed. Dossat, Madrid.
- Slabaugh, W., Parsons, T. (1976) "Química General". Ed. Limusa, México.
- Información aportada por el ingeniero metalúrgico Pablo Bilmes.
- Driver, R., (1988). "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias". En: *Enseñanza de las ciencias* Vol 6/2. Barcelona.
- Fourez G. (1994). "La construcción del conocimiento científico". Narcea, S.A. De Ediciones, Madrid.
- Fumagalli, L., (1993). *El desafío de enseñar Ciencias Naturales*. Ed. Troquel. Buenos Aires.
- Gil Pérez, D. (1994). "Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico". En: *Investigación en la escuela* N°23.
- Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M.V. (1993). "Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias experimentales". En: *Enseñanza de las ciencias* 11 (1).
- Weissmann, H. comp, (1993). *Didáctica de las Ciencias Naturales. Aportes y reflexiones*, Ed. Paidós, Buenos Aires.

PALABRAS FINALES (Véase Textos que enmarcan...)