

Presidente de la Nación

Dr. Néstor Kirchner

Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología

Lic. Daniel Filmus

Secretario de Educación

Lic. Juan Carlos Tedesco

Subsecretaria de Equidad y Calidad Educativa

Lic. Alejandra Birgin

**Directora Nacional
de Gestión Curricular y Formación Docente**

Lic. Laura Pitman

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación
Química. Materiales agua y suelo. Docentes, Cuadernos para el aula. - 1a ed. - Buenos Aires:
Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, 2007.
48 p.: il. ; 22 x 17 cm

ISBN 978-950-00-0670-5

1. Formación Docente . 2. Química. I. Título
CDD 371.1

QUÍMICA

Materiales, agua y suelo

ÚLTIMO AÑO PRIMARIA/
INICIO SECUNDARIA

SERIE CUADERNOS
PARA EL AULA
DOCENTES

nap

NÚCLEOS
DE APRENDIZAJES
PRIORITARIOS



MINISTERIO *de*
EDUCACIÓN
CIENCIA *y* TECNOLOGÍA
PRESIDENCIA *de la* NACIÓN

Subsecretaría de Equidad y Calidad Educativa

Área de producción pedagógica *Cuadernos para el aula*

Coordinación general

Adela Coria

Equipo pedagógico

Rosa Rottemberg

Analía Segal

Equipo de elaboración de contenidos

Autoría

Edy Machado

Supervisión de contenidos y lectura crítica

Marta Bulwik, Área de Ciencias Naturales de la Dirección Nacional de Gestión Curricular y Formación Docente

Área de producción editorial

Coordinación de Publicaciones

Raquel Franco

Brenda Rubinstein, *Asistencia de coordinación*

Silvina Chauvin, *Edición*

Juan Pablo Luppi, *Corrección*

Carolina Mikalef, Alejandro Luna, *Dirección de arte*

Diego Valiña, *Coordinación gráfica*

Santiago Goría, *Diagramación*

Presentación

Hoy renovamos nuestro encuentro con las escuelas, maestros y profesores a través de estos materiales, como una de las formas en que se expresa el esfuerzo que estamos realizando desde las políticas públicas por contribuir a revertir las desigualdades a lo largo y a lo ancho de nuestro territorio. Son múltiples los pasos que hemos dado por crear mejores condiciones escolares para todos. Pero sabemos que todavía niñas, niños y jóvenes son parte de una realidad donde la pobreza y la exclusión social muestran de manera desgarradora la enorme deuda que tenemos con ellos y con su futuro.

Las brechas sociales se manifiestan también en la fragmentación de nuestro sistema educativo, en la desigualdad de trayectorias y aprendizajes, y en las dificultades que enfrentan los docentes al momento de enseñar.

En las circunstancias más difíciles, las escuelas se sostuvieron como uno de los lugares en los que se continuó albergando un sentido de lo público, resguardando y produciendo las condiciones para que pudiéramos volver a pensar en la posibilidad de un todos. Maestros y profesores redoblan sus esfuerzos, persisten en la búsqueda de alternativas, y todos los días ponen en juego su saber en la construcción de renovadas prácticas.

Al resumir desde el Estado la responsabilidad de acompañar el trabajo cotidiano de los docentes, buscamos recrear los canales de diálogo y de aprendizaje, afianzar los espacios públicos y garantizar las condiciones para pensar colectivamente nuestra realidad y, de este modo, contribuir a transformarla.

En este caso particular, se trata de materiales para el momento de pasaje y de nexo entre los distintos niveles educativos, que resulta clave en la experiencia de escolarización de los alumnos y en la tarea docente, y reclama todo el apoyo y acompañamiento que desde el Estado podamos ofrecerle. Abordar el problema de la ausencia de experiencias de escolarización comunes pasa a ser un tema crucial cuando pensamos en la finalización de la escolaridad primaria y en el inicio de la escuela secundaria.

Creemos que es preciso fortalecer nuestra escuela, rescatar el lugar inicial que tiene la tarea docente en la distribución social del conocimiento y en la recreación de nuestra cultura y renovar nuestros modos de construir la igualdad, restituyendo el lugar de lo común y de lo compartido, y albergando a su vez la diversidad de historias, recorridos y experiencias que nos constituyen.

Transitamos una época de incertidumbre, de cuestionamientos y frustraciones. No nos alcanza con lo que tenemos ni con lo que sabemos. Pero tenemos y sabemos mucho, y estamos vislumbrando con mayor nitidez un horizonte alentador.

Como educadores, nos toca la inquietante tarea de acompañar en una nueva etapa a nuestros alumnos y poner a disposición de todos y de cada uno de ellos nuestras mejores herramientas de indagación, de pensamiento y de creación. En el encuentro que se produce entre estudiantes y docentes reside la posibilidad de la transmisión, con todo lo que ello trae de renovación, de nuevos interrogantes, de replanteos y de oportunidades para cambiar el mundo en el que vivimos.

Lo prioritario hoy es recuperar y consolidar la enseñanza como oportunidad de construir otro futuro. Frente a ese desafío y el de construir una sociedad más justa, las escuelas tienen encomendada una labor fundamental: transmitir a las nuevas generaciones los saberes y experiencias que constituyen nuestro patrimonio cultural. Educar es un modo de invitar a los niños y a los jóvenes a protagonizar la historia y a imaginar mundos cada vez mejores.

La escuela puede contribuir a unir lo que está roto, a vincular los fragmentos, a tender puentes entre el pasado y el futuro. Estas son tareas que involucran de lleno a los docentes en tanto trabajadores de la cultura. La escuela también es un espacio para la participación y la integración; un ámbito privilegiado para la ampliación de las posibilidades de desarrollo social y cultural del conjunto de la ciudadanía.

Cada día, una multitud de chicos y chicas ocupa nuestras aulas. Cada día, las familias argentinas nos entregan a sus hijos, porque apuestan a lo que podemos darles, porque confían en ellos y en nosotros. Y la escuela les abre sus puertas. Y de este modo no solo alberga a niños y jóvenes con sus búsquedas, necesidades y preguntas, sino también a las familias que, de formas heterogéneas, diversas, muchas veces incompletas y también atravesadas por dolores y renovadas esperanzas, vuelven una y otra vez a depositar en la escuela sus anhelos y expectativas. Nuestros son el desafío y la responsabilidad de recibir a los nuevos, ofreciéndoles lo que tenemos y, al mismo tiempo, confiando en que ellos emprenderán la construcción de algo distinto, algo que nosotros quizá no imaginamos todavía.

En la medida en que nuestras aulas sean espacios donde podamos someter a revisión y crítica la sociedad que nos rodea, y garantizar el derecho de todos los niños, niñas, jóvenes y adultos de acceder a los saberes que resultan imprescindibles para participar en ella, podremos hacer de la educación una estrategia para transformarla.

La sanción de la Ley de Educación Nacional inscribe en el plano legal ese sentido de apuesta por un futuro más justo, y plasma en sus principios y decisiones fundamentales un fuerte compromiso de los Estados nacional y provinciales por construir ese horizonte de igualdad al que aspiramos como ciudadanos. La definición de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios forma así parte del intenso programa de trabajo propuesto por la nueva Ley y de una política educativa que, en la firme perspectiva de un mediano plazo, busca garantizar una base común de saberes para todos los niños y jóvenes del país. Detrás de esta decisión existe una selección deliberada de conocimientos fundada en apreciaciones acerca de cuáles son las herramientas conceptuales que mejor condensan aquello que consideramos valioso transmitir en la escuela. También, una intención de colocar la enseñanza en el centro de la deliberación pública sobre el futuro que deseamos y el proyecto social de país que buscamos.

Es nuestro objetivo hacer de este conjunto de saberes y del trabajo en torno a ellos una oportunidad para construir espacios de diálogo entre los diversos actores preocupados por la educación, espacios que abran la posibilidad de desarrollar un lenguaje y un pensamiento colectivos; que incorporen la experiencia y los deseos de nuestros maestros y profesores, y que enfrenten el desafío de restituir al debate pedagógico su carácter público y político.

Para dialogar con los Cuadernos para el aula

La serie *Cuadernos para el aula* tiene como propósito central aportar al diálogo sobre los procesos pedagógicos que maestros y maestras, profesores y profesoras sostienen cotidianamente en las escuelas del país, en el trabajo colectivo de construcción de un suelo compartido y de apuesta para que niños, jóvenes y adultos puedan apropiarse de saberes valiosos para comprender, dar sentido, interrogar y desenvolverse en el mundo que habitamos.

Quienes hacemos los *Cuadernos para el aula* pensamos en compartir, a través de ellos, algunos “hilos” para fortalecer propuestas para la enseñanza a partir de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Así, estos libros buscan tramar algunos saberes priorizados en múltiples itinerarios de trabajo, dejando puntas y espacios siempre abiertos a nuevos trazados, buscando sumar voces e instancias de diálogo con variadas experiencias pedagógicas. No nos mueve la idea de hacer propuestas inéditas, de “decir por primera vez”. Por el contrario, nos mueve la idea de compartir algunos caminos, secuencias o recursos posibles; sumar reflexiones sobre algunas condiciones y contextos específicos de trabajo; poner a conversar invenciones de otros; abrir escenas con múltiples actores, actividades, imágenes y lecturas posibles.

Con ese propósito, el Ministerio Nacional acerca esta serie que progresivamente se va completando y renovando. En esta oportunidad, damos continuidad a la colección presentando una nueva propuesta para el último año de la escuela primaria o la etapa inicial de la escolaridad secundaria, según cómo se haya organizado cada provincia de nuestro país. Se trata, en cualquier caso, de acompañar a chicos y chicas en un tiempo desafiante de pasaje, cierre y apertura, un hito en el largo camino formativo que supone la escolaridad obligatoria. Necesitamos pensar cómo inscribir nuestras propuestas de enseñanza en el marco de una escuela que se interroga sobre sus formas habituales de producir encuentro con las más diversas producciones culturales. Una escuela en la que niños y jóvenes sientan que tiene sentido permanecer, que provoca exigentes desafíos intelectuales, que convoca al conocimiento y la expresión de los afectos, certezas y temores. Desde las propuestas que ofrecemos, buscamos construir un lugar para los chicos, reconocerlos en problemáticas que desaten novedosos intereses, modos de pensar, productividad e imaginación, siempre también desde el nuestro, como un lugar que se inquieta por ayudar a renovar su deseo de aprender.

La propuesta que hoy presentamos incluye producciones para diferentes ejes de los campos de conocimientos priorizados en la primera etapa de definición de los NAP: Matemática, Lengua, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Se trata de un esfuerzo por abrir temáticas y tratamientos metodológicos que creemos sugerentes caminos para contribuir a crear en las aulas ámbitos de problematización y diálogos renovados con el conocimiento.

En todos los casos, incluimos reflexiones que traman los aspectos específicos de las disciplinas escolares con reflexiones sobre temas pedagógico-didácticos que constituyen también renovadas preocupaciones sobre la enseñanza. Hemos construido una propuesta que articula diversas producciones. Para cada campo de conocimiento, incluye como materiales de trabajo un libro y una Antología con textos de interés para alumnos; un Cuaderno para docentes que está ahora en sus manos y, en varios casos, la selección de producciones cinematográficas u otras formas de representación que podrán ser incorporadas a distintos itinerarios de trabajo.

Sabemos que el espacio de relativa privacidad del aula es un lugar donde resuenan palabras que no siempre pueden escribirse, que resisten todo plan: espacio abierto al diálogo, muchas veces espontáneo, otras ritualizado, donde se condensan novedades y rutinas, silencios y gestos, lugar agitado por preguntas o respuestas impensadas o poco esperadas; lugar conocido y enigmático a la vez, lugar de la prisa. En esos vaivenes de la práctica, paradójicamente tan reiterativa como poco previsible, se trazan las aristas que definen nuestra compleja identidad docente. Una identidad siempre cambiante –aunque imperceptiblemente– y siempre marcada por historias institucionales del sistema educativo y sociocultural más general; una identidad que nos hace ser parte de un colectivo docente, de un proyecto pedagógico, generacional y ético-político.

Desde los *Cuadernos para el aula*, como seguramente podrá ocurrir desde muchas otras instancias, nos proponemos poner en foco las prácticas desplegadas cada día. En ese sentido, esperamos puedan dialogar con preguntas que nos hacemos habitualmente como docentes, preocupados por habilitar el espacio escolar a experiencias de valor para la vida de niños y jóvenes, experiencias que en particular les permitan situarse de modos cada vez más críticos en relación con el conocimiento del mundo en que viven. Las múltiples configuraciones que puede adoptar la clase en función de nuestras propuestas didácticas construidas para la ocasión están desafiadas a incluir las inquietudes, experiencias y saberes sociales de nuestros chicos y jóvenes, muchos de ellos altamente novedosos para nuestra mirada adulta. A veces, nos llevarán a esperar y entender su silencio, otras, a preguntarnos sobre su indiferencia, a ser tolerantes al mismo tiempo que a asumir una posición activa que busca alternativas capaces de convocarlos, de provocarlos, al deseo de aprender, de saber, de conocer.

Queremos acercarnos a ese espacio de las prácticas con una idea importante. Las propuestas de los *Cuadernos para el aula* dialogan a veces con lo obvio, que por conocido resulta menos explorado. Pero al mismo tiempo parten de la idea de que no hay saberes pedagógico-didácticos generales o específicos que sean universales y por tanto todos merecen repensarse en relación con cada contexto singular, con cada historia de maestro o profesor y de hacer escuela.

Este hacer escuela nos reúne en un tiempo en el que subsisten profundas desigualdades. Nuestra apuesta es aportar a superarlas en algún modesto sentido, con conciencia de que hay problemas que rebasan la escuela, y sobre los cuales no podemos incidir exclusivamente desde el trabajo pedagógico. Nuestra apuesta es contribuir a situarnos como docentes y situar a niños y jóvenes en el lugar de ejercicio del derecho al saber.

Desde ese lugar hablamos en relación con lo prioritario hoy en nuestras escuelas y aulas; desde ese lugar y clave de lectura, invitamos a recorrer estos Cuadernos. Sabemos que es en el ámbito escolar y en cada aula donde se ponen en juego novedosas búsquedas, y también las más probadas respuestas, aunque las reconozcamos tentativas. Hay siempre un texto no escrito sobre cada práctica: es el texto de la historia por escribir de los docentes de cada escuela.

Esta serie precisamente pretende ser una provocación a la escritura. Una escritura que lea y recree, una escritura que discuta, una escritura que dialogue sobre la enseñanza, una escritura que seguirá agregando páginas a estos Cuadernos.

El equipo de *Cuadernos para el aula*

Índice

09 Decisiones

10 ¿Cómo está organizado el material?

- 11 La estructura del libro
- 12 La propuesta
- 13 Aplicaciones químicas a la vida cotidiana
- 14 Propuestas de lectura
- 18 La mirada interdisciplinaria
- 19 Un método científico no tan “metódico”
- 19 La elaboración de hipótesis y el reconocimiento de saberes previos
- 22 La Química y los problemas ambientales
- 23 Para trabajar en el aula
- 23 Trabajar con la Introducción
- 24 Trabajar con el capítulo 1
- 25 Las actividades experimentales
- 26 El trabajo con modelos
- 28 Representaciones y consenso
- 28 Espacio de experiencias
- 29 Trabajar con el capítulo 2
- 29 Propiedades en las que interviene la luz
- 30 Propiedades dependientes de la estructura
- 30 Los conceptos elementales para pensar los materiales
- 32 Los experimentos, ¿motivan, estimulan, divierten o enseñan?
- 33 Reacciones químicas versus procesos físicos
- 34 Experimento N° 1: Lluvia artificial
- 34 Experimento N° 2: Medidas de la acidez
- 35 Experimento N° 3: ¿Hubo reacción química?
- 36 Otras propiedades de la materia: densidad, acidez, elasticidad, adhesividad, cohesión
- 36 Experimento N° 4: Medidas de densidad
- 36 Experimento N° 5: Indicadores-respiración
- 36 Experimento N° 6: ¿Pegamentos con leche?
- 37 Experimento N° 7: ¿Qué mantiene unida la materia?
- 38 Textos “diferentes” para acercar a los estudiantes
- 40 Diseño de unidades didácticas con enfoque CTS

44 Bibliografía

Decisiones

¿Cómo está organizado este material?

La propuesta que ofrecemos en este libro está orientada a promover la creatividad en la enseñanza de la Química y la curiosidad de nuestros alumnos.

Los conocimientos sobre Química nos ayudan a comprender mejor a la naturaleza. Nuestra propuesta es aceptar el desafío, dejarse fascinar, comprometerse y buscar un contexto para la enseñanza, dentro del eje “Los materiales y sus cambios”.

Con el propósito de promover la discusión y la reflexión ponemos a disposición de los docentes un material didáctico que creemos ayudará a analizar las prácticas cotidianas en el aula y facilitará la construcción de renovadas maneras de enseñar Química, aun cuando trabajemos con estrategias en alguna medida conocidas. En las adecuaciones que los docentes produzcan sobre esta propuesta, seguramente tendrán relevancia las características de cada región, las particularidades de los contextos escolares en que desplegamos nuestro trabajo.

El abordaje de la vida cotidiana como eje central en la enseñanza de la Química permite organizarla en función de proponer explicaciones de los fenómenos que suceden a nuestro alrededor, sin perder de vista el contexto histórico, social y geográfico en que esas explicaciones fueron generadas. Para ello podemos conectar la ciencia escolar con los fenómenos que suceden en la cotidianidad planteándonos como objetivo prioritario la alfabetización científica. Creemos que la enseñanza de la Química en perspectiva de recuperar su lugar en la vida cotidiana puede cumplir plenamente este objetivo logrando:

- ayudar a reconocer la necesidad de conservar el medio natural y la salud;
- adquirir conocimientos sobre aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana;
- aprender a disfrutar haciendo ciencia;
- desarrollar actitudes científicas como la curiosidad, la creatividad, el espíritu crítico, la honestidad y la perseverancia, entre otras.

Esta propuesta incluye experimentos y reflexiones acerca de su elaboración y sus resultados, buscando que nuestros alumnos alcancen un sentido crítico acorde con su edad, que les permita distinguir aquellas preguntas que admiten explicación científica.

Los científicos en general y los químicos, en particular, aprenden sobre el mundo por medio de un complejo juego entre la teoría y la empiria, con preguntas que suelen desafiar el sentido común. Siempre con hipótesis de trabajo, avanzan en la observación sistemática de algunos experimentos, desarrollan modelos conceptuales del mundo que explican sus resultados y les permiten predecir los resultados de otros experimentos posibles y similares que se encuentran relacionados con nuestro entorno más próximo.

La estructura del libro

A continuación, describiremos la estructura del libro para el alumno explicando brevemente sus partes y los contenidos que en ellas se desarrollan.

- **Introducción.** Esta sección se propone despertar el interés y la curiosidad de los estudiantes en relación con la observación y análisis de fenómenos químicos asociados con su entorno y su cotidianidad. Se plantea cómo la Química permite ofrecer explicaciones sobre diversos aspectos del mundo que nos rodea y entender las transformaciones y los cambios de la materia, predecirlos y anticipar sus consecuencias. Los temas que se abordan se relacionan con los materiales con que están hechos los objetos de uso cotidiano, y la relación de la Química con la medicina, la higiene y la conservación de los alimentos.

- **Capítulo 1, El agua en el planeta Tierra.** El agua es el compuesto más abundante en la naturaleza y es esencial para el desarrollo de la vida. Por lo tanto, se le dedica un capítulo completo en este libro. Los principales contenidos que se tratan en este apartado son la composición y las propiedades del agua, el uso que la sociedad hace de ella y el problema de la contaminación. Como propuestas de trabajo experimental se plantean la comprobación del contenido de agua en tejidos animales, la acción disolvente del agua y un bioensayo para comprobar si una muestra de agua está contaminada.

- **Capítulo 2, El suelo.** El suelo es una de las zonas del planeta más ampliamente conocida y utilizada por las personas. Entre otros temas que se desarrollan en este capítulo, se le da particular relevancia a la formación del suelo, un lento proceso que lleva miles de años. Se han elegido ejemplos diversos para ilustrar y explicar la composición química y las características del suelo y de algunos de los materiales, como rocas y minerales, que pueden extraerse de él. Además, se plantea la creciente preocupación de la sociedad por la preservación del suelo y las propuestas para un uso sustentable de este recurso y la relación de esta problemática con los conocimientos químicos. Las propuestas de trabajo experimental son la observación de los componentes del suelo, la determinación de la acidez, la fabricación de estalactitas y la observación de la presencia de dióxido de carbono en las cáscaras de huevo.

La propuesta

Aplicaciones químicas a la vida cotidiana

En el itinerario propuesto en la introducción del libro para los alumnos se ofrece una serie de situaciones cotidianas en las que se menciona el impacto de las aplicaciones químicas en nuestra vida, reconociendo que este no siempre ha sido todo lo positivo que se esperaba. Este planteo está hecho a manera de estímulo y de contextualización, en un esfuerzo por ampliar la curiosidad espontánea de los chicos y por ofrecer información. Se busca así “despegar”, inicialmente, la enseñanza y el aprendizaje de la Química del saber abstracto, aunque este sea necesario al avanzar en los conocimientos de área.

Para facilitar el proceso de enseñanza en el contexto de la vida cotidiana, el uso de revistas de actualidad puede servir de base y motivación en la búsqueda de conexiones entre el mundo de los medios de comunicación y la ciencia, que es uno de los modos de promover una vinculación entre escuela y sociedad, en una perspectiva crítica, de interrogación, de contrastación.

¿Cuáles son los saberes que ponemos en juego a través de la búsqueda de explicaciones a los fenómenos cotidianos? Los conocimientos que nuestros alumnos han construido a partir de su experiencia social y también de su paso por los niveles anteriores de escolarización. Nuestra tarea es partir de los modos en que los chicos comprenden el mundo, de sus saberes cotidianos, para ponerlos en duda, recuperarlos y reorientarlos, abrir nuevas referencias, contrastar, ampliar esos saberes.

Los conocimientos construidos socialmente surgen de la observación detenida de la naturaleza que nos rodea, del contexto inmediato y de la descripción detenida de aquello que se observa. Es en ese marco en que se construyen también explicaciones más o menos espontáneas de los fenómenos.

Hay dichos populares que hacen expresa referencia a la calidad de los materiales, a sus propiedades físicas que se derivan de las estructuras químicas y también, no menos importantes, a aspectos éticos y sociales. Los dichos populares encierran saberes profundos y, en general, surgen de la observación sistemática y minuciosa del entorno, sin la intencionalidad científica pero escudriñando el entorno en busca de cambios característicos. Entrar en esos dichos puede ser un primer paso para ayudar a los chicos a conectarse con las actividades de la ciencia.

¿Cuántos dichos populares pueden ser interesantes contextos para analizar, por ejemplo, algunas características de los materiales?

Presentamos un ejercicio para relacionar los saberes sociales y algunos conocimientos del área de Química en la escuela.

Dichos populares	¿A qué aspectos de los materiales se refieren?
<i>Firme como rulo de estatua.</i>	Estado sólido – Dureza – Forma – Aspecto
<i>Livianito como boleadora de marlo.</i>	Peso – Estructura – Uso – Peso específico – Densidad
<i>Ordinario como diente de madera.</i>	Aspecto de los materiales – Usos apropiados – Características estéticas
<i>Agrio como cucharada de vinagre.</i>	Sabor – Estado de agregación – Acidez
<i>Amargo como punta de pepino.</i>	Sabor – Sustancias que dan sabor a los frutos

¿Cuánto de observación de la naturaleza, del entorno y del análisis de sus propiedades particulares condensan estos dichos populares? Los saberes sociales encierran una gran riqueza. Sin embargo, no se trata de tomarlos como hechos científicos sino como el contexto de la observación a partir del que surge la relación con los hechos que pretendemos enseñar a analizar en perspectiva científica.

Puertas de entrada como esta pueden ayudar a producir cierto extrañamiento respecto de lo familiar, y nos instan a *observar, describir, comparar, clasificar, teorizar, discutir, argumentar, diseñar experimentos, utilizar procedimientos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, escribir, leer* y, por tanto, hablar sobre la ciencia, hacer ciencia, aprender ciencia. Nos invitan a tomar el contexto como el campo en el cual los conceptos desempeñan su rol.

“Firme como rulo de estatua” ¿Qué características materiales tienen las estatuas como para que los rulos queden *firmes*? ¿Qué significa *firme*? ¿Con qué propiedad del material está asociada esa *firmeza*? ¿Cuál es la denominación científica de esa propiedad? ¿Qué características tienen los otros rulos, los que no son de estatua? ¿Cómo podemos explicar estas características de los materiales?

Las preguntas se continúan en la medida que los alumnos las generen. En la producción de estos saberes, se ponen en juego dos procedimientos científicos que son la **descripción** y la **explicación**, basados en observaciones pormenorizadas de la naturaleza o del entorno, aquellas que han llevado a la generalización en el dicho popular.

Así como hay saberes sobre el mundo que nos rodea que se condensan en dichos populares y que involucran conocimientos químicos, también hay procesos y productos de la ciencia y la tecnología que impactan, se introducen, permean la vida de hombres y mujeres en nuestras sociedades. La importante cantidad y variedad de transformaciones políticas, sociales y económicas condicionaron y también determinaron el desarrollo científico y tecnológico de fines del siglo pasado cambiando nuestra mirada de prácticamente todo aquello que nos rodea y, evidentemente, del marco de valores que tenemos para asumir esos cambios, muchos de los cuales nos han alcanzado intempestivamente en las últimas décadas.

Propuestas de lectura

A continuación, les ofrecemos algunos artículos de divulgación que tratan temas de actualidad en relación con el uso de distintos materiales. Estos pueden servir como disparadores para el trabajo en la clase, motivando el debate y el análisis crítico, antes de comenzar a desarrollar algunos de los temas propuestos en el libro del alumno.

Conocer los nuevos materiales

La fundación Material Connexion se dedica a documentar y difundir nuevos materiales entre arquitectos y artistas. E incorpora 50 nuevos materiales cada dos meses.

Adrián Lebendiker*

"Todas las ideas tienen una solución material". Tal es el lema de la fundación neoyorquina Material Connexion, dedicada desde hace poco menos de una década a clasificar, documentar y difundir entre diseñadores, arquitectos y artistas el uso de materiales nuevos y tradicionales. Esta fundación logró en poco tiempo construir una singular librería de materiales con 4.500 registros, la incorporación de 50 materiales nuevos por bimestre y sedes en las ciudades de Nueva York, Colonia, Milán y Bangkok.

La propuesta es tan simple como efectiva: por medio de un sencillo fichaje, los materiales son catalogados de manera tal que sus propiedades y usos más importantes puedan ser aprehendidos a simple vista, y con ello disparar en la mente de los diseñadores nuevas posibilidades para el desarrollo de productos. De esta manera, grandes personalidades del mundo del diseño como Frank Gehry, o empresas como Nike y Motorola, han sido parte de proyectos y desarrollos motorizados por MC.

¿A qué se debe esta fuerte atención y correlativa demanda acerca de las propiedades de los materiales por parte de diseñadores y empresas? Durante todo el siglo XX las investigaciones en nuevos materiales han experimentado un desarrollo exponencial. Las ciencias e ingeniería de los materiales llevan más de cinco décadas de sistemáticas investigaciones cuyos resultados han dado los más diversos productos que acompañan en mayor o menor medida nuestra vida cotidiana.

Los polímeros, naturales y sintéticos, por ejemplo, son la estructura de muchos de los alimentos que ingerimos diariamente y de los envoltorios que los cubren y protegen. Desde multicasas que sirven para contener por meses líquidos esterilizados o pasteurizados, hasta los más diversos textiles, pasando por infinitos productos de la vida moderna que amueblan, decoran y funcionan en nuestros hogares y trabajos, estos materiales vulgarmente conocidos como plásticos, nos siguen sorprendiendo día a día. Así es como en la actualidad ya existen algunos de ellos que son capaces de transmitir la electricidad y emitir luz.

Design Innovation, por ejemplo, es una empresa italiana que utiliza la metodología biónica para sus investigaciones y el desarrollo de sus proyectos. La biónica estudia las estructuras biológicas probadas por milenios en la naturaleza, para establecer "concepts" que devendrán en nuevos e innovadores productos. La rigidez del caparazón del erizo de mar, los pliegues de una hoja de palmera, la elasticidad que sugiere la piel de una mujer embarazada pueden ser fuentes de conocimiento fundamental para el desarrollo de nuevos materiales y productos. La naturaleza, por cierto, suele ser sumamente eficiente a la hora de minimizar el uso de materiales, generar estructuras funcionales y ahorrar energía.

**Diseñador gráfico y director del Centro Metropolitano de Diseño.*

Fuente: diario Clarín, 10 julio de 2007 (adaptación).

Tejedores de sueños

En el vestíbulo de las oficinas centrales de Natick pude ver un modelo de tamaño natural del Guerrero del futuro 2025, que tiene todo lo que el ejército desea para vestir al soldado en combate hacia finales del primer cuarto de siglo XXI. Entre otras maravillas, el traje incorporará un equipo de comunicaciones, monitoreará la condición física de quien lo use, indicará a los comandantes la posición de cada soldado, será capaz de percibir la luz del entorno y ajustar en consecuencia los patrones de camuflaje, y protegerá contra balas, radiación y agentes químicos y biológicos.

"Algún día tendremos robots, pero por ahora el soldado es la pieza más importante en el campo de batalla –opina Tom Tassinari, científico de Natick–. Protegerlo es una de nuestras misiones centrales, y no me refiero

solo de las balas, sino del clima, del fuego, de los rayos láser, de agentes biológicos y químicos y de la radiación”.

En Natick, los científicos también experimentan con un traje instantáneo. “Es una quimera”, admite Carol Winterhalter, experta en textiles. Para fabricar el traje, sugiere Winterhalter, se necesitaría una máquina (que ya existe) que escanearía el cuerpo con rayos láser y calibraría sus dimensiones. Las cabezas lectoras de los rayos láser se combinarían con una boquilla que rociaría, hasta cubrir los contornos del cuerpo, una fibra de polímero para crear al instante un uniforme. “En lugar de hacer una fibra, hilarla, convertirla en tela, cortarla y coserla para fabricar ropa, se pasaría de la fibra a la prenda, sin ninguno de los pasos intermedios”, concluye.

Fuente: National Geographic en español, enero de 2003 (fragmento adaptado).

Biomateriales, una contribución al futuro de la medicina

Dentro de la revolución de los nuevos materiales se abre un horizonte inmenso para la innovación en el área de la medicina. Desde prótesis hasta pequeños dispositivos que liberan medicamentos en el organismo, las posibilidades parecen infinitas.

La necesidad de materiales que sean compatibles con el organismo humano –que no generen rechazo– y que tengan resistencia mecánica es lo que impulsó el desarrollo de biomateriales.

“El desarrollo de nuevos materiales resulta imperativo ya que no existe un material sintético simple que cumpla con estas propiedades. Y en efecto, la cantidad de nuevos materiales propuestos en este campo no deja de sorprender”, explicó el Dr. Roberto Arce, docente e investigador de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) durante su exposición en el café científico “Nuevos Materiales: su influencia en la vida cotidiana”.

Los biomateriales forman parte de lo que podemos llamar revolución de los nuevos materiales, que tuvo sus orígenes a mediados del siglo XX. En muchos casos, intentan copiar los materiales biológicos y los procesos que estos llevan a cabo por lo que se los califica como “biomiméticos”.

Arce presentó algunas de las investigaciones y desarrollos de punta en polímeros –un tipo de material sintético que es derivado del petróleo– y sus aplicaciones en la medicina.

Este es el caso, por ejemplo, de polímeros que sirven como andamiaje para el crecimiento de células de la piel y luego pueden ser absorbidos por el organismo. Otros polímeros, que son conductores de la electricidad, permiten el crecimiento de células nerviosas, algo que parecía impensable.

Uno de los factores fundamentales que impulsó la creación de nuevos materiales es el desarrollo de la nanociencia, que tiene por objetivo el estudio y control de la materia a escala nanométrica. Un nanómetro es equiva-

lente a la millonésima parte de un milímetro, algo tan pequeño que es difícil de imaginar. Los conocimientos generados por la nanociencia son aplicados por la nanotecnología para diseñar y fabricar dispositivos manipulando la materia a escala de moléculas y átomos.

En los últimos años, la Argentina ha ido incrementando su participación en el escenario del auge de los materiales. “Algunos de los denominados nuevos materiales comienzan a ser demandados por la industria para diversas aplicaciones. Sin embargo, los trabajos de punta están ligados más que nada al interés académico, sobre todo en la Argentina. De a poco alguno de estos materiales está pasando a la etapa de producción, por ahora solo en los países del primer mundo”, concluyó.

Fuente: www.conicet.gov.ar/NOTICIAS/portal/noticia.php?n=1522&t=4, agosto de 2007 (fragmento adaptado).

La mirada interdisciplinaria

En el ámbito de la Química, la mirada interdisciplinaria del saber posibilita el cuestionamiento y la reflexión rigurosa acerca de cómo se construye, se enseña y se aprende el conocimiento científico escolar en los diferentes contextos históricos, geográficos, políticos y sociales. Los fenómenos cotidianos, situados en un espacio y tiempo definidos, permiten construir esa mirada interdisciplinaria y explicar los procesos químicos ubicados en un contexto. El tratamiento que se le puede dar a la Química en el contexto escolar parte de considerar que los fenómenos químicos que se observan en la cotidianidad pueden servir no solo para introducir o motivar sino para plantear situaciones problemáticas. La definición y resolución de esas situaciones requerirá acudir a referentes conceptuales que se inscriben en perspectivas teóricas y permitirán realizar derivaciones de estas a la vida diaria.

En el capítulo introductorio del libro del alumno, las actividades intentan facilitar la observación del entorno y sus fenómenos, su *descripción*, la *comparación* con otros estados del mismo fenómeno o con otros entornos, la *explicación* de algunas características del entorno, la *clasificación* de sus particularidades o de sus fenómenos.

Ayudar a los alumnos a comprender cómo se hace y se aprende Química supone abrir itinerarios de trabajo que alienten la búsqueda informada y riguro-

⁸ Se puede consultar la obra de María Marta García Negroni (coord.), *El arte de escribir bien en español. Manual de corrección de estilo*, Buenos Aires, Santiago Arcos Editor, 2004.

sa de estrategias para desarrollar el pensamiento reflexivo, crear condiciones para desplegar experiencias de encuentro con el mundo con preguntas siempre abiertas, como ocurre en la ciencia, desde una lógica referida al contexto y aprendiendo también, a través de él, a modelizarlo e interpretarlo. Ayudar a “concebir el mundo científicamente” es preguntarnos *por qué* y *cómo* de una manera sistemática, sondeando el entorno y, más allá, es atender a la curiosidad con rigor y creatividad, es interrogar a la naturaleza, en su especial trama con el mundo cultural.

Las preguntas que caben para vincular los fenómenos a sus contextos encierran el cuestionamiento a la naturaleza, su observación y la curiosidad que despierta el conocimiento de las explicaciones que subyacen a los fenómenos que observamos.

Un método científico no tan “metódico”

Preguntarnos acerca de la ciencia, en general, y de la Química en particular, nos permitirá marcar el rumbo de nuestro desarrollo. Las definiciones, en general, aclaran y delimitan campos y aspectos del conocimiento. No obstante, esto también significa que siempre quedan conos de sombra a donde esa claridad no llega. Las definiciones establecidas por convenciones y consensos reflejan una porción de la realidad que está modelizada por la ciencia pero que no es la verdad.

Ciencia, en un sentido amplio, se refiere a un sistema de conocimiento con el que se intenta un modelo de la realidad. En un sentido más estricto, la ciencia se refiere a un sistema de generación de conocimiento basado en el “método científico”, así como a un cuerpo organizado de conocimientos logrado a través de investigaciones en las que se puso en práctica tal método. Este no consiste en un conjunto de “pasos” estructurados y rígidos, sino que es una serie secuencial de etapas que involucran procedimientos cognitivos y lingüísticos que nos permiten, entre muchas otras cosas, predecir ciertos acontecimientos con algún margen de precisión.

La elaboración de hipótesis y el reconocimiento de saberes previos

La provisionalidad es un rasgo característico de la producción científica. También lo son las marchas y contramarchas: los científicos *hipotetizan*, *estiman*, *calculan*, *predicen* y, la mayoría de las veces, *experimentan*. Pero, sobre todo, se basan en sus conocimientos previos del mundo. La intuición en los procesos de descubrimiento juega también un papel crucial. Del mismo modo que la teoría, como espacio de pensamiento en el que se inscriben las hipótesis.

Reconocer en los procesos científicos la complejidad de los procesos de pensamiento es pensar y enseñar el “método científico” de una manera desestructurada, sin banalizarlo, ayudando a nuestros estudiantes a conocer en qué se fundamentan sus hipótesis.

Los conocimientos y aplicaciones en Química han variado en la historia y estos cambios no han sido lineales; sin embargo, muchas veces se la enseña como si así fuese. Como docentes, debemos fijarnos como objetivo llevar la Química al aula de modo tal que permita explicar fenómenos cotidianos, asociados a la realidad de los alumnos y complementarlo con fenómenos “modelo” especialmente seleccionados como ejemplos, pero siempre buscando facilitar la comprensión de los estudiantes y fomentando su curiosidad y su creatividad.

Las aplicaciones químicas tienen gran impacto en la sociedad. Sería deseable encontrar las oportunidades para trabajar con las implicancias éticas de estas aplicaciones en la escuela. Para ello, es fundamental que la enseñanza de la Química ofrezca herramientas que les permitan a los chicos y las chicas apropiarse de criterios personales para valorarlas y analizarlas.

¿Cuáles fueron las preguntas que se plantearon los científicos para llegar al concepto que estamos enseñando? ¿Cuáles fueron las necesidades sociales, científicas, políticas o históricas que condujeron a la producción de los conceptos que se presentan en clase? Preguntas de esta naturaleza dan más espacio a la comprensión de los contextos y condiciones de producción de conocimiento y pueden ayudar a inscribir en marcos de sentido la observación, la experimentación y los procesos de producción de conocimiento por parte de los estudiantes.

Así, el análisis de las circunstancias sociales, políticas y/o tecnológicas en el momento de la producción de los conocimientos que estamos enseñando nos permite dar el contexto que puede facilitarles a los alumnos una comprensión más acabada de los conceptos y/o procedimientos. De esta manera es posible entender que la ciencia es una construcción social, cambiante, flexible y consensuada.

En el contexto cotidiano, al preguntarnos de qué están hechos los objetos que nos rodean y cuáles son las características que distinguen a los materiales y por qué se comportan de determinada manera, surge la necesidad de apropiarnos de nuevos conceptos y relaciones que faciliten la comprensión de las observaciones que motivan nuestras preguntas. Esos nuevos conceptos pueden ser útiles para responder nuestras preguntas de manera satisfactoria y muchas veces entran en contradicción con ciertos presupuestos, generan conflicto y, en esa medida, pueden abrirse camino a nuevas búsquedas, generar inquietud, provocar. Por ejemplo, ¿por qué el concepto de átomo ha de resultar necesario, inteligible, plausible y útil a un niño de 11 o 12 años? Planteado fuera de contexto, el átomo como modelo conceptual puede no resultar interesante y quizás lo aprenda de manera rutinaria y memorística. Sin embargo, si se plantea la necesidad de comprender el modelo de átomo para analizar un

fenómeno de la realidad cotidiana, la apropiación de esta nueva información puede ser requerida por los mismos alumnos; será su curiosidad la que los mueva a buscarla.

Veamos un ejemplo acerca de cómo despertar esa curiosidad.

El “asesino silencioso”

Cada año, durante los días de frío más intenso, las noticias nos traen amargos datos de muerte de personas por intoxicación con monóxido de carbono.

¿Qué es el monóxido de carbono? ¿Es un gas? ¿Si es como el de la cocina, por qué las personas no se dan cuenta por el olor?

En los medios periodísticos suele decir: “murieron por asfixia” ¿Por qué alguien puede asfixiarse con un gas?

¿Por qué le dicen “el asesino silencioso” al monóxido de carbono?

El oxígeno es un gas... ¿cuál es la diferencia con el monóxido de carbono?

En este contexto, puede abordarse el concepto de átomo. Esta tormenta de preguntas genera la inquietud que mueve a la indagación. Con la orientación del docente, pueden responderse las preguntas, adquiriendo conocimientos de forma sistemática, significativa y no memorística.

Una molécula de monóxido de carbono tiene, como su nombre lo indica, un átomo de oxígeno y uno de carbono. A temperatura ambiente, el monóxido de carbono es un gas que no tiene olor. Su peso, estructura y la “forma” de la molécula son muy similares al oxígeno que nos sirve para respirar. Los átomos de la molécula de oxígeno se combinan con una molécula presente en la sangre y así llegan a los tejidos, donde se los necesita para el metabolismo. Pero si está presente el monóxido de carbono, las moléculas presentes en la sangre (hemoglobina) lo confunden con oxígeno, se combinan con el monóxido de carbono y ya no pueden unirse al oxígeno. Así, no es oxígeno lo que llega a los tejidos a través de la sangre y la persona muere asfixiada. Son sus tejidos los que no respiran.

Esta sería una cuestión central: cómo inscribir el marco teórico de los saberes científicos en la perspectiva que valore el contexto cultural actual en que se producen, la incertidumbre en las búsquedas, la marca de los contextos como lugar de interrogación y que brinden pistas para interpretar el mundo natural con modelos teóricos que ayuden a hacerlo más inteligible.

Quizás sea este el punto de partida para comprender el sentido que tiene nuestra actividad docente cuando reflexionamos sobre nuestras pretensiones, intenciones, convicciones y fundamentaciones.

Tratamos de que los estudiantes de último grado de la escuela primaria o primero de la secundaria se apropien de conocimientos de Química que tengan sentido para sí mismos y para comprender el complejo mundo de las relaciones humanas en las que se desenvuelven a diario.

Así, en las actividades de aula creemos imprescindible potenciar el diálogo, las inquietudes y el respeto por los puntos de vista diferentes frente a temas complejos que no se pueden evadir porque tienen un impacto en la sociedad que nos afecta directamente.

La Química y los problemas ambientales

Como dijimos, la manera de otorgarle sentido al aprendizaje de la Química es ubicarla en un contexto que sea pertinente a los desafíos intelectuales de los estudiantes y que les genere conflicto con las ideas corrientes. Un contexto que los obligue a preguntarse acerca de sus propias ideas y otros modos de explicar los fenómenos.

Buscamos promover el interés por la Química a través del estudio del ambiente, que plantea problemáticas de gran actualidad como desafíos humanos.

En la propuesta que desarrollamos en el material para los alumnos queremos situarnos en la relación del eje temático “Los materiales y sus cambios” con conceptos de contaminación ambiental. Se tomaron ejemplos de una extensa lista de problemas ambientales vinculados con la Química, tratando algunos desde la perspectiva histórica, procurando aclarar la etimología de los términos científicos empleados y ofreciendo este contexto para intentar que nuestra propuesta didáctica satisfaga la curiosidad de nuestros chicos, los ubique histórica, geográfica y socialmente, los comprometa con el entorno y el conocimiento les resulte necesario, inteligible, plausible y útil.

Pretendemos y esperamos lograr que este material sirva como una preparación de los estudiantes para vivir en el mundo actual y futuro, dándoles la posibilidad de:

- Comprender y explicar las ideas más sobresalientes de la ciencia, los procedimientos de la investigación científica, apropiándose en la medida de lo posible, para poder desenvolverse satisfactoriamente frente a las cuestiones científicas y tecnológicas.
- Tener una postura crítica frente a las decisiones humanas en las aplicaciones de la ciencia y la tecnología en nuestro entorno a través de la adquisición de criterios para valorar la información a la que tenemos acceso.

Para trabajar en el aula

Trabajar con la Introducción

La actividad de la página 11 del libro del alumno tiene como propósito didáctico que los estudiantes ubiquen las aplicaciones de los conocimientos químicos en el contexto de la vida cotidiana. No solo aquellos que tuvieron o tienen un impacto positivo en el desarrollo de la vida cotidiana sino también aquellos que produjeron impactos negativos en la sociedad. Nuestra tarea será ayudar a pensar esos problemas y a reconocer las tentativas de solución que diferentes actores sociales pueden haber propuesto para resolver los conflictos.

En la página 14, la actividad orienta a los estudiantes hacia la búsqueda de información acerca de los materiales y su evolución.

Diversas investigaciones indican que, en la percepción social, la Química aborda temas relacionados con líquidos y gases; existe también la creencia que los compuestos químicos son tóxicos y contaminan. Difícilmente se vincula las aplicaciones de los conocimientos químicos al diseño de materiales (en estado sólido, líquido o gaseoso) que facilitan las actividades cotidianas como, por ejemplo, los útiles escolares o la indumentaria, entre otros. El propósito de esta actividad es ampliar el espectro de información de nuestros alumnos acerca de los diferentes campos de aplicación de los conocimientos químicos y cómo impactan estos en la vida de las personas.

La actividad de la página 15 del libro del alumno es propicia para ser trabajada en relación con contenidos de Biología. Para los ciudadanos, la salud constituye uno de los ámbitos que más interés suscita. Todos confiamos en la investigación científica en ese campo con el anhelo de que se desarrollen nuevas herramientas terapéuticas y preventivas de las enfermedades.

El análisis del impacto que tienen los conocimientos químicos sobre la salud, el diseño de vacunas, los anestésicos, los biomateriales para trasplantes, implantes y reparaciones de órganos; el diseño de nuevos medicamentos o nuevas formas de administración (pastillas, inyecciones, aerosoles, etc.) entre otros temas, constituyen una forma posible de abordar la problemática.

En los medios masivos de comunicación existe una gran cantidad de información disponible sobre las investigaciones y las aplicaciones químicas en el ámbito de la salud. Su lectura crítica y el posterior debate acerca de las diferentes posibilidades de acceso a los avances de la ciencia en el ámbito de la salud son actividades que se orientan al logro de la alfabetización científica de los estudiantes.

El apartado “Para profundizar el análisis” de este primer capítulo propone una serie de actividades de búsqueda de información, de investigación y desarrollo

del espíritu crítico de los estudiantes, seleccionando un amplio espectro de aplicaciones científicas, haciendo notar que:

- no siempre condujeron a resultados exitosos;
- los campos de aplicación son muy diversos;
- algunos descubrimientos modificaron muy positivamente nuestras vidas y otros produjeron efectos sociales, culturales y para la vida misma, devastadores.

En la actividad “Comunicar para tomar conciencia”, la idea es que los chicos y las chicas busquen información acerca de problemas ambientales como la lluvia ácida; las tragedias por derrames mercuriales, de petróleo, ácidos o amoníaco; el accidente de Seveso (y la producción de dioxinas), entre otros. En esta actividad se espera que los estudiantes desarrollen su capacidad de comunicación, su creatividad y, además, que elaboren propuestas acerca de medidas para prevenir futuros accidentes similares. De esta manera, se busca la vinculación entre ciencia, tecnología y sociedad.

Trabajar con el capítulo 1

La gran cantidad de campos de aplicación de la Química constituye un desafío y agrega ciertos condicionamientos al proceso de enseñanza y de aprendizaje. Uno de los desafíos es el que surge de la abundancia de información, de la proliferación de noticias y de la necesidad de adquirir criterios para valorar la información recibida.

La ejercitación en la descripción de los fenómenos contribuye a reconocer detalles que a veces pueden pasar desapercibidos por los alumnos y que, en muchos casos, puede generarles la necesidad de adquirir un vocabulario específico para la descripción del fenómeno que está siendo observado.

En ocasiones tendemos a describir y justificar los fenómenos simultáneamente, lo que suele generar dificultades, sin que alcance a identificarse el conflicto que genera la confusión entre ambos procedimientos.

Veamos los siguientes ejemplos:

“Una gota de aceite en un vaso con agua flota.” Es la descripción.

“Porque el aceite es menos denso.” Es la justificación.

En las actividades propuestas a los chicos a través de experiencias con el agua hacemos hincapié en las observaciones detalladas, orientándolos a que hagan preguntas que los conduzcan a elaborar hipótesis que puedan ser comprobadas mediante la experimentación. Con estas actividades, los estudiantes podrán ampliar su lenguaje, agudizar su percepción de los cambios y enfrentarse a aquellas ideas que pueden predecir el comportamiento de los materiales.

Uno de los propósitos de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela es buscar la expansión del mundo a través del aprendizaje sobre lo que nos rodea, preguntando qué está pasando, tratando de comprenderlo, formular algunas respuestas y, sobre todo, elaborando preguntas que sirvan para tratar de comprender el mundo material en el que vivimos. Que la curiosidad motive, que los modelos y las teorías vayan de la mano de los experimentos, y que los alumnos puedan adquirir conocimientos de Química, explorando, descubriendo, compartiendo. Pero también adquiriendo criterios para analizar la información que los experimentos ofrecen, de manera que sirvan para gestionar el conocimiento ante una oferta de noticias e información que es cada vez más abundante. La contrastación de la información con otras de diferentes fuentes, el análisis de las fuentes, la consulta con expertos o la bibliografía pertinente que respalda la información son formas de contribuir a esa adquisición de criterios. Se trata de ayudar a los estudiantes a investigar aprendiendo lo que la información ofrece con una velocidad cada vez mayor.

La indagación en torno a un tema tan familiar como es el agua permite sondear las ideas previas de los chicos y las chicas, ponerlas de manifiesto, contrastarlas con la información ofrecida y brindar la posibilidad de someterla a consideración. En ese proceso se genera la “necesidad” de revisar las ideas propias.

Las actividades y experimentos con agua serán una oportunidad para abordar el análisis acerca del papel relevante de los medios de comunicación.

Las actividades experimentales

Antes de desarrollar el experimento de la página 19 (“Comprobación del contenido de agua en los tejidos animales”), les solicitaremos a los estudiantes que elaboren hipótesis acerca del contenido de agua que ellos creen que pueden tener los tejidos animales que trajeron a la clase. Esas hipótesis pueden estar basadas en conocimientos previos, en creencias o en observaciones que los inducen a ellas.

El objetivo del experimento será comprobar las hipótesis planteadas por los chicos mediante el desarrollo de la actividad, haciendo hincapié en:

- los procedimientos cognitivo-lingüísticos vinculados con la experiencia;
- las palabras de uso específico para la denominación de los fenómenos involucrados en la experiencia (*pesada*, *deshidratación*, *calcinación*, entre otras).

Se trata de una actividad de investigación y de experimentación que puede plantearse en el contexto de la vida cotidiana utilizando materiales biológicos accesibles (carnes, hueso, etc.). Durante el proceso se contrastan hipótesis, se diseñan experiencias, se determinan valores experimentales, se realizan cálculos y se elabora un informe organizado.

El reconocimiento de la sustancia agua en un contexto real supone también una comprensión experimental de la Química.

Podemos abordar los problemas mediante experiencias interpretativas y actividades experimentales que impulsen a los alumnos a investigar, partiendo de preguntas y de la búsqueda de respuestas que los lleven a la elaboración de modelos.

¿Cómo diseñar una experiencia que permita corroborar una hipótesis?

Recortar una figura (una flor, un pez, un pájaro, etc.) en papel celofán y colocarla sobre la palma de la mano.

¿Qué se observa? Describir en detalle el fenómeno observado. (La figura se dobla sobre sí misma, moviéndose.)

Elaborar hipótesis que permitan explicar las razones por las que se observan tales comportamientos de la figura.

Las siguientes son algunas hipótesis que pueden surgir:

- 1) "se debe al calor de la mano",
- 2) "se debe a las cargas eléctricas de la mano",
- 3) "se debe a la humedad de la mano".

Diseñar uno o varios experimentos que permitan corroborar o rechazar las hipótesis planteadas.

- Para el caso 1) se tratará de colocar la figura cerca de una fuente de calor (una lámpara, el sol, etc.);

- para el caso 2) algunos pensarán en frotar una regla de plástico y acercarla a la figura, viendo cómo se comporta;

- para el caso 3) acercarán la figura a una fuente de humedad (un algodón humedecido, un papel de filtro húmedo, etc.) y observarán el comportamiento de la figura.

Realizar los ensayos o las experiencias propuestas.

A través de un esquema, informar los resultados obtenidos.

También se podría investigar qué es el celofán, de qué está formado y buscar las razones por las que se comporta de esa manera.

El trabajo con modelos

Una de las principales dificultades en la enseñanza de la Química está en el uso de modelos. Muchas veces, los docentes utilizamos el mismo símbolo (por ejemplo, esferas) para representar especies químicas diferentes (un átomo, una molécula o un ión) con un código distinto cada vez. Como expertos comprendemos la significación del esquema en cada caso, sin embargo, es probable que los estudiantes no asimilen enteramente estos cambios de códigos.

Los docentes usamos permanentemente descripciones expresadas mediante lenguaje verbal y visual con explicaciones que las interpretan en un nivel simbólico. Para ello utilizamos el *lenguaje gráfico* (esquemas de partículas, ejes cartesia-

nos, etc.); otro tipo de lenguaje es el que podríamos denominar *formal* (aquel que utiliza fórmulas matemáticas o químicas). Los lenguajes están caracterizados por utilizar códigos y formatos sintácticos convencionales y consensuados.

Es importante estimular a los alumnos para que se expresen también mediante otros tipos de lenguaje, además del verbal. Veamos algunos ejemplos:

- Los estudiantes suelen otorgar propiedades macroscópicas a las partículas de nivel atómico o molecular. Para superar esta tendencia es importante estimular a los chicos a expresar sus representaciones mentales en diferentes tipos de lenguajes simbólicos, recreando consensos en cuanto a los códigos a utilizar.
- Los alumnos suelen memorizar aprendizajes en compartimientos estancos, caracterizados por lenguajes independientes y excluyentes. Podemos superar esta tendencia estimulando la toma de conciencia acerca de la naturaleza macroscópica de las experiencias químicas y sus múltiples interpretaciones y explicaciones a nivel simbólico, que pueden expresarse mediante una amplia variedad de lenguajes con códigos particulares.

En la clase de Química, la comunicación entre el docente y el alumno encuentra una serie de dificultades. Una de ellas puede estar asociada a la distancia que se produce entre el *lenguaje cotidiano* y el *lenguaje científico*, ya que la apropiación del lenguaje científico es un proceso gradual, contextualizado y que debería surgir en el aula como una necesidad. El discurso científico es una información que, muchas veces, utiliza múltiples lenguajes con códigos compartidos por los docentes del área, pero cuya explicitación generalmente se omite durante las explicaciones dadas en clase.

Cuando un docente escribe una ecuación, un gráfico o una fórmula, estos símbolos tienen sentido para él y para otros colegas. En cambio, para el estudiante, esas expresiones pueden no tener el mismo significado; o bien, pueden darle otra significación desde su “buen saber y entender”, desde su sentido común o desde su conocimiento cotidiano.

Otra de las dificultades es la gran diferencia entre las distintas representaciones que construyen los alumnos acerca del mundo natural y las que tienen los docentes sobre los mismos temas.

Para los chicos, aprender consistirá en llegar a compartir los mismos o muy próximos significados que el docente. Lo que sabemos y queremos enseñar debe hacerse explícito mediante expresiones que utilicen distintos lenguajes, consensuando códigos y favoreciendo la articulación entre esos formatos sintácticos.

Para que el estudiante se apropie de la información, convirtiéndola en conocimiento científico, deberán establecerse vínculos entre los conceptos ya existentes y la nueva información. Cuanto mayor sea el número de vinculaciones establecidas, tanto más significativo será el aprendizaje. Según Vigotsky (1993), “[...] los conceptos no están en la mente como guisantes derramados en un saco.

No están uno junto al otro ni uno encima del otro sin conexión ni relación alguna. Sin la existencia de relaciones determinadas con otros conceptos sería imposible la existencia de cada concepto aislado”.

Representaciones y consenso

Las representaciones que los docentes usamos son establecidas en el seno de la comunidad científica. Sería necesario que en la enseñanza se acordaran representaciones, como una actividad propia de la ciencia. Así, los estudiantes podrían proponer códigos y luego reflexionar sobre su pertinencia. La utilización de distintos lenguajes para mostrar representaciones alternativas del mismo concepto o fenómeno podría ayudar a los chicos a integrar y otorgar movilidad a sus aprendizajes.

Bruner (1988) también examina la influencia que tienen los tipos de representación en la educación. Los clasifica según otros parámetros y concluye que incluso las personas que han accedido a la etapa de representación simbólica se valen de la representación activa o concreta para representar su entorno cada vez que van a aprender algo. En consecuencia, Bruner aconseja a los educadores que utilicen las representaciones concretas cada vez que van a enseñar algo nuevo. Para este investigador, lo más importante en la enseñanza de conceptos básicos es que se ayude a los niños a pasar de un pensamiento concreto a un estadio de representación conceptual y simbólico de manera progresiva, de modo que la nueva información que se propone se adecue al desarrollo de su pensamiento.

Espacio de experiencias

En el libro del alumno se ofrece un conjunto de experimentos sencillos en el sentido de que no requieren equipamientos costosos ni complicados para llevarlos a cabo. Están diseñados para que los estudiantes los realicen, bajo la orientación del docente, quien intentará instarlos a elaborar hipótesis o conjeturas, prediciendo qué pasará en cada caso, antes de llevarlos a cabo. No se trata de “adivinar”, sino de basarse en conocimientos previos para predecir, si es posible, los resultados de la experimentación.

En la actividad “Gas disuelto en agua” (página 23 del libro del alumno), una pregunta que contextualice la experiencia sería: *¿Qué gas respiran los peces?* Esto puede dar lugar a que se incremente la curiosidad por conocer el resultado del experimento y, más aún, de comprender tal resultado, vinculándolo con la vida acuática.

En todos los experimentos de este apartado, las observaciones previas y las posteriores dan lugar a explicaciones sencillas desde el punto de vista químico. Estas explicaciones pueden hacerse extensivas a casos similares de la vida coti-

diana. Si bien los experimentos fueron seleccionados con la intención de motivar, indagar propiedades y comprobar hipótesis específicas, las explicaciones a las que se arriban pueden extenderse a otras situaciones similares, integrando el conocimiento con otras áreas relacionadas.

También puede resultar interesante escuchar las sugerencias de los estudiantes cuando proponen variaciones de los experimentos para comprobar diferentes hipótesis, para corroborar los resultados obtenidos, contrastarlos con otros o, por qué no, identificar la o las fuentes de errores que se presentaron en el desarrollo de su experimento.

Todos estos son procedimientos inherentes a la actividad científica que orientan a los chicos hacia el descubrimiento, el desarrollo del espíritu crítico y la reflexión frente a las evidencias experimentales.

Trabajar con el capítulo 2

La introducción del estudio del suelo, de las rocas y los minerales acerca a los estudiantes a un contexto muy familiar del que podrán aprender, investigando y observando el entorno.

No es difícil reconocer minerales y rocas. No es necesario que aprendamos a identificarlos de manera precisa, con métodos instrumentales, pero sí podemos usarlos como herramientas para la enseñanza y para el aprendizaje de descripciones de propiedades observables a simple vista.

La primera observación que se realiza es la descripción de las propiedades físicas, que están determinadas por la estructura y composición de las rocas o de los minerales.

Propiedades en las que interviene la luz

Color, brillo, transparencia son propiedades de los materiales que podemos valorar solo con la observación detenida y detallada. No necesitamos ninguna medición adicional y provee una valiosa información para la identificación.

Color. El color lo da la reflexión de las longitudes de onda de luz blanca que no absorbió el mineral. Un mineral será incoloro cuando deja pasar todas las longitudes de onda, negro, cuando las absorbe todas.

En la coloración intervienen muchos factores, como la composición química y la estructura cristalina, entre otros.

Brillo. Depende de la cantidad de luz reflejada y de la calidad de la superficie. Se pueden diferenciar: brillo metálico, no metálico, vítreo, perlado, mate, etc. Es una buena estrategia para la apropiación de lenguaje específico.

Transparencia. Un material será transparente cuando al mirar un objeto a través de él, se ven sus contornos bien delimitados (cuarzo transparente, común-

mente denominado “cristal de roca”). El material es *traslúcido* cuando deja pasar la luz, pero no permite ver nítidamente el objeto.

Propiedades dependientes de la estructura

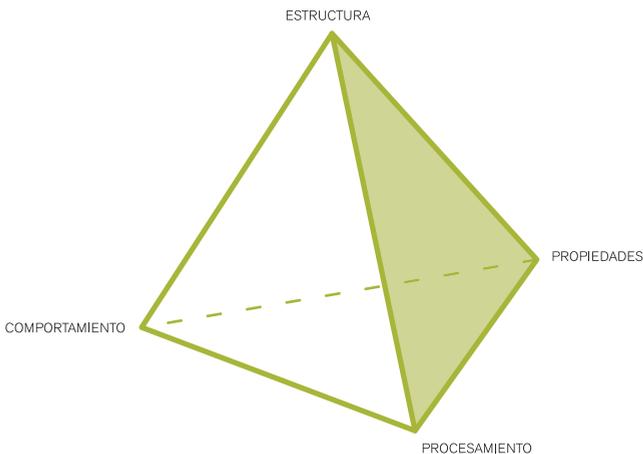
Dureza: Es la resistencia que opone la superficie de un material a ser rayado. A pesar de que puede variar de ciertos límites y direcciones, es una propiedad importante y una herramienta didáctica útil para desarrollar la observación sistemática, la elaboración de hipótesis y una rápida experimentación. Se la puede determinar de dos maneras: absoluta y relativa. La dureza absoluta se mide por medio de aparatos especiales llamados *esclerómetros*. Por razones de rapidez y a los fines didácticos, se toma la dureza relativa, es decir, se relaciona la dureza del material problema con una serie de materiales de dureza conocida.

Hay una serie de minerales cuyas durezas constituyen la escala conocida como *escala de dureza de Mohs* y está compuesta por diez minerales. Por razones de practicidad se los puede agrupar en:

- Muy blandos. Se rayan con la uña (dureza 1 y 2)
- Blandos: se rayan fácilmente con un vidrio o cortapluma (3 y 4)
- Semiduros: se rayan con la punta de una lima (5 y 6)
- Duros y muy duros: rayan el vidrio y el acero (7, 8, 9 y 10)

Con materiales muy sencillos pueden realizarse observaciones, descripciones y clasificaciones sistematizadas que ayudarán a los estudiantes en la tarea de organizar la información, colaborando con la utilización de un lenguaje apropiado.

Los conceptos elementales para pensar los materiales



Este esquema vincula los principales conceptos a partir de los cuales es posible analizar los materiales: conociendo la estructura del material, pueden deducirse sus *propiedades*, lo que determinará su *comportamiento* y se podrá evaluar el tipo de *procesamiento* que soportará. De la misma manera, si se necesita que un material con una estructura dada y sus propiedades se comporte de una manera especial, se buscará el procesamiento adecuado para ello. Un ejemplo de esto son los silicatos, en sus diversas formas: adobe y cerámicos. También lo son los vidrios.

- El **adobe** es un ladrillo formado por una masa de arcilla y algún aditivo, seca al sol y al aire. Es un material que se emplea sin cocción previa y constituye un antiquísimo sistema de construcción que se utiliza en muchas regiones geográficas, especialmente en aquellas de clima seco.

Se fabrica con un 20% de **arcilla** y un 80% de **arena** y agua, mediante un molde, y se deja secar al sol. Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa paja, crin de caballo, heno seco, que sirven como armadura. Las dimensiones adecuadas deben ser tales que el albañil pueda manejarlo con una sola mano.

La **arcilla** es un mineral procedente de la descomposición mecánica de rocas que contienen feldespato (un tipo de silicato), por ejemplo granito, originada en un proceso natural que demora decenas de miles de años. Físicamente se considera un coloide, con un diámetro de las partículas inferior a 0,002 mm. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

El adobe puede deshacerse con la lluvia y requiere un mantenimiento sostenido, que suele hacerse con capas de barro. No es correcto hacerlo con cemento, puesto que la capa resultante es poco permeable al vapor de agua y conserva la humedad interior, por lo que se desharía el adobe desde dentro.

Lo mejor para las paredes externas de una construcción hecha con adobe es la utilización de enlucido con base en la cal apagada, la arcilla y la arena, para la primera capa, en la segunda, solamente pasta de cal y arena. Para las paredes internas se puede hacer una mezcla de arcilla, arena y agua.

El componente más común de la **arena** es la sílice, generalmente en forma de cuarzo (SiO_2). Sin embargo, la composición varía de acuerdo con los recursos y condiciones locales de la roca. Gran parte de la fina arena hallada en los arrecifes de coral, por ejemplo, es caliza ($CaCO_3$) molida. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso.

- El **vidrio** es un material duro, frágil y transparente que ordinariamente se obtiene por fusión a unos 1.500 °C de arena de sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza ($CaCO_3$).

El nombre “cristal” es utilizado muy frecuentemente como sinónimo del vidrio, aunque eso incorrecto ya que el vidrio es amorfo y no se trata de un mineral propiamente dicho.

En la mayoría de los cuerpos sólidos –por ejemplo, en una barra de hierro o en un diamante– los átomos que los componen se ubican formando patrones muy bien definidos, unidos rígidamente unos con otros. En principio, cualquier líquido puede transformarse en vidrio si es enfriado lo suficientemente rápido; sin embargo, unos son más fáciles de vitrificar que otros. El más común es el vidrio de las ventanas y de las botellas, formado principalmente por arena, cal y ceniza. Existen otros materiales vítreos como las tazas de café hechas de poliestireno o los caramelos hechos de azúcar.

La fibra óptica es un conductor de ondas en forma de filamento, generalmente de vidrio. La fibra óptica es capaz de dirigir la luz a lo largo de su longitud usando la reflexión total interna. Normalmente, la luz es emitida por un láser o un LED. En este caso, la estructura y propiedades del vidrio quedan determinadas por el tipo de procesamiento que recibe el material, lo que le confiere su comportamiento tan particular.

Los experimentos, ¿motivan, estimulan, divierten o enseñan?

Un aspecto difícil de superar en la visión de los estudiantes es la distinción entre los fenómenos físicos y los fenómenos químicos.

Este apartado propone experimentos sencillos y conocidos con los que intentamos plantear una herramienta de reflexión para los estudiantes, de modo que se les plantee la inquietud de intentar abordar sus explicaciones como así también, reflexionar sobre su entorno físico e intentar la elaboración de hipótesis en relación con los fenómenos cotidianos observados.

Los fenómenos observados no son novedosos (es por eso que en algunos casos no desarrollamos los experimentos) pero sí lo son las preguntas que se elaboran en torno a ellos, las explicaciones que las satisfacen y las nuevas preguntas que surgen de ellas.

Muchas veces, en el afán de sistematizar la manera de elaborar preguntas para alcanzar un conocimiento, se simplifican conceptos, se linealiza la ciencia y se recortan los fenómenos “con criterios didácticos” que llevan a confusiones y a errores conceptuales difíciles de superar.

Los objetivos de las experiencias que se proponen a continuación son:

- Reflexionar acerca del sentido de la experimentación en el aula.
- Analizar aspectos teóricos que subyacen a las experiencias presentadas en clase y sus posibles implicancias.
- Introducir visiones innovadoras en estrategias de enseñanza y evaluación.

Reacciones químicas versus procesos físicos

Experimento N° 1: Lluvia artificial

Materiales

Un vaso.

Un recipiente transparente para calentar agua o una pava.

Un plato hondo.

Agua.

Hielo.

Un trapo de piso.

Un mechero.

Estamos rodeados de ríos marrones. El agua está en los ríos y es la responsable, a través del ciclo del agua, de las lluvias que bañan nuestras tierras. ¿Por qué no llueve “marrón”?

Los procesos que se llevan a cabo cuando se produce un cambio en el estado de agregación son cambios físicos. El agua es una de las pocas sustancias que se encuentra en el planeta en sus tres formas: sólida, líquida y gaseosa. En los tres casos, las moléculas de agua son las mismas.

El calor entregado a una sustancia hace posible que se rompan las uniones de puente de hidrógeno que están entre las moléculas en el estado líquido. En este experimento observamos el fenómeno conocido como evaporación y otro, conocido como condensación. ¿Por qué se produce esto? ¿Cuál es el criterio para clasificarlo como un fenómeno físico?

¿Cómo se realiza la experiencia?

Colocar el hielo en la en el recipiente transparente y llevarlo al fuego. ¿Cuántos estados de la materia se observan en la actividad? Pedir a los alumnos que lo registren.

Cuando el hielo se haya derretido por completo, seguir calentando el agua hasta que entre en ebullición. Sostenga el vidrio sobre el recipiente y solicite a los alumnos que observen lo que ocurre. Podrán ver que se forma una nube sobre el recipiente, que el vidrio se empaña y que, luego, comienzan a caer de él pequeñas gotas de agua. Aquí se puede trabajar sobre el fenómeno de la formación de agua líquida a partir del vapor (condensación).

Sería interesante vincular esta experiencia con el ciclo del agua en la naturaleza. Durante esta experiencia, los chicos seguramente cuestionarán la invisibilidad del vapor de agua. A menudo se sorprenden cuando descubren que la mayoría de los gases son invisibles. Suelen creer que la niebla, las nubes y el vapor son

visibles. Sin embargo será imprescindible recalcar que la niebla y las nubes se pueden ver porquien son líquidos. Y el vapor, que es un gas, es invisible. Ellos insistirán en que, por ejemplo, “lo ven cuando sale por el pico de una pava”. En ese momento, debemos pasar a la explicación: lo que sale del pico de la pava no es vapor, sino una nube de pequeñas gotas de líquido que se condensa al entrar en contacto con el aire a menor temperatura del ambiente que rodea a la pava. Se puede complementar esta explicación con una experiencia muy sencilla para mostrar que el vapor de agua es invisible. Se limpia un banco o una mesa con un trapo húmedo. En el momento se observa la humedad sobre la superficie, que luego de un tiempo, desaparece. ¿Qué es lo que ocurre? El agua se evapora y el vapor de agua se mezcla con el aire circundante. Si bien aún está en el entorno, no es posible verlo.

Experimento N° 2: Medidas de la acidez

Materiales

Un repollo colorado.
Un recipiente mediano (vaso).
Agua.
4 o 5 recipientes más chicos.
Una cuchara.
Jabón.
Vinagre.
Soda.
Bicarbonato de sodio.
Cinta adhesiva de papel.

¿Debo descartar las porciones de repollo que se ponen de color azul al cortarlo con el cuchillo? ¿Están en mal estado? ¿Pueden recuperar el color inicial? ¿Qué ocurre cuando condimento la ensalada con limón o vinagre?

El color de una sustancia es una propiedad intensiva. Esto quiere decir que la calidad de tal sustancia es la responsable de ese color; si el color cambia se debe a que la sustancia ya no es la misma: ha habido un cambio en su calidad, un cambio químico.

El repollo colorado posee antocianinas, un conjunto de sustancias químicas que se manifiestan diferentes frente a diversas sustancias ácidas o básicas. Son azules en presencia de bases y rojas frente a ácidos. Esta experiencia permite construir una escala de colores usando el extracto acuoso de repollo colorado como indicador ácido base.

Experimento N° 3: ¿Hubo reacción química?

Materiales

Una botella plástica transparente.

Un globo.

Polvo de hornear.

Vinagre de alcohol.

Bolsas de polietileno.

Una reacción química es la transformación debida al reordenamiento de los átomos, ruptura de enlaces químicos y formación de otros nuevos. Si no puedo ver los átomos ni los enlaces ¿Cómo me entero qué ocurre una reacción química? ¿Qué es una reacción química? Implica la transformación en los enlaces entre los átomos de las moléculas intervinientes. ¿Es posible observar esto? Lo que es posible observar son los cambios macroscópicos, los cambios en las propiedades del sistema o de algunas de las sustancias constituyentes del sistema. Cambios de coloración, burbujeo, etc., son manifestaciones macroscópicas, visibles, de los cambios en la reorganización de los átomos que conducen a la formación de un producto con características químicas diferentes de la sustancia compuesto o sustancias de partida.

Otras propiedades de la materia: densidad, acidez, elasticidad, adhesividad, cohesión

Experimento N° 4: Medidas de densidad

Materiales

Un limón pequeño.

Un vaso grande y transparente.

Agua.

Sal.

Una cucharita.

Una probeta.

Una balanza.

Aceite.

Si agrego una gota de aceite a un vaso con agua, ¿dónde se ubica esa gota?

¿Y si agrego un chorro? ¿Y si sigo agregando aceite?

¿Flotan los objetos livianos? ¿Puedo levantar un barco en mis brazos?

Contrastando las ideas previas de nuestros estudiantes con las evidencias experimentales, es posible diseñar experimentos que permitan un cambio conceptual que conduzca a la construcción del concepto de densidad.

Experimento N° 5: Indicadores-respiración

Materiales

Un repollo colorado.
Un recipiente mediano (vaso).
Agua.
4 ó 5 recipientes más chicos.
Una cuchara.
Jabón.
Vinagre.
Soda.
Bicarbonato de sodio.
Cinta adhesiva de papel.
Sorbetes.
Vasos transparentes.

¿Cómo puedo evidenciar que lo que exhalamos todos es dióxido de carbono?

La solubilización de CO₂ en agua se lleva a cabo mediante un proceso que acidifica el medio. La presencia de dióxido de carbono en la espiración es común a todos los seres humanos. ¿Cómo podemos diseñar una experiencia que genere un conflicto cognitivo en nuestros estudiantes, que evidencie la presencia de CO₂ como producto de la respiración?

Experimento N° 6: ¿Pegamentos con leche?

Materiales

Una taza de leche descremada.
Un vaso de 250 ml o frasco de vidrio de boca ancha.
Vinagre de alcohol.
Un mechero o una hornalla (también puede ser agua bien caliente de un termo o calefón).
Una cucharadita de bicarbonato de sodio.
Papel de filtro (del que se usa para hacer café).
Una cuchara.
Agua.
Cartón, madera, etc.

¿Cuáles son las moléculas presentes en la leche que le confieren esa influencia?

La estructura química de todos los adhesivos se basa en la presencia de polímeros. La mayoría de los polímeros, tanto naturales como sintéticos, pueden emplearse para producir algún tipo de adhesivo. La caseína, la proteína de la leche, se utiliza en la elaboración de un producto de fuerte poder adhesivo, muy usada en la construcción de muebles.

Experimento N° 7: ¿Qué mantiene unida la materia?

Materiales

Un cartón de leche vacío y limpio.

Agua.

Un recipiente profundo.

¿Por qué mi mano no puede atravesar una pared pero puede hundirse en el agua? ¿Por qué se mantiene erguida una casa?

¿Cómo se realiza la experiencia?

Realizar varias perforaciones, cercanas entre sí, en uno de los laterales del cartón, casi sobre la base. Colocarlo sobre una mesa y ubicar en el piso el recipiente profundo. Llenar el cartón con agua. Se observará como el agua sale por las perforaciones y, en algún punto, los chorros se unen formando uno solo.

Se puede proponer a los estudiantes que realicen variaciones sobre esta experiencia, por ejemplo, realizando las perforaciones más juntas o más separadas, a mayor altura, etcétera.

La cohesión es la atracción que se produce entre las moléculas. Aquí sería importante recordar que existen diferencias en las fuerzas de atracción de los sólidos, los líquidos y los gases. En los sólidos la atracción es más fuerte, por eso nuestra mano no puede atravesar la pared, pero en los líquidos es más débil y nuestra mano puede hundirse fácilmente.

Los chorritos de agua tenderán a unificarse por las fuerzas de atracción entre las moléculas. Si no lo hacen por sí solos (dependerá de la altura a la que se realicen las perforaciones y la distancia que exista entre ellas), lo harán si empleamos nuestra mano. Una vez unidos, tienden a mantenerse así por la cohesión.

Textos “diferentes” para acercar a los estudiantes

Hemos tenido en cuenta para el trabajo con los estudiantes los textos explicativos y de divulgación propuestos en el libro del alumno y, también, hemos propuesto más textos de divulgación para emplear como “disparadores” de las actividades en el aula.

En este apartado nos proponemos acercarles otros textos, relacionados con los temas que se desarrollan en el libro, pero que avanzan un poco más, y que también presentan información interesante y novedosa que puede resultar muy atractiva para los alumnos y despertar su curiosidad por conocer más.

Átomos y moléculas

El concepto de átomo fue introducido, según dicen, por Demócrito, en el siglo V a. C. En 1771, la primera edición de la Enciclopedia Británica definió: “Átomo: en filosofía, una partícula de materia tan pequeña que no admite división. Los átomos son la miniatura naturae (los cuerpos más pequeños) y se conciben como los primeros principios de toda magnitud física”.

A lo largo de la historia, no todos los filósofos ni científicos aceptaron la existencia de los átomos. Para la primera edición de la Enciclopedia Británica, las cosas habían cambiado muy poco desde los tiempos de Demócrito, y los átomos eran conceptos en los que podía creerse o no –según las posturas– y sin ninguna base experimental.

No del todo, en realidad: los físicos del siglo XVIII, que se interesaron por los gases, tendían a pensarlos como conjuntos de partículas, y explicaban la presión de un gas sobre las paredes de una caja por el golpeteo simultáneo de grandes cantidades de esas mismas partículas. Pero recién en 1808 se publicó el primer libro que de manera explícita enunciaba una teoría atómica de la materia, con soporte cuantitativo y experimental: El Nuevo Sistema de Química, de John Dalton (1766-1844) donde se sostenía que todas las sustancias eran reducibles a principios elementales e indivisibles. “Todos los átomos de la misma clase”, escribía Dalton, “sean simples o compuestos, deben necesariamente ser concebidos como iguales en forma, peso y demás particularidades.” Los átomos “compuestos”, a que hace referencia Dalton, corresponden a nuestra moderna noción de moléculas. Ambas nociones –átomo y molécula– se confundían por ese entonces, y la confusión duró muchos años más. Todavía cincuenta años más tarde se discutía el asunto. Muchos de los asistentes al Congreso de Química de 1860, como el gran Kekulé, lo tenían claro: “La molécula química es la partícula más pequeña de un cuerpo que entra o sale en una reacción química. Estas no son indivisibles. Los átomos son partículas que ya no pueden dividirse”.

Lo que Kekulé quería decir era que, por ejemplo, una molécula de agua es la partícula más pequeña de esta sustancia que sigue siendo agua. Pero como el agua es un compuesto de hidrógeno y oxígeno, la molécula debe incluir estos componentes. Así es: una molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y estos sí son indivisibles desde el punto de vista químico. Moléculas hay tantas como sustancias compuestas; átomos hay solo de aquellas sustancias realmente elementales: los elementos químicos, que son solo un puñado (apenas un poco más de 100).

Lo interesante es que en ese congreso los químicos no se pusieron de acuerdo. Las aguas estaban divididas: mientras que los físico-químicos aceptaban la teoría atómico-molecular casi sin reservas (e incluso desde hacía mucho tiempo estimaban el tamaño de las moléculas), muchos químicos se resistían a admitir la existencia verdadera de moléculas y átomos. La polémica duró todavía un tiempo, pero en 1874 van't Hoff y Le Bel explicaron las propiedades de ciertas sustancias basándose en la hipótesis molecular y a partir de ese momento se hizo muy difícil sostener que átomos y moléculas eran pura ficción. Para la década de 1880 el asunto estaba zanjado.

Cuando la realidad de los átomos y las moléculas terminaban de imponerse, ya estaba por aparecer la primera partícula salida directamente del interior del átomo: el electrón. En apenas una década, los átomos mostraron tener una estructura compleja: la aventura de descubrirla fue una de las más complejas del siglo XX.

Leonardo Moledo, De las tortugas a las estrellas, Buenos Aires, AZ Editora, 2005 (fragmento adaptado).

Vamos a presentar en esta primera Memoria los principales resultados de las experiencias que hemos hecho sobre la respiración.

Tomando como punto de partida los conocimientos adquiridos y reduciéndolos a ideas sencillas que cada cual puede fácilmente entender, empezaremos por decir, en general, que la respiración no es más que una combustión lenta de carbono e hidrógeno; semejante en todo a aquella que se efectúa en una lámpara, en una bujía encendida, y que, desde este punto de vista, los animales que respiran son verdaderos cuerpos que arden y se consumen.

En la respiración, como en la combustión, es el aire de la atmósfera el que proporciona el oxígeno y el calórico; pero, como en la respiración, es la sustancia misma del animal, la sangre, la que proporciona el combustible, si los animales no repararan habitualmente, por medio de los alimentos, lo que pierden por la respiración, el aceite faltaría bien pronto en esta lámpara y el animal perecería, como una lámpara se apaga cuando le falta alimento.

La demostración de tal identidad de efectos entre la respiración y la combustión se deduce inmediatamente de la experiencia. En efecto, el aire que ha servido a la respiración no contiene ya, a la salida del pulmón, la misma cantidad de oxígeno; no solamente encierra gas ácido carbónico, sino además mucha más agua que la que contenía antes de la inspiración. Según esto, como el aire vital no puede convertirse en agua más que por adición del carbono; como no puede convertirse en agua más que por suma de hidrógeno; como esta doble combinación no puede realizarse sin que el aire vital pierda una parte de su calórico específico, resulta de todo ello que el papel de la respiración es el de extraer de la sangre una porción de su calórico específico, que durante la circulación se distribuye con la sangre en todas las partes de la economía animal y mantiene esta temperatura aproximadamente constante que se observa en todos los animales que respiran. Diríase que esta analogía que existe entre la combustión y la respiración no había escapado a los poetas o más bien a los filósofos de la antigüedad, de quienes aquéllos eran intérpretes y voceros. Este fuego robado al cielo, esta antorcha de Prometeo, no presenta sólo una idea ingeniosa y poética, es la pintura fiel de las operaciones de la naturaleza, por lo menos en los animales que respiran; se puede, pues, decir con los antiguos que la antorcha de la vida se alumbró en el momento en que el niño respira por primera vez y no se apaga hasta su muerte.

Reflexionando sobre testimonios tan felices, estaría uno algunas veces tentado de creer que, en efecto, los antiguos habían penetrado más adelante en el santuario de los conocimientos de lo que nosotros nos habíamos imaginado; y que la fábula no es verdaderamente más que una alegoría bajo la cual se esconden las más grandes verdades de la medicina y de la física.

Antoine Lavoisier con la colaboración de A. Seguin, Mémoire sur la respiration et la transpiration des animaux, 1789 (fragmento adaptado).

Diseño de unidades didácticas con enfoque CTS

Para cerrar esta propuesta dirigida a los docentes queremos volver sobre el enfoque que planteamos al comienzo de este libro.

Como propone el Informe de agosto de 2007 de la Comisión Nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias naturales y la Matemática (del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación), "Definir la formación en ciencias naturales y matemática como prioridad de las políticas educativas constituye un punto de partida fundamental en la elaboración del presente informe y sus recomendaciones. Esta afirmación parte del supuesto de que el

desempeño ciudadano no puede ser concebido hoy sin una formación científica básica. Los últimos resultados de las evaluaciones de aprendizajes en ciencias naturales y matemática han evidenciado la necesidad de priorizar las acciones para mejorar la enseñanza en estas áreas del conocimiento. No se trata sin embargo de cualquier tipo de formación sino de una educación que además contribuya a la alfabetización científica del conjunto de la población, de manera que todos los ciudadanos podamos estar en condiciones de interesarnos en, e indagar sobre, distintos aspectos del mundo que nos rodea; poder tomar decisiones informadas acerca de cuestiones que afectan la calidad de vida y el futuro de la sociedad; de interesarse por, e involucrarse en, los discursos y debates sobre ciencias; y de arribar a conclusiones basadas en razonamientos válidos que incluyan, cuando corresponda, la interpretación de evidencia empírica”.

Cuando nos proponemos enseñar ciencia desde el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) nos planteamos dos objetivos generales: hacer notar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos y propiciar el aprendizaje social de la participación pública en la toma de decisiones que involucran a la ciencia y la tecnología.

Este segundo objetivo requiere no solo del aprendizaje de ciencia contextualizada socialmente rigurosa, sino que se hace necesario que organicemos el aula de manera que hagamos posible el desarrollo de capacidades, actitudes, hábitos y destrezas que fortalezcan el diálogo y la toma de decisiones sobre las controversias relacionadas con la ciencia y la tecnología, pero a partir de los conocimientos científicos construidos. Se trata de una formación en conocimientos, pero también en valores.

Acevedo (1996), Membiela (1995) y San Valero (1995) han señalado que las estrategias de enseñanza- aprendizaje que se usan en la enseñanza CTS son:

- Resolución de problemas abiertos que incluyen la toma razonada y democrática de decisiones.
- Elaboración de proyectos en pequeños grupos cooperativos.
- Realización de trabajos prácticos de campo.
- Juegos de simulación y de roles.
- Participación en foros y debates.
- Presencia de especialistas en el aula o consulta a expertos.
- Visitas a fábricas, empresas, complejos de interés científico y tecnológico.
- Breves períodos de formación en empresas y centros de trabajo (pasantías).
- Implicación y actuación civil activa en la comunidad.

Cualquiera sea la estrategia que se elija para llevar adelante la controversia, esta deberá sentar sus bases en las investigaciones previas que los participantes realicen con el objetivo principal de acercarse al conocimiento científico y tecnológico que les permitirá analizar, cooperar, debatir y tomar decisiones basándose en informaciones veraces y pertinentes al ámbito de la controversia,

que serán los conocimientos de los que se apropien en el transcurso de la actividad.

El enfoque CTS se propone generar un campo de estudio e investigación, a la vez que busca ser una propuesta educativa innovadora. El primer propósito es comprender mejor la ciencia y la tecnología en su contexto social. Como propuesta educativa se trata de un planteamiento en todos los niveles de la enseñanza con el objetivo de dar una formación en conocimiento y valores que propicie la participación ciudadana responsable y democrática en la evaluación y el control de las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología.

Quienes ejercemos la docencia en disciplinas relacionadas con la ciencia y la tecnología sabemos que la promoción de una extensa alfabetización científica y tecnológica de forma tal que capacite a todas las personas para poder tomar decisiones responsables en cuestiones controvertidas relacionadas con la calidad de las condiciones de vida en una sociedad cada vez más impregnada de ciencia y tecnología es una responsabilidad ineludible.

Los objetivos generales del enfoque CTS en la enseñanza pueden resumirse en:

- Incrementar la comprensión de los conocimientos científicos y tecnológicos, así como sus relaciones y diferencias, con el propósito de atraer más alumnado hacia las actividades profesionales relacionadas con la ciencia y la tecnología.
- Potenciar los valores propios de la ciencia y la tecnología para poder entender mejor lo que estas pueden aportar a la sociedad, prestando también especial atención a los aspectos éticos necesarios para su uso más responsable.
- Desarrollar las capacidades de los estudiantes para hacer posible una mayor comprensión de los impactos sociales de la ciencia y, sobre todo, de la tecnología, permitiendo así su participación efectiva como ciudadanos en la sociedad civil. Este punto de vista es, sin duda, el que tiene mayor interés en una educación obligatoria y democrática para todas las personas.

Teniendo presente estos objetivos generales, los docentes de ciencias podemos reformar nuestros proyectos curriculares tendiendo a desarrollar en los estudiantes actitudes más positivas hacia la ciencia y buscando que los chicos sean capaces de identificar y de resolver problemas más reales, aplicando en su entorno cotidiano los conocimientos científicos que se abordan en el aula. De esta manera podemos favorecer la construcción de actitudes, valores y normas de conducta en relación con estas cuestiones y atendiendo a la formación de jóvenes capaces de tomar decisiones con fundamento y actuar responsablemente en la sociedad civil.

Habitualmente las clases de ciencias están diseñadas sobre la base de actividades que incluyen:

- Clases expositivas del docente.
- Demostraciones experimentales.

- Sesiones de preguntas (más a los estudiantes que *de* los estudiantes y rara vez entre ellos).
- Resolución de problemas de papel y lápiz (frecuentemente ejercicios poco problemáticos para el docente).
- Trabajos prácticos de laboratorio (generalmente concebidos como comprobaciones experimentales siguiendo una receta).

El enfoque CTS en enseñanza de las ciencias permite que los docentes podamos desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje que supongan una gran implicación personal para el estudiante, con proyectos curriculares en los que nos centremos más en los intereses de los estudiantes que en otros puntos de vista más academicistas, a partir de problemas de interés social de la ciencia y la tecnología, que incluyen tanto sus posibles efectos beneficiosos como los riesgos potenciales.

Decisiones como las que definen las líneas de investigación en ciencia y tecnología vinculadas a la salud no deben escapar al debate público por parte de los ciudadanos.

Para propiciar este debate público es necesario:

- Que exista un marco social que permita la discusión pública entre los ciudadanos.
- La formación de la ciudadanía en el conocimiento de las implicancias sociales de los temas tecnocientíficos para poder participar en los debates y decisiones correspondientes “desde el conocimiento” y no desde prejuicios o ideologías míticas.

(Resulta imprescindible la iniciativa de acceder a una educación científica y tecnológica que permita visualizar las controversias y proponer las estrategias didácticas.)

Con la unidad didáctica CTS se intenta convertir la clase en una pequeña comunidad para el aprendizaje de los procedimientos de indagación sobre los temas tecnocientíficos y para el debate democrático sobre los distintos conflictos de valores e intereses implicados en ellos. Es importante que los docentes pongan énfasis en que los estudiantes adquieran las herramientas y capacidades para su participación informada en los debates.

Bibliografía

ABRAHAM, J. M., ADRIA, R. Y OTROS (2003), *Didáctica de la química y vida cotidiana*, Madrid, Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.

ACEVEDO, J. A. (1996), "La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44.

————— (2004), "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía" en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), pp 3-16. Consultada por última vez en agosto 29, 2005, de la URL www.apac-eureka.org/revista.

ADURIZ-BRAVO, A. (2004), *Una introducción a la naturaleza de la Ciencia*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. y HANESIAN, H. (1983), *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas.

BACHELARD, G. (1986), *La formation de l'esprit scientifique*, París, PUF.

BRUNER, J. S. (1988), *Desarrollo cognitivo y educación*, Madrid, Morata.

CAMPBELL, B., LAZONBY, J., MILLAR, R., NICHOLSON, P., RAMSDEN, J. & WADDINGTON, D. (1994), "Science: Salters' Approach – A case study of the process of large scale curriculum development", en: *Science Education*, 78 (5), 415-447.

COLL, C. (1990), "Un marco psicológico para el currículum escolar", en: *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona, Paidós.

————— (1991), "Concepción constructivista y planteamiento curricular", en: *Cuadernos de Pedagogía*. 188, 8-11.

————— (1996), "Constructivismo y educación escolar: Ni hablamos de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica", en: *Anuario de Psicología*, 69, 153-178.

COLL, C.; POZO, J. I., SARABIA, B. y VALLS, E. (1992), *Los contenidos de la reforma*. Madrid, Santillana.

CHALMERS, A. F. (2005), *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Buenos Aires, Siglo XXI.

DE JONG, O. (2005), "Research and teaching practice in chemical education" en: *Chemical Education International*, 6, 1-6. www.iupac.org/publications/cei.

DE JONG, O. (2006), "Making chemistry meaningful: Conditions for successful context-based teaching", en: *Educación Química*. Número Extraordinario IV Jornadas, México.

DE POSADA, J. M. (2002), "Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias", en: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 1, N° 2.

FREIRE, P. (2003), *Pedagogía da autonomia*, San Pablo, Paz e Terra.

GALAGOVSKY, L. (1993), *Hacia un nuevo rol docente. Una propuesta diferente para el trabajo en el aula*, Buenos Aires, Troquel.

GALAGOVSKY, L. y ADURIZ-BRAVO, A. (2001), "Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.

LEMKE, J. (1997), *Aprender a hablar ciencia*, Barcelona, Paidós.

MACHADO, C. E.; QUIROGA, A. (2005), *Articulación General y Disciplinar para la Continuidad de Estudios Superiores*, Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe, Universidad Nacional de Rosario, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, Red Federal de Formación Docente Continua, Cabecera Santa Fe.

MACHADO, C. y GALAGOVSKY, L. (2005), "Nuevo enfoque en Enseñanza de la Química: Proyectos de Gestión y Microemprendimientos", en: *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, VII Congreso, 2005.

MACHADO, C. E. y GALAGOVSKY, L. (2005), *Utilidad didáctica de la Historia de las Ciencias*. IV Jornadas de Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química. Mérida, México.

MACHADO, C. E. (2005), *Diseño de Unidades Didácticas con Enfoque CTS*. Congreso Nacional de Enseñanza de Ciencia y Tecnología en el Nuevo Milenio, San Rafael, Mendoza.

————— (2007), *Del adobe a las fibras ópticas. Enseñanza de Ciencia y Tecnología en contexto*. 5tas Jornadas Didáctica de la Física y las Ciencias Naturales, Adrogué, Buenos Aires.

————— (2007), *Cultura Popular Argentina: un contexto en la Enseñanza de la Química*. V Jornadas de Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química, Santiago de Chile.

MEMBIELA, P. (1995), "Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales", en: *Alambique*, 3, 7-11.

NENTWING, P., PARCHMANN, I., DEMUTH, R., GRAESEL, C. y RALLE, B. (2002), *Chemie im Kontext, from situated learning in relevant context to systematic development of chemical concepts*. Ponencia presentada en el segundo simposio IPN_YSEG de Currícula basada en el contexto, Kiel, Alemania.

NOVAK, J. D. (1998), *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*, Madrid, Alianza.

OLIVA, J. M^a. (2003), "Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso en el aula", en: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Disponible en línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero1/Art2.pdf>.

OLIVA, J. M^a; ARAGÓN, M^a. M.; BONAT, M. y MATEO, J. (2003), "Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 429-444.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P.W., Y GERTZOG, W.A. (1982), "Accommodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change", en: *Science Education*, 66, 211-227.

POSTMAN, N. y WEINGARTNER, C. (1969), *Teaching as a subversive activity*, New York, Dell Publishing Co..

SAGAN, C. (1980), *Cosmos*, Madrid, Planeta.

SAN VALERO, C. (1995), "El Proyecto Genoma Humano, sus implicaciones sociales y la Biología de Bachillerato", en: *Alambique*, 3, 109-115.

STOLK, M., BULTE, A., DE JONG, O., Y PILOT, A. (2005), "Teaching concepts in contexts: designing a chemistry teacher course in a curriculum innovation", en: K. BOERSMA, M. GOEDHART, O. DE JONG, Y H. EIJKELHOF, *Research and the Quality of Science Education*, Dordrecht, Springer.

VIGOTSKY, L. (1993), *Obras escogidas*, Madrid, Visor.

Se terminó de imprimir
en el mes de enero de 2007 en
Gráfica Pinter S.A.,
México 1352
Ciudad Autónoma de Buenos Aires