

ESB

DISEÑO CURRICULAR PARA LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ 1° AÑO (7° ESB)



**Dirección General de
Cultura y Educación**

Gobierno de la Provincia
de Buenos Aires

CIENCIAS NATURALES

1º AÑO (7º ESB)



ÍNDICE

La enseñanza de Ciencias Naturales en la ESB	25
Su enseñanza en la actualidad	25
Imagen de ciencia e implicaciones didácticas.....	27
La ciencia escolar	28
Expectativas de logro	29
Propósitos generales para la ESB.....	29
Expectativas de logro para 1° año (7° ESB).....	29
Contenidos.....	30
Criterios de selección y organización de los contenidos.....	30
Organización de los contenidos. Esquema de contenidos.....	30
Contenidos para 1° año	32
Orientaciones didácticas	43
Las tareas del docente.....	43
Actividades que propician aprendizajes específicos de ciencias naturales.....	43
Orientaciones para la evaluación	48
Criterios de evaluación	48
Instrumentos de evaluación.....	49
La evaluación de los procedimientos.....	51
Relaciones entre actividades y evaluación	52
Bibliografía.....	54
Libros disciplinares de Ciencias Naturales	54
Libros sobre la enseñanza	54
Sitios web de interés.....	56

LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS NATURALES EN LA ESB

SU ENSEÑANZA EN LA ACTUALIDAD

La enseñanza de Ciencias Naturales, tal como se la concibe en el presente Diseño Curricular, implica un proceso que dinamice y enriquezca los intereses de los alumnos/as, y que abra la posibilidad de preguntarse y preguntar sobre las cuestiones vinculadas a los fenómenos naturales y tecnológicos, tendiendo un puente entre su conocimiento y los modelos y teorías científicas vigentes.

Las ciencias naturales aportan sus resultados a la comprensión actual de los fenómenos y constituyen una de las formas de construcción de conocimiento que impregnan la cultura. Por esta razón, en los procesos educativos actuales es preciso considerar una etapa necesaria dedicada a lo que ha dado en llamarse *alfabetización científica*¹ (Fourez, 1988), como un proceso importante de formación para ciudadanos que han de vivir y desarrollar su potencial en este mundo signado por los resultados de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas.

La alfabetización científica constituye una metáfora de la alfabetización tradicional, entendida como una estrategia orientada a lograr que la población adquiera cierto nivel de conocimientos de ciencia y de saberes acerca de la ciencia que le permitan participar y fundamentar sus decisiones con respecto a temas científico-tecnológicos que afecten a la sociedad en su conjunto. La alfabetización científica está íntimamente ligada a una *educación de y para la ciudadanía*. Es decir, que la población sea capaz de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, de participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo, con la conciencia de que es posible cambiar la propia sociedad, y que no todo está determinado desde un punto de vista biológico, económico o tecnológico.

En palabras de Marco² (Marco, B. 1987) *"Formar ciudadanos científicamente (...) no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico -en sí ya bastante complejo- sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes socio-políticos."*

Las clases de ciencias naturales deben por tanto, estar pensadas en función de crear ambientes propicios para el logro de estos propósitos; ambientes que reclaman docentes y alumnos/as como sujetos activos, construyendo conocimiento en la comprensión de los fenómenos naturales y tecnológicos en toda su riqueza y complejidad.

Acceder a los conceptos, procedimientos y explicaciones propias de las ciencias naturales es no sólo una necesidad para los alumnos/as durante su escolarización -por lo que implica respecto de su formación presente y futura-, sino también un derecho. La escuela debe garantizar que este campo de conocimientos que la humanidad ha construido a lo largo de la historia para dar cuenta de los fenómenos físicos, químicos, biológicos, astronómicos, se ponga en circulación dentro de las aulas, se comparta, se recree y se distribuya democráticamente.

Aún cuando en la actualidad la información circule con mayor fluidez y resulte más sencillo el acceso a los datos, esto no garantiza que la misma se distribuya igualitariamente o que se la pueda comprender. Con frecuencia se dispone de gran cantidad de datos que no alcanzan a constituirse en información por falta de marcos referenciales que permitan contextualizarlos. Y esta es una tarea que la escuela debe encarar y que en las clases de ciencias naturales se presenta como relevante.

Enseñar ciencias no es exclusivamente transmitir información. Se enseña ciencias para ayudar a comprender el mundo que nos rodea, con toda su complejidad y para dotar a los alumnos/as de estrategias de pensa-

¹ Fourez, G., *Alfabetización científica y tecnológica*, Colihue, 1998.

² Marco, B., y otros. *La enseñanza de las Ciencias Experimentales*. Madrid: Narcea, 1987.

miento y acción que les permitan operar sobre la realidad para conocerla y transformarla. Esto requiere de habilidades y capacidades que sólo pueden desarrollarse en el contacto con el mundo y las teorías científicas que lo modelizan; capacidades que sólo puede adquirir el alumno/a a través de la participación activa y comprometida con sus procesos de aprendizaje y requieren modalidades de enseñanza que lo impliquen y lo interpelen como protagonista de esa apropiación de significados y sentido.

Un alumno/a que atraviesa la escolaridad en este período es un adolescente que sigue construyendo subjetividad en contacto con pares, adultos y un mundo que lo atraviesa desde todas sus dimensiones: culturales, políticas, científicas, tecnológicas y naturales. Pensando a los alumnos/as adolescentes como sujetos a quienes:

- se invita a preguntar y preguntarse;
- se les presentan problemas abiertos y complejos que desafíen su imaginación y su pensamiento;
- se les permite experimentar con materiales y procesos;
- se los invita a entrar en las tramas del quehacer científico a través de las tareas y preguntas que les plantea la ciencia escolar.

En las aulas, se debe establecer una comunidad de prácticas en la que los alumnos/as sean capaces de construir desde sus saberes previos (con ellos, a favor y en contra) las concepciones que den cuenta de los fenómenos naturales y tecnológicos según los modelos científicos actuales. Sin embargo, la ciencia escolar no es la ciencia de los científicos, sino una versión "transpuesta" para su uso en los ámbitos escolares. El camino a recorrer será, entonces, desde los saberes previos de los alumnos/as, tratando de acercar la mirada, la comprensión, la interpretación hacia los modelos y teorías científicas. La ciencia, tal como el alumno/a la reconstruye durante la escolaridad, es un puente entre el conocimiento cotidiano con el que se enfrentó al mundo hasta aquí con cierto grado de éxito y los modelos y marcos teóricos desde los que los científicos interpretan y analizan la realidad.

En este sentido, la escuela no forma científicos, sino ciudadanos que deben tener acceso a la más actualizada información y posibilidades de seguir aprendiendo. La formación científica específica se produce en los ámbitos académicos con su lógica, sus demandas y exigencias, que son posteriores a la escolaridad obligatoria. En este nivel de la escolarización, común y obligatoria para todos los adolescentes, lo que debe estar presente junto con la apropiación de los contenidos de la materia es la adquisición de unas herramientas que permitan a los alumnos/as construir conocimiento y desarrollar capacidades para el aprendizaje autónomo, a partir del trabajo conjunto con sus compañeros y docentes en una comunidad de aprendizaje.

La comprensión de los modelos teóricos que la ciencia plantea (con sus generalizaciones y su grado de abstracción) es el resultado de un proceso largo y costoso que el alumno/a debe transitar a través de aproximaciones sucesivas y progresivas. No hay una apropiación instantánea y lineal de los conceptos y menos aún de los procedimientos del quehacer científico. El aprendizaje se va dando de manera recursiva, con progresos, pausas y retrocesos conforme se hacen necesarias las re-estructuraciones que operan a partir de la conciliación o el conflicto que se plantea entre los saberes a construir y los conocimientos previos.

En este sentido, es imprescindible concebir al error como una parte fundamental del proceso personal y único de construcción de conocimientos. El error es una manifestación de las incongruencias o re-estructuraciones parciales del pensamiento que da cuenta de un proceso en el que los saberes previos se conectan con la nueva información y con la experiencia presente, actualizando y resignificando ideas anteriores. El error es expresión de ese tránsito y es revelador de la comprensión del alumno/a en cada paso. Esta manera de entender el error, deriva en una responsabilidad y una tarea para el docente. El trabajo sobre el error supone una mirada muy distinta con respecto al trabajo áulico. No se trataría ya de "dar" información, sino de operar con ella. No alcanza con exponer (aunque en ocasiones se haga necesaria una exposición general), sino que es preciso ayudar a pensar, orientar el proceso de apropiación de saberes, ser modelo de actuación en la estructuración de la nueva información.

IMAGEN DE CIENCIA E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Ciertamente toda concepción de enseñanza de ciencias naturales está en íntima y dialéctica relación con una imagen de ciencia.

En el imaginario social existe una idea de ciencia que asocia el saber científico con la idea de "verdad" o "verdadero", que concibe a la ciencia como la manera correcta de observar e interpretar el mundo. Se asume así que el conocimiento científico está demostrado mediante experimentos y es enunciado de una manera clara y sin influencias políticas, ideológicas o éticas. Esta imagen equipara conocimiento con procedimiento (verdad con método de mostrarla) y valores considerados positivos. Es decir, la ciencia aparece como "verdadera" porque está fundada en un método "infalible" propuesto por los propios científicos: "el" método científico.

Esta "ciencia objetiva" es acompañada frecuentemente por una visión del conocimiento científico como desinteresado, movilizado únicamente por el deseo de saber y ajeno a cualquier mecanismo de poder y sin ninguna relación con aspectos éticos. Para muchos pensadores y científicos, ciencia y ética se constituyen como áreas separadas. Así la ciencia queda vinculada exclusivamente con cuestiones relativas al conocimiento empírico, lo que derivará en la actualidad, en una estrecha relación con la tecnología.

Durante la primera mitad del siglo XX la postura epistemológica que mayor influencia ha tenido en el ámbito de las Ciencias Naturales y también en la educación en ciencias ha sido el empirismo. Desde este punto de vista se asume que la ciencia comienza con la observación y sigue con la experimentación, y que mediante la aplicación del supuesto "método científico" acaba produciendo saberes verdaderos. Así, por ejemplo, se dice que la ciencia busca la verdad a través de la observación y el análisis de los fenómenos naturales, o que la ciencia se basa en hechos comprobados.

Esta imagen de ciencia conlleva posturas idealizadas sobre cómo debe enseñarse en el contexto escolar:

- las clases de ciencias se basan en la transmisión de un conocimiento que se da como indiscutible;
- la función de la observación y la experimentación es la de ilustrar o comprobar las verdades explicadas en los textos o por el docente.

Estas representaciones de la ciencia y de su enseñanza condicionan tanto la mirada de los docentes, como la de los propios alumnos/as participando todos de esta construcción social. Concepción que refuerza imágenes estereotipadas en los alumnos/as, que en vez de ser cuestionadas o revisadas, suelen consolidarse en la escuela. En tal sentido tienden a pensar, por ejemplo:

- que la Física y la Química son cuestiones muy difíciles que sólo están al alcance de los alumnos/as más capacitados de la clase;
- que lo que se dice en los libros de textos son verdades indiscutibles;
- que lo que se observa es "real" y que nos dice cómo son las cosas, en cambio la teoría es lo que se piensa, son supuestos, abstracciones que no tienen relación con los hechos.

De esta manera el trabajo escolar sobre la ciencia aleja a los alumnos/as de sus intereses transformándose en un conjunto de conocimientos abstractos inalcanzables.

En los últimos 40 años, los cambios en la comprensión de las ciencias han impactado en la concepción sobre su enseñanza. Actualmente se la concibe como *una producción cultural, históricamente situada*, y como *una visión del mundo con un cierto consenso social*. La ciencia, así vista es resultado más de la cultura, cuyas verdades son provisionales y cuyo valor esencial para la enseñanza reside en su modalidad particular de buscar respuestas a problemas cuyas soluciones sean contrastables mediante la experimentación.

Desde este marco conceptual, el conocimiento escolar de ciencias naturales está más relacionado con el estudio de modelos interpretativos y procesos de producción del conocimiento que con posturas más tradicionales centradas en el conocimiento de hechos, definiciones y leyes.

Esta visión de la ciencia incorpora una de las problemáticas centrales de la enseñanza: la necesidad de mostrar el *contexto de producción* de los saberes, tanto como sus resultados. Esta dimensión incluye el marco histórico, las actitudes y los valores, es decir toda la dimensión social y cultural de la práctica

científica. Las consecuencias de esta concepción en situaciones de aula se traducen en la necesidad de presentar los contenidos teniendo en cuenta cuándo surgieron, quién o quiénes los produjeron y en qué contextos sociales, es decir, a qué preguntas se está respondiendo con dicho conocimiento.

Si la ciencia no es un conjunto acabado de verdades definitivas e inamovibles, su enseñanza no puede tampoco consistir en la transmisión de conocimientos que los alumnos/as deben recordar y memorizar. Por el contrario, la enseñanza de esta materia debe mostrar correspondencia con los aspectos básicos del quehacer científico mediatizado por una concepción de ciencia como actividad social constructora del conocimiento. En esta concepción desempeñan un papel fundamental las cuestiones metodológicas (la observación controlada, la puesta a prueba de hipótesis y su investigación, la obtención de datos, su presentación en gráficos y otros tipos de texto, la elaboración de conclusiones, entre otras) y las actitudes (que incluyen valores y normas), entre las que cabe destacar las relativas al trabajo en equipo, las relaciones ciencia-sociedad y la carga valorativa de la investigación, las referentes a la resolución de problemas, al proceso de construcción del conocimiento científico, las relacionadas con el funcionamiento y cuidado del propio cuerpo, la comprensión y expresión de mensajes científicos, y las propias del pensamiento científico.

LA CIENCIA ESCOLAR

Existe una creencia generalizada de que pueden enseñarse los contenidos científicos "tal cual son", suponiendo que pudiera hacerse una traslación de prácticas y conceptos del ámbito de la investigación científica al aula. Esta concepción no sólo es errada, sino que olvida las singularidades propias de cada ámbito.

La ciencia "escolar" no es una mera traslación al aula de los saberes y quehaceres científicos. Enseñar ciencias en la escuela implica:

- presentar a los estudiantes contenidos de ciencias. Es decir establecer puentes entre el conocimiento, tal como lo expresan los textos científicos, y el conocimiento que pueden construir los estudiantes. Para conseguirlo es necesario reelaborar las construcciones científicas de manera que se las pueda proponer a los alumnos/as en las diferentes etapas de su escolaridad;
- introducir a los estudiantes en las cuestiones acerca de las ciencias (metodológicas, históricas, sociales). Esto implica adoptar como metodología de enseñanza una permanente referencia a cuestiones vinculadas con la historicidad de los conceptos científicos, introducirlos al problema de la medición y a los aspectos vinculados con el contexto en que se descubren o enuncian las leyes.

Al hacer este "recorte" para pasar de saberes y quehaceres científicos a otros adecuados para ser enseñados, se producen algunas tensiones y desajustes, entre los que más frecuentemente aparecen:

- a. Respecto de la profundidad y la abstracción: se considera que transformar un contenido en un objeto de enseñanza consiste en suprimir lo que es demasiado complejo y abstracto, bajo el supuesto de que la simplicidad es garantía de comprensión, sin tener en cuenta que de esta manera se genera un saber fragmentario, carente del marco general en el que cobra sentido, que puede inclusive ser más difícil de ser apropiado por el alumno/a.
- b. Respecto de la secuencia de contenidos: existe muchas veces la creencia de que la secuencia didáctica debería reproducir la lógica disciplinar, suponiendo que la única manera de enseñar cierto contenido es ordenándolo en la misma secuencia que el índice de un texto disciplinar. Se cae así en la falacia de creer que la secuencia de aprendizaje o la lógica de la enseñanza debe ser una imagen lo menos distorsionada posible de la lógica disciplinar. De esta manera se privilegia sólo el criterio disciplinar, olvidando los criterios pedagógicos y psicológicos a considerar.
- c. Respecto de las características de las actividades: otra creencia orientada por esta misma lógica de privilegiar lo disciplinar por sobre otros aspectos hace pensar que deben seleccionarse las experiencias en función de que "salgan bien", dando a la experiencia y a la práctica un sentido exclusivo de corroboración o confirmación.

EXPECTATIVAS DE LOGRO

PROPÓSITOS GENERALES PARA LA ESB

A lo largo de la ESB, los alumnos/as deberán recorrer un camino que vaya:

- de comprender el conocimiento científico de algunos temas aislados relacionados con las disciplinas científicas a una comprensión de mayor alcance, incluyendo relaciones entre las disciplinas;
- de describir y explicar fenómenos simples utilizando teorías y observaciones personales a explicar fenómenos más complejos utilizando conceptos y modelos más amplios;
- de ver la ciencia como una actividad escolar a comprender las características y los impactos de la actividad científica y tecnológica más allá de la escuela;
- de elaborar indagaciones que comprendan ideas científicas simples a otras que involucren ideas más complejas en las que las estrategias necesitan ser planificadas y los datos evaluados según sus ventajas y limitaciones;
- de aceptar modelos y teorías acríticamente a reconocer de qué modo nuevas evidencias y propuestas pueden requerir que se hagan modificaciones tanto en las teorías como en los modelos científicos;
- de utilizar un lenguaje científico simple, elaborando diagramas y gráficos para presentar la información científica, a utilizar un vocabulario técnico más amplio, utilizar símbolos y notación técnica, gráficos y cálculos para presentar información científica cuantitativa y cualitativa.

EXPECTATIVAS DE LOGRO PARA 1° AÑO (7° ESB)

En este marco, las expectativas de logro de Ciencias Naturales buscan el desarrollo de habilidades variadas, y no exclusivamente las referidas a aspectos de carácter conceptual.

Al cabo de este año los alumnos/as:

- interpretarán fenómenos o procesos utilizando los conceptos científicos adecuados;
- comprenderán teorías y conceptos científicos asociados a problemas actuales de interés social;
- reconocerán a la actividad científica como construcción social que implica un aporte específico y sustancial a la cultura contemporánea;
- utilizarán técnicas y estrategias convenientes para la resolución de problemas de ciencia escolar;
- establecerán relaciones de pertinencia entre los datos experimentales y los conceptos científicos;
- interpretarán y comunicarán información científica disponible en textos escolares y/o revistas de divulgación a través de informes, gráficos, tablas o diagramas sencillos;
- diseñarán y realizarán trabajos experimentales de ciencia escolar haciendo uso de instrumentos y/o dispositivos adecuados, que permitan contrastar las hipótesis formuladas sobre las problemáticas que se planteen;
- analizarán y discutirán los aspectos éticos vinculados a la producción y utilización de los conocimientos específicos de las ciencias naturales;

CONTENIDOS

CRITERIOS DE SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS

En el presente Diseño Curricular se ha **seleccionado** un conjunto de los saberes socialmente acumulados sobre este campo de conocimientos atendiendo a que no es posible (ni necesario) que un estudiante sea capaz de acumular o reconstruir todo el conocimiento disponible actualmente.

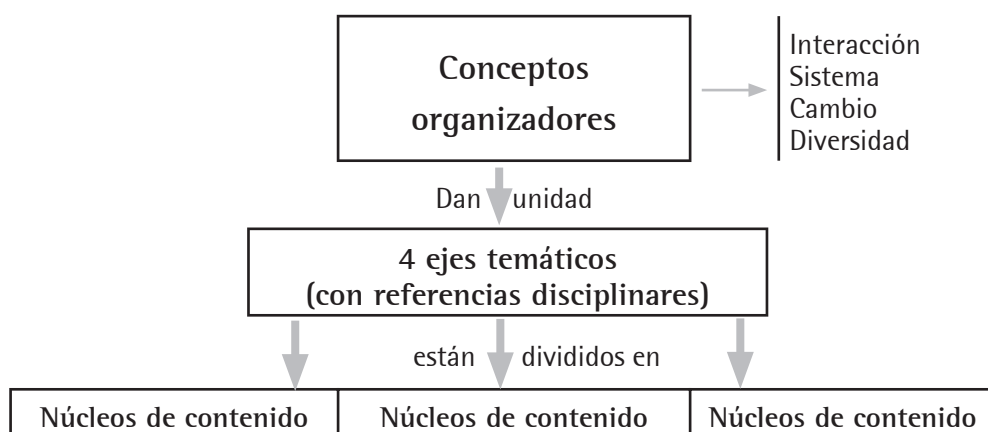
Esta selección responde a ciertos criterios. Los criterios utilizados para la selección de los contenidos en este diseño son los siguientes:

- Relevancia y actualidad de los contenidos.
- Adecuación a los fines de la ESB.
- Pertinencia en relación con los propósitos y el enfoque para la enseñanza.
- La relación de continuidad con los conocimientos trabajados en la Educación Primaria Básica.

Es preciso recalcar que los contenidos fijados tienen carácter prescriptivo y constituyen los conocimientos que todos los alumnos/as y las alumnas de la jurisdicción deben haber construido al final del año. Sin embargo, los contenidos seleccionados, y el orden que se establece en la presentación, no implican una estructura secuencial dentro del aula. En este sentido el diseño se presenta como abierto a diferentes alternativas en lo que respecta a la organización de los contenidos, en función de las diversas integraciones que puedan realizarse con ellos. Será el docente quien tenga a su cargo la organización y la secuenciación más apropiada de estos contenidos conforme a las condiciones del contexto en que desarrolle su tarea.

ORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS. ESQUEMA DE CONTENIDOS

Dentro de este diseño se ha organizado la siguiente presentación de los contenidos:



Conceptos organizadores

Para la selección y organización de los contenidos propuestos para Ciencias Naturales se tomaron como referencia conceptos meta-disciplinares que actúan como orientadores e integradores de los conocimientos procedentes de las distintas disciplinas que componen esta materia:

- La noción de *interacción* como punto de partida para comprender la organización del medio, ya que es la relación entre elementos materiales, en la que se produce una influencia mutua que modifica de alguna manera las características de esos objetos y el sistema formado por los mismos.
- La noción de *sistema* que permite una comprensión global de la realidad, entendida como un complejo conjunto de elementos interrelacionados e integrados. Lo esencial de un sistema es el carácter organizacional de las interacciones que generan propiedades emergentes.

- La noción de *cambio*, ligada a la categorización del espacio y del tiempo. En algunos cambios la transformación supone cambios de posición, en otros la propia naturaleza del objeto se modifica, lo que permite una concepción dinámica de la realidad.
- El concepto de *diversidad* que refiere a una variedad de manifestaciones dentro de un patrón de organización común. La diversidad está vinculada a las múltiples manifestaciones o apariciones de un patrón común, ya sea de fenómenos, objetos u organismos que si bien muestran caracteres que los diferencia tienen un patrón que comparten, por ello se habla de *unidad en la diversidad*.

Ejes temáticos

Los contenidos conceptuales seleccionados para este año en Ciencias Naturales tienen distintas procedencias o referentes disciplinares, apelan a conceptos físicos, químicos, biológicos, geológicos o astronómicos. En este diseño curricular esos conceptos o saberes disciplinares se han agrupado en ejes a los fines de su organización y presentación, los mismos son:

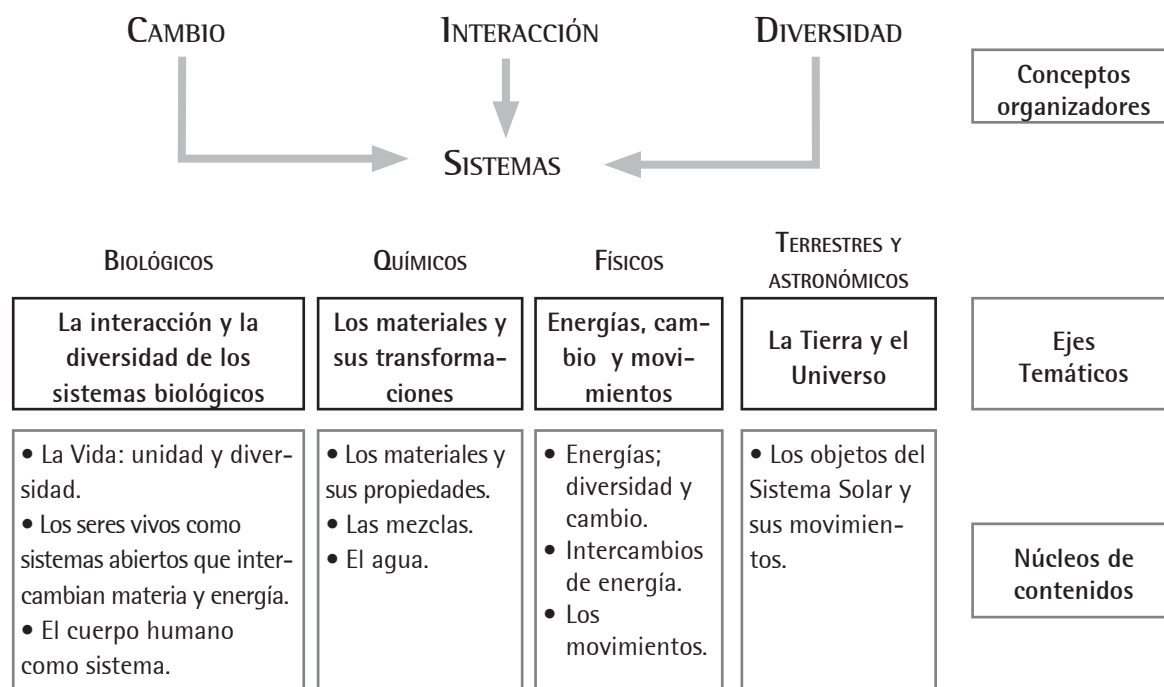
- Los materiales y sus transformaciones.
- Energías, cambio y movimientos.
- La interacción y la diversidad en los sistemas biológicos.
- La Tierra y el Universo.

Estos ejes están necesariamente atravesados por cuestiones propias de la producción de conocimiento científico y las relaciones dialécticas que se establecen entre ciencia y sociedad. Estas problemáticas referentes a "la investigación científica y tecnológica" se constituyen así en contenidos específicos de esta materia que se abordan junto con el resto de los contenidos en cada uno de los núcleos temáticos, enriqueciendo la enseñanza de los contenidos con la reflexión sobre la ciencia, su metodología, sus alcances y las repercusiones para la vida social.

Núcleos sintéticos de contenidos

A los fines de su presentación se han propuesto agrupaciones en **núcleos sintéticos de contenidos** en donde aparecen objetos o fenómenos que científicamente tienen similitudes.

Se muestran a continuación los contenidos a trabajar en el presente año, ordenados de acuerdo al esquema previo:



CONTENIDOS PARA 1º AÑO

Los materiales y sus transformaciones

Los materiales y sus propiedades

Propiedades de los materiales: organolépticas, físicas y químicas: color, olor, dureza, masa, volumen, solubilidad en distintos solventes, conductividad térmica y eléctrica. Determinación experimental de las mismas. Escalas de valores posibles.

En este núcleo se trata de profundizar en el estudio de la materia a partir de la introducción de la noción de propiedad cuantificable, comenzando por la observación de las características de los materiales y avanzando hacia la necesidad de cuantificar y medir los valores. En esta instancia se introducirán las nociones vinculadas con el proceso de medición y su operacionalización como formas de consensuar los registros, procedimiento específico de las ciencias experimentales. El trabajo sobre propiedades de los materiales es apto para introducir algunas de las problemáticas específicas del quehacer científico: por un lado la medición y el registro de los valores de propiedades y por otro la comunicación de resultados y el consenso sobre estos aspectos.

Se trata de introducir nociones como la de masa, volumen, dureza, conductividad, brillo, solubilidad, entre otras, para discutir cómo las mismas pueden ser definidas, medidas y registradas. Dado el carácter arbitrario de las escalas, es necesario establecer patrones compartidos y formas comunes de medir los valores de las propiedades. Por ello, resulta de especial interés que se trabaje sobre los problemas en forma grupal, tratando de arribar a la definición de las características y propiedades y a la posterior medición y cuantificación de valores a partir de los consensos alcanzados. Una vez logrados los acuerdos sobre definiciones y escalas se deben cotejar las mismas con las que aparecen en los textos escolares.

Estos aprendizajes llevan implícita la tarea docente de selección de una diversidad importante de materiales y de objetos construidos con ellos. Así, se puede pasar de la observación y el registro (para lo cual se pueden usar diversos modos de representación y expresión como descripciones, construcción de tablas de registro, dibujos, etc.) a la vinculación de estas características con los usos tecnológicos de estos materiales en la construcción de objetos de uso habitual.

Siguiendo esta propuesta es posible trabajar la noción de clasificación como un arbitrario que se usa según las necesidades de categorización. De este modo, los materiales pueden clasificarse de maneras muy diversas, de acuerdo al criterio que se establezca (por ejemplo de acuerdo al origen, a la conductividad eléctrica o térmica, a la dureza, a la solubilidad relativa en diversos solventes). La clasificación es una actividad específica y necesaria dentro del esquema de construcción de marcos teóricos, pero es preciso establecer que no son más que intentos de poner orden en la construcción de modelos para la interpretación de la realidad. Se hace necesario, en este sentido, trabajar con los alumnos/as sobre tal aspecto como parte de los procedimientos propios del quehacer científico y mostrar su necesidad y su utilidad, así como enfatizar su carácter arbitrario y funcional. De este modo, en la tarea de aula, habrá que investigar si son metales o no metales, si son materiales sintéticos o naturales, si son potencialmente contaminantes o biodegradables, si forman parte de la materia viva o inerte. De tal modo, se pretende vincular la diversidad de materiales encontrados en el planeta, su origen y sus usos, mostrando la unidad de la constitución de la materia desde la corteza terrestre hasta los organismos vivos.

Un aspecto a tener en cuenta al trabajar con materiales concretos o experiencias de laboratorio es la seguridad. Es decir, se debe enseñar al mismo tiempo que la observación y la clasificación o el registro, los cuidados que se deben tener al trabajar con los materiales, generando una actitud de responsabilidad en relación con la seguridad propia y la de los compañeros. Esta es una actitud de carácter general en la formación integral de las personas y que es propicio fortalecer desde esta área, en la que resulta específica.

Asimismo, resulta pertinente la elaboración por parte de los alumnos/as de hipótesis o conjeturas acerca de cuáles serían los materiales más adecuados para determinados usos a partir del reconoci-

miento de sus propiedades. Vinculando lo aprendido con las aplicaciones tecnológicas que de ellos se hace a diario y evidenciando que tales aplicaciones encuentran su fundamento en razones teóricas.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Elaborar escalas sobre las propiedades analizadas y utilizarlas para comparar los valores de las mismas para diversos materiales.
- Determinar experimentalmente las propiedades físicas y/o químicas de diversos materiales de uso habitual.
- Comunicar en forma oral y escrita las observaciones realizadas en diversos registros (tablas de datos, cuadros de doble entrada, esquemas y dibujos), así como en diversos tipos de texto (informes y otros).
- Clasificar los materiales de acuerdo a diversos criterios (origen, capacidad de conducir la corriente, capacidad de conducir el calor, capacidad de disolverse en diferentes solventes, etc.).
- Generar hipótesis sobre los posibles usos de diversos materiales en la construcción de objetos con fines determinados de acuerdo a sus propiedades.

Las mezclas

Las mezclas. Clasificación: mezclas homogéneas (soluciones) y heterogéneas. Concepto de soluble – insoluble. Conceptos de fase y componente. Métodos de separación de fases y componentes. Clasificación de métodos. Diseño y utilización de dispositivos experimentales para la separación de fases y componentes, de acuerdo con las propiedades de las sustancias que los conforman.

Con estos contenidos se trabajará la noción de sistema material. Las propiedades de los materiales remiten a la clasificación en propiedades intensivas y extensivas y a la posibilidad de constituir sistemas materiales homogéneos y heterogéneos de acuerdo a los valores de las primeras. Es importante evidenciar que tanto en los sistemas heterogéneos como en las soluciones se trata de mezclas de dos o más sustancias donde la diferencia está dada por los valores de sus propiedades intensivas. Así se establece la diferencia entre soluciones y mezclas heterogéneas.

Resulta de interés mostrar que tal como se presentan los objetos y los materiales en la vida cotidiana, las mezclas están lejos de ser artificios de laboratorio, dado que, en el mundo natural, los materiales aparecen mezclados. Desde este punto de vista, las mezclas son lo más frecuente de encontrar y es allí donde aparece el problema: la utilización de los recursos naturales –como el suelo, el aire, el agua que bebemos– para su explotación, requiere conocer su composición y resolver cómo separar los componentes para su posterior utilización. Por lo tanto hay aquí una gran riqueza para el trabajo escolar, utilizando como sistemas de estudio, objetos o porciones de materiales presentes en la cotidianeidad. Se diseñarán dispositivos experimentales que permitan comprobar que no son materiales de composición única, sino mezclas de diversas sustancias que pueden ser separadas. Con métodos mecánicos para separar las fases se procura introducir su concepto como porción homogénea de un sistema. Desde allí, la posibilidad de que cada porción homogénea no necesariamente está formada por una única sustancia permite la elaboración de hipótesis utilizando dispositivos experimentales para tratar de separarlas, mostrando el fundamento de cada técnica a utilizar y cómo la elección de las mismas está determinada por el tipo de sistema y las propiedades de las sustancias que los constituyen. De este modo, se arriba a la noción de sustancia, pilar de la comprensión química de los fenómenos.

Los alumnos/as en este recorrido construirán la idea de que los materiales están formados, muchas veces a partir de mezclas de una o más sustancias, eliminando ideas arraigadas tales como que la cerveza, el agua corriente, los aceites o los perfumes son sustancias. En este sentido, resulta pertinente utilizar estos materiales de uso frecuente en la vida cotidiana y explorarlos, por medio de una observación sistemática, así como intentar métodos de separación que permitan decidir con criterio fundado si se trata de sustancias o de mezclas, sean estas soluciones o mezclas heterogéneas.

Al trabajar estas cuestiones es importante pensar en mezclas de diversos orígenes y composición, sin descuidar las mezclas orgánicas. Los derivados del petróleo ofrecen una buena posibilidad ya que permiten trabajar los procesos de destilación fraccionada y, al mismo tiempo, las cuestiones tecnológicas y de im-

pacto ambiental e integrar con el resto de las temáticas del área como tecnología, energía y ambiente. En este caso, la indagación puede ser llevada adelante, a falta de equipos adecuados, mediante la búsqueda bibliográfica, planteada como un problema a resolver que permite las integraciones antes mencionadas.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Clasificar sistemas materiales de acuerdo a las fases que los componen.
- Separar las fases de un sistema, a partir de ciertas propiedades de las sustancias que lo componen (por ejemplo la solubilidad selectiva en algún solvente como el agua o su densidad, o sus propiedades magnéticas, o el tamaño de los objetos o partículas que los componen).
- Separar los componentes de una solución de acuerdo a las características de las sustancias que la componen.
- Diseñar e implementar dispositivos que impliquen el uso de técnicas de separación de fases y componentes de un sistema dado.

El agua

El agua como sustancia. Agua y sus propiedades. El agua corriente como mezcla. Fuentes de obtención de agua. Usos del agua: industriales, cotidianos, tecnológicos. Peligros y alcances de los procesos que causan su contaminación. El agua y la vida. Agua destilada, agua potable, agua corriente de red. Procesos de potabilización.

Los contenidos referidos en este núcleo apuntan a integrar especialmente la formación científica con la formación ciudadana y ambiental, imprescindibles para la formación básica de los alumnos/as.

En este recorte, se establecen las características del agua, vinculadas con los conceptos de sustancia y de mezcla. Es habitual que se trabaje sobre el agua pensándola desde su composición molecular y definiéndola en tanto sustancia pura, derivándose de su composición y estructura una serie de propiedades que permiten comprender sus peculiaridades. Sin embargo en este contexto, es otro el recorte de contenidos que interesa, dado que no se trabaja con la estructura molecular, ni se pretende la explicación de sus características a partir de las fuerzas intermoleculares, sino hacer un abordaje basado en sus propiedades observables y los usos y riesgos asociados en torno del agua como recurso.

Así, se pretende describir las propiedades (incluso medir sus puntos de ebullición y fusión, su densidad en distintos estados, su capacidad de disolver sustancias muy diversas) y en base a ellas, mostrar por qué el agua se convierte en una sustancia esencial para los organismos vivos. Los contenidos de este núcleo permiten establecer vinculaciones relevantes y pertinentes con conceptos de otros ejes (energía, sistemas materiales, interacciones de los organismos y el ambiente, entre otros).

Es importante distinguir la noción de agua, entendida desde el punto de vista químico como sustancia formada por los elementos hidrógeno y oxígeno, del agua tal como se nos presenta en la cotidianeidad –la que recibimos para su consumo en la ciudad o el agua en los lagos, mares y ríos–. En este sentido buena parte de las características, por ejemplo su conductividad eléctrica, derivan de que en el mundo natural el agua no se presenta como una sustancia pura, sino como una mezcla, muchas veces homogénea, pero conteniendo otras sustancias. Es pertinente –si no se trabajó este aspecto en el núcleo correspondiente a mezclas–, utilizar los conocimientos construidos sobre sistemas materiales y métodos de separación para decidir con fundamento si el agua que consumimos es una sustancia o una mezcla, y tratar los procesos de potabilización, la destilación del agua y los usos industriales, cotidianos, agropecuarios y tecnológicos. Las problemáticas a plantearse son variadas y numerosas y permiten regionalizar el tratamiento a partir de problemas reales o hipotéticos que resulten pertinentes. A modo de ejemplo se proponen los problemas de cuántos litros de agua se necesitarían para fabricar diferentes productos (un automóvil, una vivienda, una lapicera o una resma de papel), o en qué medida los residuos industriales que son desechados pueden causar contaminación en acuíferos, o cuáles serían los costos de potabilización del agua en distintas regiones, o de qué formas se podría evitar su derroche en los usos domésticos o industriales, o cuáles serían las fuentes de obtención de agua, por citar sólo algunos. Un posible problema a plantear sería investigar cuántos litros de agua se utilizan durante el verano para cambiar el agua de las piletas, cada cuanto tiempo, como

podría hacerse para disminuir la frecuencia de cambio – por ejemplo construir o diseñar dispositivos para tal fin como el desionizador- o utilizar el recurso posteriormente para otros usos. Esto permitiría poner el tema del agua en el punto en que la ciencia y la tecnología se tocan con la cuestión socioambiental y da pie a múltiples integraciones incluso con el área de Ciencias Sociales.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Reconocer la importancia del agua como recurso a partir de la interpretación de sus propiedades físicas y químicas en relación con los sistemas biológicos y sus aplicaciones tecnológicas.
- Describir las características específicas del agua y explicar su comportamiento en situaciones cotidianas (por ejemplo: en la formación de glaciares, en las precipitaciones).
- Determinar las propiedades físicas del agua mediante los dispositivos experimentales adecuados (punto de fusión, punto de ebullición, color, olor, sabor, densidad, peso específico, conductividad eléctrica).
- Comunicar en forma oral y escrita las observaciones realizadas en diversos registros (tablas de datos, cuadros de doble entrada, esquemas y dibujos), así como en diversos tipos de texto (informes y otros).
- Argumentar sobre las formas de utilización del agua que ayuden a preservar el recurso.

Energías, cambio y movimientos

En este eje se organizan los aspectos relativos a las explicaciones energéticas de distintos fenómenos, las transformaciones de la energía y las descripciones de los movimientos.

Las energías: diversidad y cambio

Cualidades de la energía: presencia en toda actividad, posibilidad de ser almacenada, transportada, transformada y degradada. Energía mecánica, eléctrica, química, nuclear. Luz y sonido. Noción de conservación de la energía. Elaboración de explicaciones de fenómenos en términos de intercambio o transformaciones energéticas.

A través de las distintas formas de energía pueden describirse e interpretarse fenómenos tan disímiles como el calentamiento de una pava, el movimiento de las aspas de un molino, el encendido de una lamparita o la fotosíntesis. La diversidad de formas de energía y su aparición en contextos tan variados como la industria o la nutrición hacen que el empleo de este concepto evidencie semejanzas entre capítulos diversos de la Física que por sus objetos de estudio parecen no tener puntos en común (termodinámica, cinemática, mecánica, dinámica). La energía surge entonces como una forma nueva de "hablar" acerca de los fenómenos físicos interpretados como intercambios energéticos.

Estos contenidos y las habilidades descriptas se promueven favoreciendo los procedimientos vinculados al registro sistemático y la clasificación, comenzando con el análisis de fenómenos cotidianos o de los procesos naturales en los que se manifiestan las transformaciones de la energía.

Por otra parte el interés de este núcleo no está basado en un listado de formas de energía, ni en su cálculo a partir de fórmulas o leyes, sino en el uso de este concepto global para unificar la visión de una gran familia de fenómenos naturales o tecnológicos.

La diversidad de formas de energía permite encontrar puntos comunes entre fenómenos, aparentemente distintos, pero en los cuales el proceso de intercambio energético es similar. Por ejemplo, el viento que mueve un molino, el movimiento de las mareas, una catarata que mueve una rueda, o una flecha que atraviesa un blanco, representan procesos en los cuales hay una transformación de energía cinética en otro tipo de energía. Es importante que el alumno/a pueda visualizar e interpretar que, más allá de cuál sea el objeto en movimiento, todos ellos tienen en común la capacidad de producir un trabajo a partir de ese movimiento. Esta búsqueda de denominadores comunes permite ir construyendo la noción de energía a partir de la *unidad en la diversidad* de los distintos fenómenos referidos.

La clasificación es otro concepto importante a trabajar con los alumnos/as de 1er año, sobre todo en lo que refiere a su arbitrariedad y a su comunicabilidad. El análisis de las distintas clasificaciones de las energías que

existen en los textos escolares es un ejercicio interesante ya que aparecen clasificaciones de las energías basadas en: los objetos involucrados (eólica, solar, mareomotriz), los fenómenos que implica (cinética, potencial, térmica, eléctrica), o en el tipo de recurso que se emplea (renovables, naturales, no renovables, etc.).

Simultáneamente con las clasificaciones y la descripción de los intercambios se pretende comenzar a tratar la noción de conservación de la cantidad de energía –a profundizarse más adelante en el ciclo–, para lo cual se procura introducir las unidades más frecuentes en las que se mide (joule, caloría y kwxh) para cuantificar consumos y gastos energéticos en distintos procesos. En tal sentido, una actividad posible es el análisis del uso cotidiano y/o domiciliario de la energía. A partir de las boletas de servicios de la familia, o de la escuela o de algún ámbito de interés pueden hacerse seguimientos cuantitativos de la cantidad de energía consumida en distintos meses, de los tipos de energía más utilizadas según la época del año, usando distintos formatos para representarlos y compararlos (en forma de tablas o gráficos de barras) y determinarse si toda la energía que consumimos es aprovechada o desperdiciada innecesariamente.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Conocer y reconocer las formas más comunes de energía (cinética, potencial, eléctrica, térmica, química, etc.) utilizadas en su entorno cercano.
- Identificar los tipos de energía que están presentes en un proceso o fenómeno.
- Interpretar fenómenos de su entorno a partir de intercambios de energía (intercambio de calor o trabajo).
- Utilizar las unidades más frecuentes para cuantificar y comparar cantidades de energía involucradas en distintos procesos (joules, calorías, kwxh).
- Comprender los orígenes de las distintas energías que consume diariamente y valorar los costos sociales y materiales de su producción.

Intercambios de energía

Fenómenos ondulatorios: luz y sonido. Propagación de energía sin transporte de materia. Mecanismo de intercambio de calor: conducción, convección y radiación. La energía y la sociedad actual. Intercambios de energía a través de luz y sonido. Características ondulatorias de los mismos. El uso y la degradación de la energía.

Se tratarán los fenómenos ondulatorios desde dos perspectivas: por un lado sus características (longitud de onda y velocidad de propagación) y se tratarán los intercambios de energía más sencillos como la emisión o absorción de luz y de sonido.

Al igual que en el núcleo anterior se trabajará sobre las unidades en que se miden estas magnitudes así como los valores característicos de velocidades de propagación del sonido, las ondas en un líquido y la luz, para establecer a partir de sus conocimientos comparaciones y explicaciones de algunos fenómenos (como el trueno y su defasaje del rayo).

En lo que respecta a los particulares intercambios de energía en forma de sonido y de luz, se espera un tratamiento cualitativo –no tanto del fenómeno sonoro o lumínico– sino de las fuentes que producen la luz y el sonido y cómo se transmite transmitir la energía a distancia sin transporte de materia, en forma de ondas (por ejemplo el trueno y el rayo).

La presentación y análisis de la clasificación de la formas de intercambio de calor como conducción, convección y radiación, pone especial hincapié en la presencia de los tres mecanismos de intercambio aunque en algunos casos puede estudiarse el calentamiento o enfriamiento de un cuerpo partir de la primacía de uno solo de ellos.

Otro aspecto a trabajar, es el vinculado con los recursos energéticos, su degradación y el uso diario que hacemos de la energía. En tal sentido, es importante mostrar el papel que desempeña la energía (combustibles, energía eléctrica, etc.) en las sociedades modernas, al punto que se ha tornado un bien de consumo y hasta de conflicto.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Reconocer los principales mecanismos de intercambio de energía que se dan a su alrededor.
- Reconocer algunas de las maneras en que puede transmitirse o intercambiarse energía (luz y sonido),
- Elaborar hipótesis acerca del mecanismo de intercambio de energía que predomina en un determinado proceso.

Los movimientos: descripción y representación

Análisis de distintos movimientos y variaciones temporales de fenómenos y objetos. Uso de distintas representaciones de los movimientos: gráficos y otras. Noción de velocidad y su uso para la interpretación de gráficos y tablas.

A través del análisis y descripción de movimientos sencillos y en forma cualitativa se procura el abordaje desde dos aspectos diferenciados y complementarios: por una parte la comprensión y el análisis de los movimientos y las variaciones y por el otro el uso de distintas técnicas de representación como gráficos, tablas de valores e inclusive textos para su descripción.

Se pretende que estos contenidos sean tratados a largo del año centrándose en la descripción de cantidades que varíen con el tiempo. Pueden ser las conocidas de la cinemática tradicional, como posiciones o distancias recorridas, y también otras como niveles del líquido en una botella que se llena, el crecimiento de las hojas o de las raíces de una planta, la variación de la talla de los alumnos/as a lo largo del año, etc. De esta manera, al no circunscribirse a la descripción de los movimientos sino a las variaciones en general se promueve una visión más amplia y a la vez más "cercana" al alumno/a que la de variación temporal.

A través de esta diversidad se procura la exploración de las distintas formas de representación, la selección de las más adecuadas para cada tipo de variación (seleccionando unidades y escalas de representación), la elaboración de predicciones cualitativas de comportamientos (en qué época crece más rápido una planta, cuándo se llena más rápido una botella al final o al principio, etc.) e inclusive su puesta a prueba.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Describir movimientos y/o variaciones de objetos o fenómenos de su entorno utilizando conceptos y términos adecuados (velocidad, tiempo, etc.).
- Seleccionar las técnicas y las magnitudes más apropiadas para la descripción.
- Hacer predicciones cualitativas respecto del movimiento o la variación estudiados.

La Tierra y el Universo

Los objetos del Sistema Solar y sus movimientos

El Universo, sus componentes y escalas. El Sistema Solar: sus componentes, tamaño y distancias. Descripción del cielo nocturno. Las formas de observación. El movimiento aparente de los astros y planetas. La evolución de las concepciones acerca de nuestro lugar en el Universo: del geocentrismo al Sistema Solar.

Los contenidos trabajados en este núcleo durante este año se vinculan con una primera aproximación cuantitativa al estudio del movimiento del planeta, su ubicación en el Sistema Solar y los efectos aparentes de los movimientos de la Tierra.

Estos contenidos pueden relacionarse de manera directa con los del eje de la energía y los movimientos, y en particular con las habilidades de descripción e interpretación de los movimientos. Es de especial interés el trabajo con las distintas cosmovisiones que se originan a partir de las interpretaciones que pueden darse a los movimientos aparentes de los planetas y astros en el cielo. Es interesante trabajar a partir de observaciones del cielo nocturno planteando debates y búsqueda de información acerca del geocentrismo o heliocentrismo a partir de las evidencias históricas y actuales (fotos satelitales y otras fuentes).

Si bien la descripción de los componentes del sistema solar es un tema ya trabajado en el nivel educativo anterior, en esta ocasión se le brinda la impronta de un carácter cuantitativo, no a partir de leyes sino en lo que respecta al tratamiento y uso de dimensiones y escalas para analizar la corrección de los modelos que se hacen habitualmente del sistema solar y buscando regularidades entre períodos de orbitación y dis-

tancias al Sol que en los años subsiguientes se tratarán cuantitativamente con las leyes de Kepler. Pueden, una vez introducido el valor de la velocidad de la luz, analizar la escala del Sistema Solar en minutos-luz, y comparar estos valores con otras distancias astronómicas y con los valores expresados en otras unidades.

Al igual que en los demás contenidos de Ciencias Naturales es fundamental el trabajo desde la observación y la investigación bibliográfica, estimulando el registro y el análisis de los datos y la descripción y comunicación a través de distintas estrategias (dibujos, relatos), para llegar luego al uso de modelos (a escala) para la interpretación de los fenómenos como las fases de la Luna o los eclipses.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Conocer los componentes del Sistema Solar (Sol, planetas, satélites, asteroides) y sus dimensiones características (duración de periodos, distancias, entre otros).
- Comparar dimensiones y distancias típicas del Sistema Solar.
- Describir e interpretar los movimientos aparentes de los objetos en el cielo.
- Reconocer el carácter relativo de los movimientos y sus consecuencias en las concepciones científicas.

La interacción y la diversidad en los sistemas biológicos

La Vida: Unidad y Diversidad

La vida y sus características: Características de los seres vivos: composición química, organización, relación con el medio, regulación, ciclo vital, programa genético y evolución. Los procesos de nutrición, relación y reproducción. La construcción de criterios de clasificación para agrupar a los seres vivos.

A partir de la identificación de las características de los seres vivos, se procura la construcción de un marco referencial de atributos comunes a todos los organismos con relación a: composición química, organización, relación con el medio, regulación, ciclo vital, programa genético y evolución, permitiendo una aproximación a la conceptualización de los procesos de nutrición, relación y reproducción, así como a la construcción de criterios de clasificación alternativos a los empleados para agrupar a los seres vivos en las clásicas cinco categorías taxonómicas.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán:

- Identificar las características que comparten los seres vivos.
- Clasificar los seres vivos de acuerdo a diversos criterios (según su nutrición, la cantidad y tipo de células que los conforman, su ciclo de vida, su hábitat).
- Comunicar con vocabulario preciso la finalidad de los procesos de nutrición, de relación y de reproducción.

La diversidad de formas y funciones como consecuencia del proceso evolutivo. Los niveles de organización de los seres vivos: propiedades emergentes.

Si bien los seres vivos comparten un conjunto de características, existe gran diversidad de formas y funciones como consecuencia del proceso evolutivo. En tal sentido se procura el análisis de los niveles de organización biológicos desde las propiedades emergentes, poniendo el énfasis en los niveles de organismo y de sistemas.

El análisis de textos periodísticos y de divulgación pretende la reestructuración o la ampliación de las ideas previas que los alumnos/as han construido con relación a la Biodiversidad, su importancia y las causas y consecuencias de su alteración por parte de las actividades humanas.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán:

- Reconocer las propiedades emergentes y dar ejemplos de organismos correspondientes a los diversos niveles de organización.
- Justificar sus opiniones desde una validación científica.

Los seres vivos como sistemas abiertos que intercambian materia y energía

- Las plantas como sistemas autótrofos .

Estructuras vegetales implicadas en los procesos de nutrición, relación y reproducción. La observación, registro y análisis de los cambios producidos en los vegetales durante su ciclo de vida. Identificación de los factores que interactúan en la nutrición vegetal. Búsqueda, organización y comunicación de información desde diversas fuentes y códigos expresivos.

Desde la interacción de los alumnos/as con diversidad de plantas, se propone el diseño e implementación de experiencias y experimentos sencillos de modo de promover el acercamiento a la identificación de estructuras y procesos específicos con relación a las funciones de:

- *Nutrición*, desde la incorporación, el transporte y transformación de sustancias y las transformaciones energéticas relacionadas con los procesos metabólicos como la fotosíntesis y la respiración. La elaboración de diseños experimentales utilizando diversos fertilizantes permite la observación, el registro de datos en tablas y cuadros y la comparación del crecimiento de las plantas con y sin agregados, así como la identificación de algunos de los factores (como luz, agua, temperatura, nutrientes) que interactúan en la regulación del crecimiento.
- *Relación* y la respuesta a estímulos ambientales. La experimentación con las respuestas de las plantas a algunos estímulos ambientales como luz o agua, permite la ejercitación en técnicas de medición, destrezas de incorporación e interpretación de información y estrategias investigativas como la reflexión sobre lo producido y las estrategias empleadas.
- *Reproducción*, desde la identificación y descripción de atributos morfológicos específicos productores de gametas o esporas –más o menos conspicuos–, se pretende la relación con los procesos de reproducción sexual y asexual, así como con los ciclos de vida de los grupos más representativos de plantas (sin semillas y con semillas).

De tal modo utilizando como estrategia de trabajo el uso de situaciones problemáticas abiertas, se promueve el acercamiento de los alumnos/as a los procesos relativos a la construcción del conocimiento científico. En tal sentido es necesario considerar la construcción y reconstrucción de modelos interpretativos con relación a la estructura y fisiología vegetal y sus ciclos de vida. Asimismo, la lectura de experimentos históricos y el análisis del contexto socio cultural en el que fueron producidos aportan a la discusión acerca del carácter cambiante y provisorio del conocimiento científico.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán:

- Identificar estructuras vegetales implicadas en los procesos de nutrición, relación y reproducción.
 - Diseñar e implementar experiencias y experimentos con relación a la nutrición vegetal y los factores que en ella inciden.
 - Comunicar en forma oral y escrita las observaciones realizadas en diversos registros (tablas de datos, cuadros de doble entrada, esquemas y dibujos), así como en diversos tipos de texto (informes y otros).
- **Los animales como sistemas heterótrofos por ingestión**

Estructuras animales implicadas en los procesos de nutrición, relación y reproducción. La observación, registro y análisis de los tipos de alimentación de vertebrados e invertebrados. Búsqueda, organización y comunicación de información desde diversas fuentes y códigos expresivos.

Desde la interacción de los alumnos/as con diversidad de animales, el diseño e implementación de experiencias y experimentos sencillos promueven el acercamiento a la identificación de estructuras y procesos específicos con relación a las funciones de:

- *Nutrición*, desde la incorporación por la digestión y la respiración, el transporte por la circulación, la transformación de sustancias y las transformaciones energéticas relacionadas con los procesos metabólicos y la eliminación de desechos metabólicos por la excreción. La elaboración de diseños experimentales permite la observación, el registro de datos en tablas y cuadros y la comparación entre los tipos de alimentación de vertebrados e invertebrados, así como las estructuras involucradas y los comportamientos relacionados con ellas.
- *Relación*, la respuesta a estímulos ambientales.

- *Reproducción*, desde la identificación y descripción de atributos reproductivos específicos.

En este sentido para la construcción de destrezas específicas es significativo el montaje de un acuario o de un terrario a lo largo del año –o al menos gran parte del ciclo lectivo– para el mantenimiento de animales (peces, caracoles, lombrices, entre otros), de modo de promover no sólo la responsabilidad individual y grupal, sino también la observación sistemática, el registro y organización de datos, la elaboración y contrastación de hipótesis surgidas durante la interacción de los alumnos/as con el dispositivo elegido.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán:

- Describir someramente los procesos involucrados en las funciones de nutrición, relación y reproducción en animales vertebrados e invertebrados.
- Diseñar e implementar experiencias y experimentos con relación a la nutrición animal y los factores que en ella inciden.
- Registrar información de diversas fuentes (observación directa, bibliográfica, multimedia).
- Comunicar en forma oral y escrita las observaciones realizadas en diversos registros (tablas de datos, cuadros de doble entrada, esquemas y dibujos), así como en diversos tipos de texto (informes y otros)

- **Los hongos como sistemas heterótrofos por absorción**

Estructuras de los hongos implicadas en los procesos de nutrición, relación y reproducción. La observación, registro y análisis de los tipos de nutrición de los hongos y su importancia para el hombre y el ambiente. Búsqueda, organización y comunicación de información desde diversas fuentes y códigos expresivos.

Desde la interacción de los alumnos/as con organismos unicelulares y pluricelulares del Reino de los Hongos, el diseño e implementación de experiencias y experimentos sencillos promueven el acercamiento a la identificación de estructuras y procesos específicos con relación a las funciones de:

- *Nutrición*, desde el reconocimiento de los tres sistemas de vida a partir de la absorción de compuestos orgánicos digeridos extracelularmente: saprófita, parásita y simbiótica. En este sentido se propende al reconocimiento de las asociaciones simbióticas de los hongos como micorrizas y líquenes.
- *Relación*, la respuesta a estímulos ambientales.
- *Reproducción*, desde la identificación y descripción de los atributos reproductivos específicos más conspicuos.

Asimismo resulta pertinente la búsqueda y análisis de información periodística y de divulgación con relación a la importancia económica de los hongos, tanto por sus efectos benéficos como por los perjudiciales para el hombre y el medio.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán:

- Identificar estructuras de los organismos del Reino de los Hongos responsables de las funciones de nutrición, relación y reproducción.
- Interpretar los efectos que los hongos producen sobre la materia orgánica y sus consecuencias para la actividad humana y el medio.
- Comunicar en forma oral y escrita las observaciones realizadas en diversos registros (tablas de datos, cuadros de doble entrada, esquemas y dibujos), así como en diversos tipos de texto (informes y otros).

- **Los organismos microscópicos como sistemas autótrofos y heterótrofos**

Estructuras implicadas en los procesos de nutrición, relación y reproducción de bacterias y protistas. Efectos benéficos como los perjudiciales para la actividad humana y el medio. Búsqueda, organización y comunicación de información desde diversas fuentes y códigos expresivos.

Dadas las limitaciones que presentan el tamaño microscópico y la peligrosidad de este conjunto de organismos para la experimentación, resulta pertinente promover la búsqueda y análisis de información periodística y de divulgación con relación a la importancia económica de los microorganismos, tanto por sus efectos benéficos como por los perjudiciales para el hombre y el medio.

La diversidad de organismos microscópicos procura el acercamiento a la identificación de estructuras y procesos específicos con relación a las funciones de:

- *Nutrición* autótrofa y heterótrofa. Al respecto es importante considerar la integración de estos temas con los desarrollados en "Las energías: diversidad y cambio".
- *Relación* y la respuesta a estímulos ambientales.
- *Reproducción*, desde la identificación y descripción de atributos reproductivos específicos.

Identificadas las diferencias entre células procariotas -con las bacterias- y eucariotas, para el caso de los organismos del Reino Protista-, se plantea la aproximación al concepto de virus y sus implicancias en la dinámica de los procesos de la naturaleza.

Asimismo, y desde los microorganismos de interés sanitario, se propone la investigación con relación a los mecanismos de los efectos patógenos, así como las medidas de prevención más convenientes para evitar la infección con los mismos.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán:

- Caracterizar a los organismos microscópicos desde los efectos benéficos como los perjudiciales para la actividad humana y el medio.
- Comunicar en forma oral y escrita las observaciones realizadas en diversos registros (tablas de datos, cuadros de doble entrada, esquemas y dibujos), así como en diversos tipos de texto (informes y otros).

- **Las relaciones tróficas entre los seres vivos**

La representación de las relaciones entre los seres vivos en redes tróficas relacionando los distintos modelos de nutrición. Los factores que inciden en la alteración de la dinámica de los ecosistemas.

Este núcleo de contenidos procura establecer un marco particular para la integración de los contenidos relacionados con contenidos disciplinares de Biología, Física y Química. Por ello es que resulta conveniente plantearlo desde el contexto ambiental en el que se desenvuelven los alumnos/as poniendo en práctica una salida a campo de modo de identificar los grupos de seres vivos que interactúan en un ambiente particular. Desde este marco, los alumnos/as pueden proponer las relaciones tróficas entre los organismos representándolas en redes alimentarias alternativas.

Asimismo la elaboración de hipótesis acerca de los efectos en la dinámica de los ecosistemas provocados por la desaparición y/o introducción de especies en las tramas tróficas permite la puesta en juego de actividades de debate o discusión.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán:

- Representar en redes las relaciones tróficas de diversos ecosistemas vinculado con los distintos modelos de nutrición.
- Adoptar posturas críticas frente a los factores que inciden en la alteración de la dinámica de los ecosistemas.

El cuerpo humano como sistema

Integración de funciones y procesos en el organismo humano. Estructuras implicadas en los procesos de nutrición, relación y reproducción. Los cambios físicos en el adolescente. Alimentos, nutrientes y dieta saludable.

Sin incurrir en la mera descripción de la morfología de los diversos sistemas que conforman al organismo humano se procura enfatizar las interrelaciones entre los distintos sistemas de nutrición, de coordinación y control y de reproducción. Se propone asimismo la indagación acerca de los diferentes nutrientes que se obtienen de los alimentos y las funciones que cumplen en el organismo humano de modo de interpretar su relación con la salud, en particular la del adolescente. Este núcleo temático intenta promover no sólo la reestructuración y/ o ampliación de las ideas que los alumnos/as han construido respecto de nutrición y alimentación, sino también la toma de decisiones responsables respecto de la dieta saludable.

Dados la edad de los alumnos/as y los cambios que manifiestan, se plantea identificar las características generales de los cambios físicos que se desarrollan en la pubertad y la adolescencia como parte del desarrollo y cambio del cuerpo humano a lo largo de la vida. Dados las inquietudes e intereses que se producen en el tratamiento de la temática, es fundamental la elaboración de una propuesta de enseñanza en la cual el tratamiento de lo físico sea considerado como un elemento orgánico que sustenta la construcción de una identidad sexual, pero que no se reduce a ella. Para esto es preciso contar con el aporte del docente de la materia y la colaboración de otros docentes y actores institucionales o comunitarios que permitan trabajar la sexualidad desde su inscripción social, cultural y familiar.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos de este núcleo los alumnos/as podrán:

- Describir las principales funciones de los órganos del cuerpo humano y explicar las interacciones entre ellos.
- Concebir al organismo humano como un sistema complejo, abierto, coordinado y que se reproduce, analizando desde este punto de vista las problemáticas relacionadas con la salud y las acciones que tiendan a la prevención.
- Ubicar las características físicas de los cambios corporales y la función reproductora del organismo humano como un aspecto de la construcción de la identidad sexual.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

LAS TAREAS DEL DOCENTE

En este apartado se hacen algunas reflexiones acerca de qué actividades y qué tareas resultan oportunas para trabajar en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales tendiendo a los propósitos de la materia, así como reflexionar en torno de qué lugares deben ocupar alumnos/as y docentes en las clases de ciencias.

Lo propio de la escuela -y en lo que resulta irremplazable como institución social- es generar una comunidad de prácticas culturales. Entre esas prácticas culturales tienen su lugar los modos de hacer y pensar específicos de las ciencias naturales que deben ponerse a circular para ser construidos y distribuidos, de modo que la actividad humana vinculada al hacer ciencia cobre sentido en todas sus dimensiones e implicancias: lógicas, éticas, epistemológicas. El docente ocupa un lugar central como adulto formado en ese ámbito y capaz de desplegar las estrategias necesarias y pertinentes para acompañar y enriquecer los procesos de construcción de conocimiento en los alumnos/as.

Desde esta concepción, las tareas de enseñanza que el docente debe desplegar en Ciencias Naturales son, entre otras:

- Crear un ambiente participativo y comprometido con las actividades de aprendizaje de ciencia escolar.
- Considerar como parte de la complejidad de la enseñanza de conceptos científicos, las representaciones y marcos conceptuales con los que los alumnos/as se aproximan a los nuevos conocimientos.
- Plantear problemas, a partir de situaciones cotidianas y/o hipotéticas, en las que se pongan en acción los modelos y marcos teóricos con los que se quiere trabajar.
- Favorecer el encuentro entre la experiencia concreta y las teorías científicas que den cuenta de los fenómenos implicados.
- Generar espacios de trabajo colaborativo entre pares para favorecer la confrontación de ideas científicas y los procesos de expresión de las mismas.
- Modelizar, desde su actuación, los modos particulares de pensar y hacer que son propios de las ciencias experimentales. En este sentido, el pensamiento en voz alta y otras estrategias semejantes, permiten al alumno/a visualizar como un adulto competente en estas cuestiones, piensa y resuelve los problemas específicos que se le presentan.
- Diseñar actividades experimentales y salidas de campo con una planificación previa que permita entender y compartir el sentido de las mismas dentro del proceso de aprendizaje.
- Explicitar los motivos de las actividades propuestas, así como los criterios de concreción de las mismas y las demandas específicas que se plantean a los alumnos/as para la realización de sus tareas de aprendizaje en ciencias naturales.
- Trabajar con los errores de los alumnos/as como fuente de información de los procesos intelectuales que están realizando y gestionar al error como parte de un proceso de construcción de significados.
- Poner en circulación en el ámbito escolar el "saber ciencias", el "saber hacer en ciencias" y saber sobre las actividades de las ciencias en sus implicancias éticas, sociales y políticas.
- Evaluar las actividades con criterios explícitos concordantes con las tareas propuestas y los objetivos de aprendizaje que se esperan alcanzar.

ACTIVIDADES QUE PROPICIAN APRENDIZAJES ESPECÍFICOS DE CIENCIAS NATURALES

De acuerdo con el enfoque de enseñanza para la materia y en consonancia con los propósitos establecidos para la misma en el presente diseño, se propone el modelo investigativo como modelo de trabajo con los alumnos/as, ya que implica un conjunto de actividades específicas y orientaciones precisas sobre el trabajo escolar como los procesos de resolución de problemas en los que se incluyen los procedimientos específicos del saber hacer en ciencias y aquellos ligados a la búsqueda, el tratamiento y la comunicación de la información.

Leer y escribir en Ciencias Naturales

En el contexto de la ciencia escolar, las actividades vinculadas con la expresión de las ideas resultan centrales. La comunicación (de ideas y/o resultados) es una actividad central para el desarrollo científico y es por tanto una actividad pertinente y relevante en el ámbito del aprendizaje de la ciencia escolar. Lo que significa que deben ser explícitamente trabajadas dando tiempo y oportunidades para operar con ellas y sobre ellas.

La necesidad de explicar, justificar, argumentar sobre ideas, modelos, hipótesis o alternativas posibles, son parte del quehacer en ciencias naturales y por lo tanto se debe prestar especial atención a estas cuestiones a la hora de diseñar e implementar actividades con los alumnos/as.

Por otro lado, tienen un alto valor formativo en lo que respecta a la consolidación de actitudes propias de la convivencia democrática, como son el respeto y la valoración de las opiniones de otros y permiten discernir la claridad o veracidad de una argumentación, reconociendo enunciados científicos y distinguiéndolos de los pseudo científicos o de las meras opiniones.

Estas consideraciones implican que en la práctica concreta del trabajo escolar en ciencias naturales se lleven adelante las siguientes acciones:

- Leer y consultar diversas fuentes de información y contrastar las afirmaciones y los argumentos en las que se fundan con las teorías científicas que den cuenta de los fenómenos involucrados.
- Dar explicaciones antes de la lectura de un texto para favorecer la comprensión de los mismos y trabajar con y sobre los textos de ciencias en cuanto a las dificultades específicas que éstos plantean (léxico abundante y preciso, estilo de texto informativo, modos de interpelación al lector, etc.)
- Cotejar distintos textos, comparar definiciones, enunciados y explicaciones alternativas, por lo que se plantea la necesidad de seleccionar y utilizar variedad de textos, revistas de divulgación o fuentes de información disponiendo el tiempo y las estrategias necesarias para la enseñanza de las tareas vinculadas al tratamiento de la información científica.
- Trabajar sobre las descripciones, explicaciones y argumentaciones y fomentar su uso tanto en la expresión oral como escrita. Es importante tener en cuenta que estas habilidades vinculadas con la comunicación son parte del trabajo escolar en ciencias naturales y por lo tanto deben ser explícitamente enseñadas generando oportunidades para su realización. El trabajo con pares o en grupos colaborativos favorecen estos aprendizajes y permiten ampliar las posibilidades de expresión y circulación de las ideas y conceptos científicos a trabajar.
- Adecuar los textos a diferentes propósitos comunicativos (justificar, argumentar, explicar, describir) en ciencia escolar.
- Precisar los formatos posibles o requeridos para la presentación de informes de laboratorio, actividades de campo, visitas guiadas y descripciones.
- Comunicar a diversos públicos (alumnos/as más pequeños, pares, padres, comunidad) una misma información científica como forma de romper con el uso exclusivo del texto escolar.
- Explicar y delimitar las demandas de tarea hechas a los alumnos/as en las actividades de búsqueda bibliográfica o en la presentación de pequeñas investigaciones (problema a investigar, formato del texto, citas o referencias bibliográficas, extensión, ilustraciones) o todo elemento textual o paratextual que se considere pertinente.
- Orientar las actividades de los alumnos/as, siendo el docente el primer modelo de actuación. En este sentido, es importante que el docente lea textos frente a sus alumnos/as, en diversas ocasiones y con distintos motivos, especialmente cuando los mismos presenten dificultades o posibilitem la aparición de controversias o contradicciones que deben ser aclaradas, debatidas o argumentadas. La actuación de un adulto competente en la lectura de textos científicos ayuda a visualizar los procesos que atraviesa un lector al trabajar un texto de ciencia con la intención de conocerlo y comprenderlo.

Observar, describir y experimentar como procedimientos específicos del quehacer científico

Junto con los procedimientos referidos a la búsqueda y tratamiento de la información aparecen, en la actividad científica, otros que deben ser objeto de reflexión y enseñanza. La observación, la descripción, la experimentación y la búsqueda de soluciones a problemas planteados, son centrales y específicos en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales.

De acuerdo a los lineamientos del presente Diseño Curricular, en relación con la observación y la descripción, las actividades propuestas a los alumnos/as en las clases de ciencias naturales deben estar orientadas de tal modo que los alumnos/as aprendan a:

- observar y describir sistemáticamente los fenómenos;
- plantear problemas de la vida cotidiana y/o situaciones hipotéticas que impliquen los contenidos a enseñar;
- diseñar y/o realizar experimentos;
- plantear conjeturas e hipótesis;
- elaborar preguntas que permitan ampliar o reformular los conocimientos;
- establecer semejanzas y diferencias;
- clasificar de acuerdo a diversos criterios;
- construir y reconstruir modelos descriptivos o explicativos de fenómenos o procesos naturales;
- dar ejemplos de situaciones en las que se apliquen los contenidos aprendidos.

La observación y la descripción deben atender también a las diversas condiciones en que se realizan como:

- observación sin mediación de instrumentos;
- observación con instrumentos o equipos (lupas, microscopio óptico, termómetro);
- diferenciación entre lo inmediato de lo mediato comenzando a establecer la idea de proceso;
- utilización de registros y anotaciones;
- comunicación de la información y utilización de los datos relevados para inferir u obtener conclusiones posteriores.

Se busca que, a través de estas actividades, aparezcan y se trabajen con los alumnos/as:

- conflictos y contradicciones entre lo que conocen y lo desconocido a aprender;
- el interés por encontrar soluciones a problemas o preguntas nacidas de la propia necesidad de conocer sobre los temas propuestos;
- el planteo de hipótesis o conjeturas tentativas, al principio y modificables de acuerdo a los nuevos datos y marcos teóricos que se vayan incorporando;
- el diseño y/o implementación de experiencias que permitan contrastar las hipótesis planteadas;
- la profundización en los conceptos necesarios y precisos para responder a las preguntas o problemas formulados tal que el proceso de aprender esté en consonancia con las prácticas de la actividad científica.

El planteo de conjeturas o hipótesis exige del alumno/a que ponga en acción los conocimientos apropiados para la resolución de una situación, planteando alternativas de solución que puedan ser corroboradas o descartadas a partir de los elementos de la práctica experimental o de la búsqueda bibliográfica.

Plantear una conjetura o hipótesis implica que los alumnos/as:

- analicen la problemática planteada;
- comprendan, a partir de ese análisis, de qué se trata el problema y a qué conceptos remite ese fenómeno;
- reconozcan las características de la situación y las variables e invariantes presentes en la misma y decidan qué conocen y qué necesitan conocer sobre el tema;
- planteen alternativas de solución de acuerdo con los datos experimentales y/o los marcos teóricos propuestos;

- intervengan eficazmente cooperando con otros en la búsqueda de soluciones y construcción de nuevos conocimientos, lo que implica reconocer y atravesar confusiones, contradicciones, conflictos, así como entender la necesidad de explicar, argumentar y justificar las decisiones tomadas. Esta necesidad de clarificar y re-pensar sus propias ideas, de ponerlas en discusión con las de otros, dan sentido a las actividades vinculadas con la comunicación tanto oral como escrita –actividades significativas toda vez que el conocimiento socialmente construido atraviesa necesariamente todos los procedimientos mencionados en los ámbitos académicos y en los procesos de investigación científica–.

Trabajar con problemas

En la enseñanza de las ciencias la resolución de problemas es reconocida como parte fundamental de los procesos científicos, constituyendo una de las prácticas más extendidas. Sin embargo, habitualmente se trabaja con problemas cerrados de resolución casi exclusivamente cuantitativa con la cantidad de datos necesarios y suficientes, que sólo requieren de la aplicación de una ecuación o algoritmo conocido. Se enseñan así problemas-tipo cuyo único objetivo es la comprobación o el afianzamiento de cierto contenido. De este modo, la teoría se ilustra con los problemas juzgándose el resultado final y no el proceso de resolución, lo que implica que los alumnos/as pueden memorizar los algoritmos sin una comprensión cabal de los conceptos y marcos teóricos involucrados.

En el marco del presente Diseño Curricular, sin embargo, se entiende por resolución de problemas una propuesta metodológica ampliamente diferente a la mencionada utilizada en las clases tradicionales que implica que las situaciones que se planteen como problemas deberán:

- Promover la adquisición de procedimientos en relación con los métodos de trabajo propios de las ciencias naturales.
- Formular verdaderas cuestiones a resolver por los alumnos/as.
- Demandar el uso de estrategias para su resolución y por lo tanto la elaboración de un plan de acción en el que se revisen y cotejen los conceptos y procesos científicos involucrados y no sólo aquellos que presenten una estrategia inmediata de resolución –entendidos habitualmente como ejercicios–.
- Admitir varias soluciones o alternativas de solución.
- Integrar, en lo posible, estrategias experimentales (uso de instrumentos, recogida de datos experimentales, construcción de gráficos y esquemas, búsqueda de información de diversas fuentes, entre otras) y no ser exclusivamente problemas de lápiz y papel.
- Ampliar las posibilidades del problema no reduciéndolo a un tipo conocido.
- Posibilitar su enseñanza como un componente fundamental de la metodología de las ciencias cuando se enfrenta a una investigación.
- Permitir el debate de ideas y la confrontación de diversas posiciones en el trabajo grupal.

Investigar en Ciencias Naturales

Las investigaciones tal como son entendidas en el enfoque de este Diseño Curricular se orientan a poner a los alumnos/as frente a la posibilidad de trabajar los contenidos de la materia de forma integrada, permitiendo aprender simultáneamente con los marcos teóricos y conceptuales los procedimientos específicos de las ciencias naturales.

Las investigaciones pueden plantearse para resolver tanto problemas teóricos como prácticos. En los primeros, el interés está puesto en una situación vinculada con el marco teórico (por ejemplo, de qué depende la cantidad de calor que intercambia un cuerpo con el medio) y puede provenir de una hipótesis o predicción realizada en el desarrollo de un modelo teórico. En las investigaciones prácticas, las situaciones son más cercanas al contexto cotidiano y permiten poner el énfasis en la comprensión de los procedimientos de las ciencias, el planificar y realizar investigaciones aunque no estén orientadas a la obtención de conocimiento teórico (por ejemplo qué material resultaría más apto para una determinada finalidad).

Según las pautas que se ofrezcan a los alumnos/as para el trabajo, las investigaciones pueden ser **dirigidas** o **abiertas**. Esta división depende de muchos factores que el docente debe considerar como: el nivel de conocimiento de los alumnos/as respecto de conceptos y procedimientos que deban utilizarse, la disponibilidad de tiempos, la forma en que se define el problema, la diversidad de métodos de solución, entre otros. Como en todo aprendizaje el uso de investigaciones implica una gradualidad comenzando con trabajos más pautados hacia un mayor grado de autonomía de los alumnos/as, en la medida en que éstos adquieran las habilidades necesarias.

Al realizar investigaciones se ponen en juego, junto con el aprendizaje de conceptos, el de los procedimientos y destrezas específicos del quehacer científico, por lo cual no pueden reducirse a trabajos experimentales, sino que deben implicar procesos intelectuales y de comunicación -cada uno explícitamente enseñado y trabajado por y con los alumnos/as-. Tal como se las concibe en este diseño curricular, las investigaciones deben realizarse integralmente desde el inicio, dando oportunidades a los alumnos/as para aprender las técnicas, procedimientos y conceptos que resulten pertinentes en cada situación, en el curso mismo de la investigación.

Es necesario resaltar que la realización de una investigación no implica, necesariamente, el uso de laboratorio o de técnicas experimentales sofisticadas. Muchas y muy buenas investigaciones escolares pueden realizarse a través de búsquedas bibliográficas o por contrastación con experiencias sencillas desde el punto de vista técnico, cuya realización puede llevarse a cabo en el aula o aún en los hogares.

A modo de síntesis se mencionan, siguiendo a Caamaño³ (2003) algunas fases del proceso seguido durante las investigaciones que permiten orientar el trabajo:

- **Fase de identificación del problema:** en la que se permite a los alumnos/as la discusión de ideas que permitan identificar la situación a resolver, conceptualizarla, formular las posibles hipótesis y clarificar las variables a investigar.
- **Fase de planificación de los pasos de la investigación:** en la que se confeccionan los planes de trabajo y se los coteja con el grupo de pares y con el docente.
- **Fase de interpretación y evaluación:** en la que los datos relevados se valoran, se interpretan y se comparan con los de otros grupos y otras fuentes hasta establecer su validez.
- **Fase de comunicación:** en la que, mediante diversos formatos, se redactan informes o se expresan las conclusiones en forma oral al grupo o a la clase, propiciando los debates sobre los resultados o planteando nuevas investigaciones asociadas que permitan profundizar la problemática trabajada.

Es necesario recalcar que una tarea importante a cargo del docente es el seguimiento de una metodología que permita a los alumnos/as comprender la lógica y la cultura propia del quehacer científico. Es necesario insistir en la realización de planes de acción, discutirlos con los grupos de alumnos/as, dar orientaciones específicas o sugerencias cuando sea necesario, así como disponer los medios adecuados para la realización de las investigaciones, coordinar los debates o plenarios para hacer circular y distribuir entre los alumnos/as los resultados y conclusiones alcanzados. Asimismo, es muy importante considerar los tiempos que requieren las investigaciones, ya que éste es un factor decisivo sobre todo cuando se comienza a trabajar con esta orientación. Es preciso dar el tiempo y las oportunidades necesarias para los aprendizajes que deben realizarse, ya que junto con la obtención de información y datos se están poniendo en juego destrezas y habilidades de diverso orden que hacen a la comprensión del modo de hacer ciencias. Seguramente la extensión variará de acuerdo a múltiples factores contextuales, pero es necesario establecer que, como mínimo, una investigación escolar requerirá de tres clases en las que puedan realizarse las fases de identificación y planificación, la de realización y finalmente la de comunicación.

³ Jiménez Aleixandre, M.P y otros, *Enseñar ciencias*, Barcelona, Grao, 2003

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN

En la evaluación en Ciencias Naturales los contenidos no están desligados de las acciones o procederes en los cuales se aplican o transfieren. Por lo tanto la evaluación de los conceptos debe ser tan importante como la de los procedimientos y esto implica revisar los criterios y los instrumentos de evaluación.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Toda evaluación requiere la formulación y explicitación de antemano de los criterios que se utilizarán para dar cuenta del nivel de producción: respuesta correcta a las consignas, resolución original de problemas, creatividad u originalidad en la respuesta, reconocimiento de niveles diferentes de análisis en lo que respecta a la profundización temática, respeto a las normas de presentación, entre otros. Reconociendo que el principal desafío a la hora de pensar en la evaluación consiste en construir criterios que permitan obtener información válida y confiable para el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como de las condiciones en que se producen.

Es necesario que los criterios sean conocidos y, por ende, compartidos con la comunidad educativa, alumnos/as, colegas, padres y directivos, puesto que se trata de lograr que los alumnos/as aprendan determinados contenidos y además que sean capaces de comprender cuándo los han alcanzado y cuándo se hallan aún en proceso de lograrlo.

Compartir no significa consensuar en el sentido de acordar criterios, ni reemplazar el rol docente sino más bien comprender que las acciones educativas no se restringen a los contenidos de la materia sino a una formación de los sujetos, por lo cual la fundamentación de una propuesta educativa y su comunicación son tan importantes como su puesta en acto.

Se presentan a continuación algunos ejemplos de criterios de evaluación que si bien no agotan la totalidad de los contenidos propuestos en este diseño dan líneas respecto de cómo enunciarlos y trabajarlos.

Respecto de la Energía

Utilizar la noción de energía para explicar algunos fenómenos naturales y cotidianos y aplicar el "principio de conservación de la energía" al análisis de algunas transformaciones.

Desde este criterio se podría evaluar si el alumno/a:

Desde lo conceptual:

- relaciona las cualidades de la energía con la existencia de recursos energéticos,
- relaciona las cualidades de la energía con su manifestación en diferentes formas,
- aplica adecuadamente el principio de conservación
- valora los costos y beneficios del uso de distintas fuentes energéticas.

Desde los procedimientos:

- utiliza modelos para interpretar situaciones;
- argumenta, justifica, utiliza términos precisos para explicar.

Respecto de los materiales

Utilizar las propiedades de los materiales para determinar sus posibles usos y aplicaciones, reconociendo los riesgos y los peligros potenciales sobre el ambiente.

A partir de este criterio se podría evaluar si el alumno/a:

Desde lo conceptual:

- relaciona las propiedades de los materiales con su utilización en la construcción de objetos;
- predice o hipotetiza acerca de los eventuales riesgos personales y/o ambientales del uso de un material determinado.

Desde los procedimientos

- utiliza modelos para interpretar situaciones;
- establece relaciones conceptuales;
- argumenta, justifica, utiliza términos precisos para explicar.

Respecto de los movimientos

Registrar datos respecto de movimientos de un objeto y representarlos gráficamente pudiendo reconocer las variaciones en su velocidad a partir de los gráficos.

A partir de este criterio se podría evaluar si el alumno/a:

Desde lo conceptual:

- describe movimientos de objetos o fenómenos de su entorno utilizando conceptos y términos pertinentes (velocidad, tiempo, sistema de referencia);
- establece relaciones conceptuales en la predicción cualitativa del movimiento o su variación en un sistema dado.

Desde los procedimientos:

- selecciona las magnitudes y las técnicas más apropiadas para el registro y la descripción de los movimientos de objetos o fenómenos del entorno;
- interpreta situaciones a partir de gráficos;
- construye modelos en forma de gráficos para interpretar situaciones;
- comunica correctamente la información de datos recogidos en la observación en forma oral y escrita.

Respecto de “Las plantas como sistemas abiertos que intercambian materia y energía con el medio”

Relacionar los factores ambientales con la dinámica del crecimiento vegetal a partir de la información obtenida de diversas fuentes (por actividades experimentales o por búsqueda bibliográfica)

Desde este criterio se podría evaluar si el alumno/a:

Desde lo conceptual:

- identifica las estructuras vegetales implicadas en los procesos de nutrición, relación y reproducción en distintos ejemplos de plantas;
- relaciona los procesos de nutrición vegetal con la dinámica del crecimiento de las plantas.

Desde los procedimientos:

- diseña e implementa experiencias y experimentos con relación a la nutrición vegetal y los factores que en ella inciden;
- comunica los resultados y conclusiones de las experiencias y búsquedas bibliográficas utilizando diversos registros (gráficos, tablas, descripciones, argumentaciones).

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Los distintos instrumentos de evaluación informan parcialmente acerca de lo aprendido por los alumnos/as, por lo que es importante variar los instrumentos para no obtener una información fragmentaria. La evaluación no puede centrarse exclusivamente en una detección acerca de cómo el

alumno/a "recuerda" determinados conceptos sino que debe integrar, en su forma y en su concepción, los conceptos con las acciones que los ponen en juego.

Al diseñar un instrumento de evaluación es fundamental hacerlo desde la perspectiva del análisis y toma de decisiones que dicho instrumento permite y, por lo tanto es importante utilizar un repertorio variado de instrumentos que permitan recoger distintos tipos de información acerca de los procesos de aprendizaje para evaluar mejor a los alumnos/as.

Por otra parte, es conocido que los estudiantes se adaptan rápidamente a un estilo (tipo) de evaluación (la prueba escrita en la que se requiere aplicación automática de algoritmos, o el examen oral en donde se evalúa casi exclusivamente la memoria) y de esta manera sus aprendizajes se dirigen hacia las destrezas que les permiten resolver exitosamente las situaciones de evaluación, más que el aprendizaje de los contenidos.

Un único instrumento no resulta suficiente a lo largo de un año para evaluar los distintos niveles de comprensión, dada la variedad de contenidos a aprender. Por ello, es importante diversificar los estilos de las evaluaciones para que los estudiantes experimenten una gama de instrumentos variados y para que puedan poner a prueba sus aprendizajes en los distintos formatos y en variadas circunstancias.

A continuación se señalan algunos tipos de actividades para evaluar conceptos y procedimientos indicando algunas de sus características.

La evaluación de conceptos

Evaluar conceptos supone conocer en qué medida se reconocen, y en qué medida han sido comprendidos. Evaluar la comprensión es más difícil que evaluar el recuerdo en el caso de hechos y datos. Existen distintas actividades de evaluación para evaluar la comprensión. Las actividades de evaluación propuestas a continuación tienen alcances y límites que se presentan para poder establecer criterios en la selección de los instrumentos pertinentes al tipo de contenido y actividad realizada en su enseñanza. Cada uno de estos instrumentos puede ser utilizado en forma individual o combinada de manera tal que permita recoger información sobre los aprendizajes desde más de una perspectiva.

Tipo de actividad	Acciones del alumno/a	Ventajas	Inconvenientes
<i>Actividades de definición de conceptos.</i>	El alumno/a debe definir el concepto.	Son fáciles de redactar y de corregir por parte del docente, por lo que su frecuencia de uso es muy alta.	Presentan el inconveniente de que no siempre son una garantía para detectar el grado de comprensión. Saber definir un concepto, no siempre implica saber cómo usarlo. Si se usa este tipo de modalidad hay que valorar sobre todo que el alumno/a use sus propias palabras para la definición, sea capaz de ampliarla y aclararla.
<i>Actividades de reconocimiento de la definición de un concepto</i>	Se le pide al alumno/a que de varias definiciones de un concepto seleccione una que considere adecuada.	Son de fácil corrección y son útiles para la detección de preconcepciones o ideas previas	Son difíciles de confeccionar, ya que los distractores o alternativas incorrectas tienen que resultar creíbles para no reducir el número de posibilidades y que así se facilite el acierto por azar.

<i>Actividades de exposición temática</i>	Se le demanda al alumno/a que realice una exposición organizada (puede ser oral o escrita), sobre un tema determinado.	Presentan una ventaja importante y es que, si la propuesta está bien planteada, se puede constatar la capacidad del alumno/a para organizar un tema, establecer relaciones conceptuales, seguir una argumentación lógica, realizar síntesis adecuadas, utilizar procedimientos de exposición correctos.	No son fáciles de corregir y son las que producen mayor número de variaciones a la hora de ser calificadas por diferentes docentes. Existen algunas sugerencias para su corrección, como la elaboración previa de un protocolo, el análisis de las respuestas a cada pregunta de los alumnos/as, o el tipo de formatos utilizados en la exposición.
<i>Actividades de ejemplificar</i>	Se le demanda al alumno/a que ponga ejemplos relativos a un concepto. Es sabido que la capacidad de saber poner ejemplos es un indicador de su comprensión aunque no el único. Los ejemplos los puede buscar el alumno/a o identificarlos entre algunos propuestos.	Este tipo de actividades es interesante porque puede evaluarse la capacidad de transferir el conocimiento a situaciones nuevas.	
<i>Actividades de solución de problemas</i>	Se le presentan al alumno/a situaciones problemáticas, cuya solución requiere la movilización de los conceptos antes aprendidos. Serán situaciones abiertas de tipo cualitativo o cuantitativo, donde sea posible captar su capacidad de detectar el problema, de interpretar el fenómeno, de explicarlo, de predecir el resultado, de sacar conclusiones, de buscar aplicaciones en la vida cotidiana, de proponer alternativas, entre otros.	Son el tipo de situaciones de evaluación más completas porque pueden incluir todas las anteriores.	No son fáciles de diseñar, y en su corrección se debe tener presente la variedad de respuestas que pueden surgir.

La evaluación de los procedimientos

Evaluar los procedimientos aprendidos supone comprobar su funcionalidad y también la capacidad que tenga el alumno/a de transferencia del mismo. Para evaluar los procedimientos, deben considerarse dos aspectos:

- Conocer el procedimiento, es decir, saber qué acciones lo componen, en qué orden se abordan y las condiciones para su puesta en práctica.
- El uso y aplicación que puede dar al procedimiento en diversas situaciones.

Al diseñar actividades de evaluación de procedimientos pueden tenerse en cuenta los siguientes indicadores:

- *Conocer el procedimiento.* Supone determinar si el alumno/a conoce las acciones que componen el procedimiento y el orden en que deben abordarse. Por ejemplo: ¿Cómo se separan los componentes de una muestra por decantación? ¿Cuáles son los pasos para medir con un termómetro?
- *Saber usarlo en una situación determinada.* Se trata de constatar si una vez conocido el procedimiento, se logra aplicar.
- *Saber generalizar el procedimiento a otras situaciones.* Se trata de ver en qué medida el procedimiento se ha interiorizado y es capaz de extrapolarse a problemas parecidos, que aparezcan en otras temáticas. Por ejemplo, ¿podrá usarse un cuadro de doble entrada para representar cierta información?
- *Seleccionar el procedimiento adecuado que debe usarse en una situación determinada.* Una vez aprendidos varios procedimientos, interesa conocer si los alumnos/as son capaces de utilizar el más adecuado a la situación que se presenta. Por ejemplo: ¿Cómo se separa el agua de la sal? ¿Cómo se puede conocer el nivel de contaminación del aire de una zona determinada? ¿Cómo se calcula la masa de una roca?

La evaluación de procedimientos debe realizarse continuamente, en el proceso de interacción en el aprendizaje, promoviendo una reflexión continua de los pasos o fases que se han seguido.

RELACIONES ENTRE ACTIVIDADES Y EVALUACIÓN

Cada actividad informa acerca del avance y de los obstáculos de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en su conjunto, y por ello es importante disponer de elementos para evaluar esta información.

En Ciencias Naturales existen actividades que son propias y especialmente formativas como las **salidas de campo** y los **trabajos experimentales** (que pueden necesitar o no de un laboratorio). En ambas actividades es indispensable la existencia de objetivos claros tanto para el docente como para el alumno/a, y es importante que el alumno/a conozca qué debe hacer en estas actividades y en vistas a qué aprendizaje se organiza una determinada actividad.

Las actividades mencionadas deben ser acompañadas por una guía o protocolo elaborado por el docente (o junto con los alumnos/as) que indica los pasos que deberán cumplimentar y en qué secuencia. Al evaluar estas actividades es necesario discriminar las distintas habilidades puestas en juego para hacerlo en forma diferencial y no como un todo.

De acuerdo a lo propuesto en las guías podrían evaluarse distintas destrezas:

- a. La comprensión y seguimiento de las instrucciones presentes en la guía.
- b. El manejo de material, tanto biológico como de laboratorio.
- c. La capacidad o habilidad para efectuar observaciones y medidas.
- d. La presentación de la información.
- e. La interpretación de los datos y la elaboración de conclusiones.

Auto-evaluación, co-evaluación y evaluación

El contexto de evaluación debe promover en el alumno/a una creciente autonomía en la toma de decisiones y en la regulación de sus aprendizajes, favoreciendo el pasaje desde un lugar de heteronomía -en donde es el docente quien propone las actividades, los eventuales caminos de resolución y la evaluaciones y el alumno/a es quien las realiza- hacia un lugar de mayor independencia en el que el alumno/a pueda plantearse problemas, seleccionar sus propias estrategias de resolución, planificar el curso de sus acciones, administrar su tiempo y realizar evaluaciones parciales de sus propios procesos reconociendo logros y dificultades.

Para favorecer este proceso tendiente a la auto-regulación de los aprendizajes es preciso incluir otras estrategias de evaluación que no pretenden sustituir sino complementar los instrumentos "clásicos".

La **evaluación entre pares** (o evaluación mutua) entendida como una primera etapa de autonomía en donde el alumno/a comparte con sus pares los criterios de evaluación corrigiéndose los unos a los otros a partir de criterios dados por el docente. Este tipo de evaluación, que por supuesto debe ser supervisada por el docente, puede aportar información acerca de la capacidad de los alumnos/as para argumentar y sostener criterios frente a otros.

La **co-evaluación**, entendida como una guía que el docente brinda a sus alumnos/as durante la realización de una tarea, indicando no sólo la corrección o incorrección de lo realizado, sino proponiendo preguntas o comentarios que orienten a los alumnos/as hacia un control de sus aprendizajes, llevándolos a contrastar los objetivos de la actividad con los resultados obtenidos hasta el momento y tendiendo siempre hacia la autorregulación.

La **auto-evaluación** del alumno/a supone la necesidad de contar con abundante información respecto a la valoración que es capaz de hacer de sí mismo y de las tareas que realiza. La auto-evaluación no consiste, como se ha practicado muchas veces, en hacer que el alumno/a corrija su prueba escrita siguiendo los criterios aportados por el docente, sino más bien en un proceso en el cual el alumno/a pueda gradualmente lograr la **anticipación y planificación** de sus acciones y la **apropiación** de los criterios de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS DISCIPLINARES DE CIENCIAS NATURALES

Física

- Alonso, M., y Finn, J. *Mecánica*. México, Fondo Educativo Interamericano, 1970.
- Alonso, M., y Finn, J. *Física. Campos y ondas*. México, Fondo Educativo Interamericano, 1970.
- Giancoli, D. C., *Física. Principios y aplicaciones*. Barcelona, Reverté, 1985.
- Halliday, D., y Resnick, R. *Fundamentos de Física*. México/Barcelona, CECSA, 1978.
- Hewitt, Paul, *Física conceptual*, Addison Wesley Iberoamericana, 1995
- Holton, G., *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Barcelona, Reverté, 1988.
- PSSC, *Física* (3.a ed., dos volúmenes). Barcelona, Reverté, 1975.
- Tipler, P. A., *Física* (dos volúmenes). Barcelona, Reverté, 1978.

Química

- Beltrán, F., *Química, un curso dinámico*, Buenos Aires, Magisterios del Río de la Plata, 1986.
- Butler, I y Ardo, J., *Química Inorgánica, principios y aplicaciones*. California, Addison Wesley Iberoamericana, 1992
- Cane, B., y Sellwood, J., *Química elemental básica* (dos volúmenes). Barcelona, Reverté, 1975-78.
- Chang, R., *Química*, México, McGraw-Hill, 1992.
- Dickerson, R. E., *Principios de Química* (dos volúmenes). Barcelona, Reverté, 1983.
- Gillespie, R. J., *Química*. Barcelona, Reverté, 1990.
- Moore, J. W., Collins, R. W.; Daavies, W. G., *Química*. Madrid, McGraw Hill Internacional, 1982.
- Galagovsky, L., *Química Orgánica, Fundamentos teórico prácticos para el laboratorio*, Buenos Aires, EUDEBA, 2002.

Biología

- Campbell, N. A., Mitchell, L. G. y Reece, J. B., *Biología*. México, Pearson, 2001.
- Curtis, H. y Barnes, N. S., *Biología*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2000.
- Eldredge, N., *Síntesis inacabada: jerarquías biológicas y pensamiento evolutivo*. Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Eldredge, N., *La vida en la cuerda floja*. Barcelona, Tusquets, 2001.
- García, E., *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla, Díada, 1998.
- Lewontin, R., *Genes, organismo y ambiente*. Barcelona, Gedisa, 2000.
- Perales Palacios, F. J. y Cañal de León, P., *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy, Marfil, 2000.
- Purves, W. K. y otros, *Vida: la ciencia de la biología*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2003.
- Rose, S., *Trayectorias de vida: biología, libertad y determinismo*. Barcelona, Granica, 2001.
- Wilson, E.O. *La diversidad de la vida*. Barcelona, Crítica, 1994.

LIBROS SOBRE LA ENSEÑANZA

Historia, epistemología y sociología de la ciencia

- Historia de la Ciencia

- Aduriz Bravo, A., *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2005.

- Asimov, I., Breve historia de la Química. Madrid, Alianza, 1975, (última edición, 1982).
- Ellenberger, F., "De la antigüedad al siglo XVII", en *Historia de la Geología*, Vol. 1. Madrid/Barcelona, M. E. C./ Labor, 1989.
- Gamow, G., *Biografía de la Física*. Madrid, Alianza, 1980.
- Hallam, A., *Grandes controversias geológicas*. Barcelona, Labor, 1985
- Jahn, I., Lother, R., y Senglaub, K., *Historia de la Biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*. Barcelona, Labor, 1989.
- Leicester, H. M., *Panorama histórico de la Química*. Madrid, Alhambra, 1967.
- Maason, S. F., *Historia de las Ciencias* (cinco volúmenes), Madrid, Alianza, 1985.

- Filosofía y Sociología de la Ciencia

- Fourez, G., *Alfabetización científica y tecnológica*, Colihue, 1998.
- Chalmers, A. F., *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la Ciencia y sus métodos*. Madrid, Siglo XXI, 1982.
- Kuhn, T. S., *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid, Breviarios, Fondo de Cultura Económica, 1975.
- Sebastián Aguilar, C., "La naturaleza de la Ciencia y sus implicaciones didácticas", en Sebastián, C. y otros, en *Aspectos didácticos de Física y Química 1*. Bachillerato. Zaragoza, ICE de la Universidad de Zaragoza, 1985.

Didáctica de las ciencias experimentales

- Albaladejo, C.; Caamaño, A.; Jiménez, M. P., "Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza", en *Materiales del Área de Ciencias de la Naturaleza, Curso de Actualización Científica y Didáctica* (modalidad A) (Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza). Madrid, M. E. C., Dirección General de Renovación Pedagógica, Subdirección General de Formación del Profesorado, 1992.
- Astolfi, J. P., *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Sevilla, Diada, 2001.
- Benlloch, M., *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*. Madrid, Visor. 1998.
- Ceretti, H. y Zalts, A., *Experimentos en contexto: Química. Manual de laboratorio*. Buenos Aires, Prentice Hall, 2000.
- García-Amorena, I., y otros, *Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Geología) 3*. Zaragoza, ICE de la Universidad de Zaragoza, 1987.
- García, J. E. y García, F. F., *Aprender investigando*. Sevilla, Diada Editoras, 1989.
- Gil, D., y otros, *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona, ICE de la Universidad de Barcelona/Horsori, 1991.
- Giordan, A., *La enseñanza de las Ciencias*. Madrid, Siglo XXI, 1982.
- Jiménez, M. P., y Niedo, J., "Estrategias en la enseñanza de las Ciencias Experimentales", en *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcalá de Henares, Universidad de Alcalá, 1989.
- Jiménez Aleixandre, M.P y otros, *Enseñar ciencias*, Barcelona, Grao, 2003.
- Jorba, J., Gomez, I. y Prat, A., *Hablar y escribir para aprender*, Universidad Autónoma de Barcelona, Síntesis, 1998.
- Lacreu, L (comp.), *El agua: saberes escolares y perspectiva científica*. Buenos Aires, Paidós, 2004.
- Marco, B., y otros, *La enseñanza de las Ciencias Experimentales*. Madrid, Narcea, 1987.
- Marco, B., y otros, "Elementos didácticos para el aprendizaje de las Ciencias Naturales", *Educación Abierta*, No 17. Zaragoza, I. C. E. Universidad de Zaragoza, 1987.
- Merino, G., *Enseñar Ciencias Naturales en el tercer ciclo de la EGB*. Buenos Aires, Aique, 1998.
- Minnick. Santa y otros, *Una didáctica de las Ciencias. Procesos y aplicaciones*, Buenos Aires, Aique, 1994
- Nuevo Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias. Ed. Sudamericana, 1997.
- Perales Palacios, F. y Cañal De León, P. *Didáctica de las ciencias experimentales*, Ed. Marfil, 2000.
- Porlan, R.; García, J. E. y Cañal, P. (Comp.). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Diada Editoras, 1988.

- Pozo, J. I. *Aprendizaje de la Ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor, 1987.
- Pozo, J. I. y Gomez Crespo, M. A. *Aprender y enseñar ciencia*, Ed. Morata, Madrid, 2000.
- Serrano, T., y otros. "Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Biología) 4." *Educación Abierta*, núm. 85. Zaragoza: I.C.E. Universidad de Zaragoza, 1989.
- Shayer, M., y Adey, P. *La Ciencia de enseñar Ciencias*. Madrid: Narcea, 1984.
- Gil, D. "Tres paradigmas básicos en la Enseñanza de las Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 1 (1) p. p. 26-33, 1983.

Divulgación

- Alzogaray, R. *Una tumba para los Romanov y otras historias con ADN*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina, 2005.
- Camlloni, I. y Vera, C., *El aire y el agua en nuestro planeta*, Buenos Aires, Eudeba, 2006.
- Ghersa, C., *Biodiversidad y ecosistemas*. Buenos Aires, Eudeba, 2006.
- Golombek, D. y Schwarzbaum, P. *El cocinero científico: cuando la ciencia se mete en la cocina*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina, 2004.
- Lozano, M. *Ahí viene la plaga: virus emergentes, epidemias y pandemias*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina, 2004.
- Luzuriaga, Y. y Pérez, R., *La física de los instrumentos musicales*. Buenos Aires, Eudeba, 2006.
- Rosenvasser Free, E. *Cielito lindo: Astronomía a simple vista*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina, 2005.
- Wall, L. *Plantas, bacterias, hongos, mi mujer, el cocinero y su amante*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina, 2004.

SITIOS WEB DE INTERÉS

- <http://www.nuevaalejandria.com/archivos-curriculares/ciencias>: Propuestas experimentales, curiosidades, datos históricos, planteo de situaciones problemáticas y, también, información científica actualizada para la enseñanza de la Física y la Química.
- <http://www.ciencianet.com>: Propuestas experimentales, curiosidades, datos históricos, planteo de situaciones problemáticas para la enseñanza de las Ciencias Naturales.
- http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/cc_naturales: Recursos didácticos para la enseñanza de las temáticas de Ciencias Naturales.
- <http://www.fisicanet.com.ar>: Apuntes y ejercicios sobre Física y Química.
- <http://redteleform.me.gov.ar>: Actividades y recursos en el marco del Proyecto para la Alfabetización Científica.
- <http://www.aula21.net>: Enlaces con apuntes, problemáticas y actividades para el desarrollo curricular de Biología, Física y Química.
- www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm: Curso completo de física con gran variedad de applets (programas de simulación) interactivos.