



CIENCIAS NATURALES

MATERIAL PARA DIRECTIVOS

NIVEL PRIMARIO

PROYECTO ESCUELAS DEL BICENTENARIO

Coordinación General

Silvina Gvirtz

Coordinación Ejecutiva

Romina Campopiano

Coordinación Área de Documentación

Angela Oría

Área de Gestión

Romina Campopiano · Magdalena Soloaga · Ma. Florencia Buide
Cecilia Beloqui

Área de Lengua

María Elena Cuter · Cinthia Kuperman · Laura Bongiovanni
Diana Grunfeld · Claudia Petrone · Jimena Dib
Mirta Torres · Andrea Fernández · María Andrea Moretti

Área de Matemática

Horacio Itzcovich · María Mónica Becerril · Beatríz Ressia de Moreno
Andrea Novembre · Alejandro Rossetti · Mónica Urquiza
Inés Sancha

Área de Ciencias Naturales

Melina Furman · María Eugenia Podestá · Mariela Collo
Carolina de la Fuente · Milena Rosenzvit · Verónica Seara
Gabriela Israel · Adriana Gianatiempo · Ana Sargorodschi
Pablo Salomón

Área de Evaluación

Verónica Di Gregorio

Área de Administración y Logística

Alan Zagdanski
Cecilia Nicolano

Este material ha sido producido en el marco del Proyecto Escuelas del Bicentenario, por los siguientes equipos:

Equipo del área de Ciencias Naturales

Coordinación autoral

Melina Furman
Pablo Salomón
Ana Sargorodschi

Autores

Mariela Collo
Carolina De la Fuente
Beatriz Gabaroni
Adriana Gianatiempo
Gabriela Israel
Sabrina Melo
María Eugenia Podestá
Milena Rosenzvit
Verónica Seara

Equipo de desarrollo editorial

Coordinación general y edición

Ruth Schaposchnik
Nora Legorburu

Corrección

Pilar Flaster
Gladys Berisso

Diseño gráfico y diagramación

Evelyn Muñoz y Matías Moauro - Imagodg

Ilustración

Catriel Tallarico
Silvana Benaghi

Fotografía

Las fotografías que acompañan este material han sido tomadas de Wikimedia Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki>

Ciencias naturales, material para directivos, nivel primario / Mariela Collo ... [et.al.] ; coordinado por Melina Furman ; Pablo Salomón ; Ana Sargorodschi ; ilustrado por Catriel Tallarico y Silvana Benaghi. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2014. E-Book.

ISBN 978-987-3753-20-6

1. Ciencias Naturales. 2. Formación Docente. I. Collo, Mariela II. Furman, Melina, coord. III. Salomón, Pablo, coord. IV. Ana Sargorodschi, coord. V. Tallarico, Catriel, ilus. VI. Benaghi, Silvana, ilus.
CDD 371.1

Fecha de catalogación: 12/06/2014

IIPE - UNESCO Buenos Aires

Agüero 2071 (C1425EHS), Buenos Aires, Argentina

Hecho el depósito que establece la Ley 11.723

Libro de edición argentina. 2011

Distribución gratuita. Prohibida su venta. Permitida la transcripción parcial de los textos incluidos en esta obra, hasta 1.000 palabras, según Ley 11.723, artículo 10, colocando el apartado consultado entre comillas y citando la fuente; si este excediera la extensión mencionada deberá solicitarse autorización al Editor.

ÍNDICE

Enfoque de nuestra propuesta en Ciencias Naturales	7
Enseñar a pensar el mundo con mentes científicas	7
La ciencia como producto y como proceso: dos caras de una misma moneda	8
La enseñanza por indagación: las dos caras de la ciencia en el aula	9
La enseñanza de las Ciencias Naturales como proyecto institucional	11
El asesoramiento pedagógico del director en Ciencias Naturales	11
Planificación de la enseñanza del área: una propuesta coherente de ciencias para toda la escuela	11
Articulación vertical: contenidos coherentes de 1.º a 6.º grado	11
La construcción de un mapa curricular en Ciencias Naturales	13
Planificación de unidades didácticas	14
La articulación horizontal	15
Gestión de la clase	16
La indagación en acción	16
La realización de experiencias	16
El uso de laboratorios	17
Analizando experiencias “ajenas”	18
El trabajo con textos en el aprendizaje de las ciencias	18
Cuadro de observación de clases	21
¿Qué aprendieron nuestros alumnos? La evaluación para el aprendizaje en Ciencias Naturales	22
Cómo está organizado el material para el docente	26
Sobre las unidades didácticas	26
La carpeta de trabajo	26
Anexos	27
Anexo 1: Ejemplo de mapa curricular	28
Anexo 2: Propuesta para una planificación semanal de la enseñanza de las Ciencias Naturales	30
Bibliografía	31

Este material fue elaborado con la creatividad y el esfuerzo de un gran equipo de profesionales de todo el país. Docentes, capacitadores y referentes hemos diseñado, discutido, repensado y vuelto a armar estas propuestas que, a lo largo de estos cuatro años de proyecto, vimos florecer una y otra vez en las más de 100 escuelas que forman el Proyecto de Escuelas del Bicentenario en todo el país. Nuestra experiencia muestra que se puede enseñar ciencias con calidad y para todos, en todas las escuelas. Sabemos que el pensamiento científico se forma de a poco, desde los primeros años de escuela, de la mano de docentes comprometidos con brindarles a sus alumnos una educación que los ayude a ser ciudadanos participativos, críticos y solidarios. Va entonces nuestro agradecimiento a todos los maestros que se animaron a probar nuevas formas de enseñar ciencias en sus aulas, y a los capacitadores que los acompañaron al embarcarse en esta ambiciosa (¡y posible!) aventura.

Equipo de Ciencias Naturales. Proyecto Escuelas del Bicentenario.

Coordinadoras: Melina Furman y María Eugenia Podestá
Asistente de Coordinación: Mariela Collo

Referentes

Santa Cruz: Verónica Seara

Carlos Casares: Pablo Salomón

Corrientes y Chaco: Carolina de la Fuente

Ensenada: Ana Sargorodski

Virasoro: Adriana Gianatiempo

Córdoba: Milena Rosenzvit

Campana: Melina Furman

Tucumán: Gabriela Israel

ENFOQUE DE NUESTRA PROPUESTA EN CIENCIAS NATURALES

El siguiente documento es una adaptación de dos textos: *Enseñar a pensar el mundo con mentes científicas* (tomado de la Serie Animate Ciencias naturales 2° ciclo, libros del docente; Melina Furman, Ediciones Santillana, 2009) y *La aventura de enseñar ciencias naturales* (Melina Furman y María Eugenia Podestá, Editorial Aique, 2008). Dichos textos resumen la perspectiva didáctica que sustenta la propuesta de trabajo de Ciencias del programa Escuelas del Bicentenario.

ENSEÑAR A PENSAR EL MUNDO CON MENTES CIENTÍFICAS

Una niña de once años sonríe con satisfacción cuando logra que su lamparita comience a brillar al conectar los cables y la pila que le dio su maestro, y descubre que si coloca dos pilas juntas la lamparita brilla más intensamente que con una sola. Un nene de diez se sorprende cuando su maestra le cuenta que las levaduras con las que en su casa preparan el pan son en realidad seres vivos, pero se entusiasma todavía más cuando logra verlas nadando bajo la lente del microscopio. Una alumna de nueve descubre que los imanes solamente se atraen con algunos metales pero no con todos, y que puede usar un imán para construir una brújula que la ayude a encontrar un tesoro que escondió su maestra en el patio de la escuela.

Los docentes de Ciencias Naturales tenemos la oportunidad de ser los artífices de aquello que Eleanor Duckworth¹, pionera en la didáctica de las ciencias, llamó “ideas maravillosas”: esos momentos inolvidables en los que, casi sin aviso, se nos ocurre una idea que expande nuestros horizontes y nos ayuda a ver más lejos.

Enseñar Ciencias Naturales en la escuela primaria nos pone en un lugar de privilegio, sí, pero también de responsabilidad. Tenemos el rol de guiar a nuestros alumnos en el conocimiento de ese mundo nuevo que se abre ante ellos cuando comienzan a hacerse preguntas y a mirar más allá de lo evidente. Será nuestra tarea aprovechar la curiosidad que todos los chicos traen a la escuela como plataforma sobre la cual construir herramientas de pensamiento científico y desarrollar el placer por seguir aprendiendo.

La meta está clara, pero el camino no siempre es tan sencillo. Todavía hoy en la mayoría de las escuelas primarias de nuestro país, las Ciencias Naturales se enseñan muy poco –mucho menos de lo prescripto por los diseños curriculares– y, en general, las clases

1- Eleanor Duckworth (1994). *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender*. Madrid: Visor.

adoptan una modalidad transmisiva en la que los docentes les presentan un cúmulo de conocimientos acabados que –con suerte– los alumnos recordarán más adelante. En este sentido, no debe sorprendernos que los exámenes nacionales e internacionales muestren que los alumnos de nuestro país egresan de la escuela sin alcanzar saberes fundamentales que, en conjunto, se conocen como “alfabetización científica” y que los preparan para vivir como ciudadanos plenos en el mundo de hoy. Como educadores, tenemos el importante desafío de lograr que nuestros chicos aprendan más y mejor Ciencias Naturales.

LA CIENCIA COMO PRODUCTO Y COMO PROCESO: DOS CARAS DE UNA MISMA MONEDA

Pero volvamos al camino. Ya sabemos que partimos de escenarios para nada promisorios. La pregunta que corresponde hacernos es entonces: ¿Cómo lograr que nuestros alumnos aprendan a pensar científicamente y a mirar el mundo con ojos científicos?

Antes de responder esta pregunta tenemos que dar un paso hacia atrás y hacernos otra pregunta porque de nuestra respuesta dependerá el camino que decidamos tomar. ¿De qué hablamos cuando hablamos de Ciencias Naturales? ¿Qué es esa “cosa” que enseñamos en nuestras clases?

Una manera útil de pensar las Ciencias Naturales es usando la analogía de una moneda que, como todos bien sabemos, tiene dos caras que son inseparables ².

Comencemos por la primera cara de la moneda. En primer lugar, pensar en la ciencia es pensar en un producto, un conjunto de conocimientos. Hablamos de aquello que “se sabe”, de ese conocimiento que los científicos han generado en los últimos siglos. Esa es la cara de la ciencia más presente en las escuelas hoy. ¿Qué cosas sabemos en ciencias? Volviendo a los ejemplos del inicio, sabemos, por ejemplo, que para que la corriente eléctrica circule es preciso que exista un circuito eléctrico formado por materiales conductores de la electricidad y una fuente de energía, y que ese circuito esté cerrado. Sabemos, también, que las levaduras son hongos unicelulares que obtienen energía transformando la glucosa en un proceso llamado “fermentación”. Sabemos que la Tierra es un gigantesco imán, y que otros imanes –como el de la aguja de una brújula– se orientan en función de su campo magnético.

Ahora bien, si nos quedamos solamente con esta cara de la ciencia, nos estaremos perdiendo la otra mitad de la historia. Porque las Ciencias Naturales son también un proceso, un modo de explorar la realidad a través del cual se genera ese conocimiento. En la cara de la ciencia como proceso, juegan un papel fundamental del pensamiento lógico la imaginación, la búsqueda de evidencias, la contrastación empírica, la formulación de modelos teóricos y el debate en una comunidad que trabaja en conjunto para generar nuevo conocimiento. Esta dimensión de las Ciencias Naturales es la que, habitualmente, está ausente en las escuelas.

2- Melina Furman (2008). *Ciencias Naturales en la Escuela Primaria: Colocando las Piedras Fundamentales del Pensamiento Científico*. IV Foro Latinoamericano de Educación, Fundación Buenos Aires: Santillana; y Melina Furman y María Eugenia de Podestá (2009). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales en la escuela primaria*. Buenos Aires: Aique (Premio al mejor libro de Educación, Fundación El Libro).

Pensar la ciencia como un proceso implica hacernos una pregunta fundamental: ¿Cómo sabemos lo que sabemos? Retomemos entonces los ejemplos anteriores: ¿Cómo sabemos que para que la corriente eléctrica circule es preciso que el circuito eléctrico esté cerrado? ¿Cómo podríamos averiguar qué elementos son fundamentales para que el circuito funcione? ¿Qué evidencias tenemos de que las levaduras transforman la glucosa para obtener energía? ¿Cómo sabemos que son hongos unicelulares o, incluso, que son seres vivos? ¿Cómo sabemos que la Tierra es un imán? ¿Qué pasa si acerco un nuevo imán a la aguja de una brújula que está orientada en la dirección Norte-Sur?

LA ENSEÑANZA POR INDAGACIÓN: LAS DOS CARAS DE LA CIENCIA EN EL AULA

Pensar en la ciencia con dos caras inseparables tiene una consecuencia directa: si queremos ser fieles a la naturaleza de la ciencia, nuestro objeto de enseñanza, estas dos caras deberán estar presentes en el aula. ¿Pero cómo?

La enseñanza por indagación³ es un modelo didáctico coherente con la imagen de ciencia que acabamos de proponer. En la práctica, esto implica que el aprendizaje de conceptos científicos (que representan la cara de la ciencia como producto) esté integrado con el aprendizaje de competencias científicas⁴ (que representan la cara de la ciencia como proceso), tales como, la capacidad de formular preguntas investigables, de observar, de describir, de discutir sus ideas, de buscar información relevante, de hacer hipótesis o de analizar datos.

Las antropólogas Lave y Wenger⁵ mostraron en sus investigaciones que los aprendizajes más perdurables son aquellos en los que los que aprenden (los “aprendices”) participan en actividades auténticas, como cuando aprendemos a cocinar de la mano de nuestras madres, o cuando un joven aprende a hacer un traje guiado por un sastre profesional. De manera análoga, la enseñanza por indagación se inspira en el modo en que los aspirantes a científicos aprenden los gajes del oficio guiados por científicos con más experiencia que hacen las veces de mentores y los guían en el arte de aprender a investigar los problemas de la naturaleza.

Aprender a pensar científicamente, entonces, requiere tener múltiples oportunidades de pensar científicamente bajo la guía de un docente experimentado que modele estrategias de pensamiento, proponga problemas para discutir y fenómenos para analizar, y oriente a los alumnos a buscar información necesaria para comprender lo que no se conoce. En suma, lo que se propone desde el modelo por indagación es que los alumnos tengan en las clases de Ciencias Naturales la oportunidad de “hacer ciencia” en su versión escolar.

3- Este enfoque recibe diferentes nombres, como “modelo de investigación escolar”, “enseñanza por investigación” o “investigaciones orientadas”.

4- Utilizo aquí el término “competencias” de manera equivalente a lo que en otros textos aparece como “modos de conocer”, “procedimientos”, “habilidades” o “destrezas” científicas.

5- Jane Lave y Etienne Wenger (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. New York: Cambridge University Press.

Naturalmente, el aula no es un laboratorio científico profesional. En las clases de Ciencias Naturales, se genera lo que las investigadoras Hogan y Corey⁶ llaman un “encuentro de culturas”: se reúnen la cultura del aula y la escuela, la cultura de los alumnos y la cultura de la ciencia. Es en ese espacio híbrido en el que transcurre la enseñanza. En este marco, la enseñanza por indagación apunta a que las clases de ciencia incorporen aspectos clave de la cultura científica, como un espíritu de curiosidad constante, la exploración sistemática de los fenómenos naturales, la discusión de ideas en base a evidencias y la construcción colectiva del conocimiento.

La enseñanza por indagación no es un modelo didáctico nuevo. En los documentos curriculares y en el ámbito educativo en general, existe un consenso acerca de la utilidad de esta metodología de enseñanza. En nuestro país, los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios⁷ prescriben diferentes situaciones de enseñanza enmarcadas en la indagación escolar:

La escuela ofrecerá situaciones de enseñanza que promuevan en los alumnos y alumnas (...) La actitud de curiosidad y el hábito de hacerse preguntas y anticipar respuestas (...) La realización de exploraciones sistemáticas guiadas por el maestro (...) Donde mencionen detalles observados, formulen comparaciones entre dos o más objetos, den sus propias explicaciones sobre un fenómeno, etcétera. (...) La realización y reiteración de sencillas actividades experimentales para comparar sus resultados e incluso confrontarlos con los de otros compañeros (...) La producción y comprensión de textos orales y escritos (...) La utilización de estos saberes y habilidades en la resolución de problemas cotidianos significativos para contribuir al logro de una progresiva autonomía en el plano personal y social.

Si bien existe un acuerdo sobre la importancia de que los docentes de ciencias utilicen una metodología de enseñanza por indagación, como mencioné al principio, el mayor problema pasa por ponerla en práctica. Por supuesto, no se trata de una tarea sencilla que puede llevarse a cabo en pocas clases o incluso en un solo año de trabajo. Los alumnos no aprenden Ciencias Naturales (entendidas como producto y como proceso) simplemente aprendiendo términos como “hipótesis” y “predicciones” o memorizando los pasos del método científico. Ni tampoco realizando experiencias sin comprender qué están haciendo ni por qué. Será nuestra tarea como docentes generar situaciones de aula en las que los alumnos puedan aprender tanto conceptos como competencias científicas.

Es importante recalcar aquí la necesidad de **enseñar** competencias científicas. Muchas veces suponemos que los alumnos vienen a la escuela sabiendo formular hipótesis, describir un fenómeno o analizar los resultados de una experiencia. Y, cuando vemos que no pueden hacerlo, pensamos que los alumnos “ya no vienen como antes”, que no ponen empeño suficiente o que no están interesados en nuestra asignatura. Sin embargo, las competencias científicas no forman parte de un pensamiento “natural” (prueba de ello es que buena parte de la población no ha desarrollado herramientas de pensamiento científico) y, por tanto, son contenidos que debemos enseñar planificando actividades específicas y dedicando tiempo para ello.

6- Kathleen Hogan y Catherine Corey (2001). “Viewing classrooms as cultural contexts for fostering scientific literacy”. *Anthropology and Education Quarterly*, 32(2), 214-43.

7- Consejo Federal de Cultura y Educación (2004). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios*: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES COMO PROYECTO INSTITUCIONAL

¿Por qué creemos que pensar las Ciencias Naturales a nivel de toda la escuela es necesario e importante? Sabemos que la alfabetización científica es un proceso largo y sostenido, que requiere del desarrollo de conceptos y competencias en forma gradual, articulada y progresiva a lo largo de toda la escolaridad (Harlen, 2000). Se trata de un proceso largo y complejo, que como tal necesita de todos los actores de la escuela como agentes del cambio.

Nuestro trabajo en proyectos de mejora escolar y la investigación educativa nos muestran una y otra vez que generar un proyecto institucional en Ciencias Naturales que sea coherente y que se sostenga en el tiempo requiere del trabajo en equipo de docentes y directivos sostenido a lo largo del tiempo (Gvirtz y Podestá, 2004; Van Helzen et ál, 1985). Este trabajo conjunto requiere una planificación de los contenidos de aprendizaje de manera coherente y una articulación progresiva, tanto en los diferentes años de la escolaridad como transversalmente, entre las diferentes áreas.

Pensar en una buena enseñanza de las Ciencias Naturales implica, por lo tanto, pensar también en una escuela que apoya, acompaña y avala las transformaciones que se proponen al nivel del aula. Si esto no sucede, los cambios que realizan los docentes en sus prácticas de enseñanza se diluyen como granitos de sal en el mar, sin que se traduzcan en un cambio real y sustentable en la cultura escolar en relación a cómo se enseña y se aprende ciencias. En palabras de Juan Carlos Tedesco (2008), para reformar la enseñanza de las Ciencias Naturales no alcanza solo con tener laboratorios, libros y docentes capacitados. Es necesario tener “una visión sistémica e integral de la situación”.

EL ASESORAMIENTO PEDAGÓGICO DEL DIRECTOR EN CIENCIAS NATURALES

PLANIFICACIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL ÁREA: UNA PROPUESTA COHERENTE DE CIENCIAS PARA TODA LA ESCUELA

Articulación vertical: contenidos coherentes de 1.º a 6.º grado

Retomando la búsqueda de generar una experiencia escolar coherente (y desafiante) para los alumnos, nuestro trabajo nos muestra que en muchas escuelas existe una escasa articulación de contenidos por año y por nivel en el área de Ciencias Naturales. Aparecen evidencias de este problema, por ejemplo, cuando comparamos las planificaciones de docentes de diferentes grados. Como ya sostuvimos, una de las causas más importantes de este problema es el aislamiento y la poca comunicación existente en el trabajo de los docentes. Este aislamiento involucra dos dimensiones: la vertical (entre docentes de ciencias de diversos años escolares) y la horizontal (entre docentes del mismo año y de diferentes áreas). El problema del aislamiento se agrava por la falta de un plan institucional que organice lo que se enseña en cada grado (tanto en relación con los contenidos como sus alcances).

Para que exista articulación vertical, es necesario que se conciba cada año escolar como un paso más sobre un largo trayecto que no culmina a fin de año sino una vez que

el alumno egresa. Ello requiere que los docentes de todos los grados –especialmente por ciclos– trabajen en equipo y que poco a poco puedan desarrollar estrategias en común para el desarrollo progresivo de los aprendizajes, incluyendo en estos las dimensiones de la ciencia como producto y como proceso.

Una clara manifestación de la falta de articulación vertical es la repetición de contenidos en diferentes grados. Consecuentemente, los alumnos estudian no solo los mismos contenidos, sino también repiten las experiencias año tras año sin poder profundizar en ellos o adquirir mayores grados de comprensión. ¿Cuántas veces, por ejemplo, los alumnos de la escuela primaria construyen modelos del sistema solar, realizan afiches sobre animales en extinción o dibujan el ciclo del agua en sus carpetas? La repetición impide que continúen profundizando sus conocimientos a partir de experiencias o actividades diferentes que incorporen nuevos conceptos y competencias.

Con esto no queremos decir que nunca sea válido repetir una misma experiencia, sino que hay que ser muy cuidadosos a la hora de pensar en cómo y con qué fines usarla. A veces, por ejemplo, una misma experiencia puede servir para enseñar diferentes conceptos o competencias en diferentes años. Al diseñar cada experiencia y planificar cada clase, habrá que preguntarse: ¿Qué espero que los alumnos aprendan? Y algo más: ¿Es esto realmente nuevo para los alumnos, o ya lo han hecho antes? ¿Corresponde a los contenidos del diseño curricular para mi grado?

Quisiéramos dedicar unas líneas a la justificación que dan muchos docentes en relación con la repetición de los contenidos y experiencias. Muchos argumentan que en realidad lo que están haciendo es aplicar el tan maltratado “currículo espiralado”. Pensamos que parte de la razón por la que esto sucede es que este concepto se ha instalado en las escuelas de manera diferente de como fue concebido por Jerome Bruner (1960). En la definición de Bruner, un currículo espiralado revisita aprendizajes fundamentales repetidas veces durante los años de escuela con el fin de que los alumnos alcancen estos aprendizajes en profundidad.

Esto no implica, sin embargo, repetir los contenidos. Por el contrario, significa retomar algunas ideas fundamentales de las disciplinas científicas cuando se enseñan temas diferentes (por ejemplo, retomar la idea de evolución en distintos temas de Biología que se trabajen o la idea de que la materia está formada por partículas cuando se trabaja en diferentes temas de Química) para profundizar gradualmente en sus significados. Esto incluye también la construcción gradual de competencias científicas, que requieren que los alumnos tengan numerosas oportunidades de ejercitarlas a lo largo de su experiencia escolar.

¿Cómo comenzar a trabajar en este sentido? Inicialmente, la articulación vertical se dará espontáneamente con el colega con quien uno se lleve bien. Ese será un primer paso para construir espacios de trabajo conjuntos más formales en los que participen todos los docentes del mismo grado o de diferentes grados, según el fin que se busque. Aquí, nuevamente, jugarán un rol clave los directivos, que serán en última instancia los responsables de definir los objetivos y la frecuencia de estos encuentros. Como mencionamos más de una vez, el proceso de mejora implica un cambio de cultura en la escuela. Lentamente, se espera que el trabajo conjunto comience a formar parte de la cultura escolar.

En el trabajo de articulación vertical, deben estar contempladas también las evaluaciones de los alumnos. En primer lugar, las evaluaciones finales deben ser preparadas por los docentes de cada grado teniendo en cuenta las planificaciones revisadas en las que se especifique qué fue lo que efectivamente se enseñó en el año. En paralelo, las evaluaciones diagnósticas debieran ser armadas teniendo en cuenta las evaluaciones finales del año anterior y en conjunto con el docente del año anterior. En otras palabras, la evaluación diagnóstica de 3.º grado en el 2008 debería tener en cuenta la evaluación final de 2.º grado del 2007 y elaborarse en conjunto entre la docente de 2.º grado del 2007 y la de 3.º grado del 2008.

Nos interesa destacar especialmente la necesidad de diseñar las evaluaciones diagnósticas sobre la base de los contenidos de enseñanza del año previo porque repetidas veces hemos observado que los docentes diagnostican evaluando un gran número de temas (“todos los que deberían haber aprendido en los años anteriores”). Consideramos que esto tiene dos consecuencias muy problemáticas. En primer lugar, una gran cantidad de docentes dedica a la etapa diagnóstica un tiempo excesivo, a veces hasta dos meses de clase, lo que acorta significativamente los tiempos reales de enseñanza. En segundo lugar, el diagnóstico termina significando un intento del docente de enseñar nuevamente todos los temas de años anteriores, a los apurones y con resultados generalmente muy poco fructíferos. Aquí, parte de la responsabilidad está en manos de los directivos, que muchas veces demandan de los docentes diagnósticos extensos que, finalmente, recortan el tiempo real de enseñanza.

En nuestra experiencia, una estrategia que suele dar buenos resultados es realizar un diagnóstico a partir del primer tema del año, sin recurrir a temas de los años anteriores. Esta idea no es descabellada en tanto concebimos el aprendizaje de las ciencias como un proceso integrado, que pone el acento tanto en la formación de conceptos como de competencias científicas. Desde esta mirada, resulta perfectamente posible diagnosticar en qué situación se encuentran los alumnos incluso con un tema que no han visto antes. Nuevamente, aquí será fundamental la visión de los directivos, que deben avalar este tipo de trabajo a nivel institucional.

La construcción de un mapa curricular en Ciencias Naturales

Los mapas curriculares constituyen una herramienta práctica y sencilla para lograr la articulación vertical. Se trata de cuadros en los que se especifican los contenidos de Ciencias Naturales (o de cualquier área) que se van a enseñar en cada año a lo largo de todos los años. Esto les permite ver a los docentes qué temas se enseñan en años anteriores y posteriores y de ese modo favorece la articulación de contenidos. En este sentido, hemos observado que el trabajo con mapas curriculares le otorga coherencia al currículum de la institución y ayuda a los docentes a planificar en conjunto.

Además, los mapas curriculares permiten a cada docente armar su propia planificación anual priorizando ciertos contenidos clave en pos de una enseñanza que apunte a la calidad en los aprendizajes y no a su cantidad. Esto permite desarrollar planificaciones realistas, es decir, que efectivamente se cumplan dentro del plazo del que se dispone. A la vez, nos permite establecer contenidos prioritarios, lo cual –complementado con una planificación elaborada en conjunto entre docentes– nos ayuda a identificar cuáles serán los contenidos que se deberán abordar según cada año y ciclo escolar de modo de evitar repeticiones, superposiciones u omisiones.

En esta línea, Heydi Hayes Jacobs, pionera de los mapas curriculares, propone que, a lo largo del año, los mapas curriculares sean revisados y corregidos en función de lo que efectivamente se ha realizado en clase. Así, los mapas nos permiten “ver la verdad sobre lo que realmente realmente está sucediendo en nuestras escuelas” (Perkins-Gough, 2003).

Los diseños de diferentes jurisdicciones (y en algunos países, los diseños curriculares nacionales) generalmente incluyen un mapa de los contenidos de aprendizaje para cada grado. En otros casos, no existe una guía totalmente clara sobre los contenidos para cada año. Sin embargo, incluso en los casos en los que el diseño curricular especifica claramente los contenidos de aprendizaje y sus alcances año a año, resulta fundamental que los docentes se reúnan a principios de año para elaborar en conjunto el mapa curricular de su propia escuela de acuerdo con los diseños curriculares vigentes con el propósito de discutir la progresión que se espera en los aprendizajes y ponerse de acuerdo en enfoques comunes en la enseñanza.

Como Anexo 1, se incluye un modelo de mapa curricular utilizado en el trabajo que se ha realizado con las escuelas del Proyecto.

Planificación de unidades didácticas

Una herramienta que nos ha resultado útil para comenzar a instalar nuestro enfoque en toda la escuela es unificar el modo en que los docentes planifican las unidades didácticas y sus clases, proponiéndoles un formato determinado (que luego se puede modificar adaptándolo a las necesidades de cada docente y de cada escuela).

El Anexo 2, al final del documento, muestra una tabla para la elaboración de una planificación semanal de clases. Este formato de planificación les pide a los docentes, por un lado, que identifiquen los conceptos clave que van a enseñar en la unidad (favoreciendo que prioricen aquellos que son más importantes), y por el otro, que sean claros en qué competencias científicas van a enseñar. Esto es útil para que, desde el vamos, las competencias científicas estén contempladas como contenidos de enseñanza, y que el docente sea consciente de cuáles está enseñando al presentar cada tema.

Aunque suene evidente, vale la pena volver a preguntarnos cuál es el sentido de que toda la escuela planifique de manera coherente. Sabemos que planificar las clases de Ciencias Naturales semana a semana, con una progresión lógica de aprendizajes y con una estructura compartida por todos los docentes, no es una práctica común en las escuelas. Sabemos también que en muchas escuelas las clases de Ciencias Naturales no siempre se planifican y que esto hace que el (poquísimo) tiempo dedicado a la enseñanza del área muchas veces no se use eficientemente. Esta situación tiene un costo muy alto para los alumnos y nos preocupa mucho, pues creemos que cada minuto de enseñanza que se pierde no se recupera.

En las unidades didácticas propuestas como modelo para el trabajo de los docentes, se utiliza este formato planteado.

La articulación horizontal

La articulación horizontal es un desafío aún mayor que la vertical, ya que para promoverla es necesario que las diversas áreas que forman el currículum escolar estén integradas y trabajen en conjunto de tal manera que puedan fortalecerse mutuamente. Sin embargo, cuando estas articulaciones se logran, el trabajo escolar se enriquece profundamente, ya que los alumnos comienzan a encontrar un sentido más profundo a los temas que aprenden en las diferentes materias y a entender el conocimiento del mundo como un todo, que integra por ejemplo la expresión artística, el lenguaje y las matemáticas.

En 1993, Peter Drucker hacía referencia a la necesidad de una construcción del conocimiento escolar más relacionada con la construcción de campos de saberes interdisciplinarios. Sabemos que las mentes de nuestros alumnos no están divididas en compartimentos estancos en los que se va acumulando el conocimiento de cada área. Muy por el contrario, el aprendizaje se construye y se relaciona con saberes previos. En este sentido, ayudar a los alumnos a establecer relaciones entre las diferentes asignaturas puede favorecer a que sus aprendizajes alcancen una mayor profundidad.

Del mismo modo que lo hicimos cuando hablamos sobre la articulación vertical, nuestra sugerencia para comenzar a realizar trabajos interdisciplinarios es que inicialmente se reúnan a trabajar con aquellos colegas con quienes se sientan más cómodos. Luego, gradualmente, habrá que ir incorporando a otros docentes hasta convertir esta manera de trabajar en parte de la cultura institucional.

Pensamos que es posible establecer proyectos conjuntos con todas las áreas de la escuela. A continuación, daremos algunos ejemplos de trabajos interdisciplinarios que se han realizado en escuelas reales con el fin de mostrar algunos tipos de articulaciones que son posibles en las escuelas.

- **Articulación con Matemática.** La articulación con esta área es esencial para el aprendizaje de las Ciencias Naturales (y viceversa). Por ejemplo, la realización de cálculos, la medición, la representación de la información en forma de gráficos o tablas, el análisis de los datos obtenidos o el uso de fórmulas para explicar los fenómenos observados son elementos indispensables en la educación científica.

- **Articulación con Lengua/Prácticas del Lenguaje.** La clase de Ciencias Naturales es un espacio en el que se construye socialmente el conocimiento en diálogo con otros (incluyendo los textos) y con el mundo empírico. La lengua oral y escrita juega un rol clave en este diálogo ya que nos permite compartir preguntas, comprender consignas de trabajo, comunicar nuestras ideas, reflexionar sobre los resultados obtenidos en una experiencia, argumentar en favor de una afirmación o incorporar ideas nuevas que surgen de la lectura de un texto.

- **Articulación con Ciencias Sociales.** Los “casos” en ciencias sociales pueden ser excelentes contextos para trabajar competencias científicas como la formulación de preguntas, de hipótesis y la búsqueda de evidencias para sostener argumentos. En este sentido, el trabajo en ambas áreas está íntimamente relacionado porque, a pesar de sus objetos de estudio y de algunos de sus métodos, que son diferentes, ambas ciencias buscan explicar su parte de la realidad a partir de la formulación de explicaciones teóricas que den cuenta de las evidencias obtenidas. Por ejemplo, el aprendizaje en Ciencias Naturales sobre la descomposición de seres vivos puede ser utilizado para entender los procesos de momificación

que se ven cuando se estudian civilizaciones antiguas en ciencias sociales.

- **Articulación con las “materias especiales”.** Además de las áreas curriculares como Lengua/Prácticas del Lenguaje, Matemática y Ciencias Sociales, las denominadas “materias especiales”, como Plástica, Música y Educación Física, nos permiten incorporar dimensiones sumamente interesantes al trabajo en el área de ciencias. Por ejemplo, las *artes plásticas* pueden sernos muy útiles en el momento de enseñar diferentes temas, ya que nos ayudan a modelizar sistemas complejos (como una célula o el sistema solar), contribuyen a que los alumnos aprendan a observar y a representar la naturaleza o simplemente ofrecen una puerta de expresión para los alumnos en relación con los diferentes temas que están aprendiendo en la clase de Ciencias Naturales. Los niños pueden enriquecer su *educación física* si se la relaciona con los contenidos abordados en Ciencias Naturales.

- **Articulación con Tecnología.** La articulación con el área de Tecnología, cuando este recurso está disponible en la escuela, resulta clave, ya que a través de la computadora los alumnos pueden trabajar con programas interactivos que les permitan entender mejor los contenidos abordados en ciencias. Esta herramienta también nos permite que los alumnos visualicen imágenes, busquen información y elaboren esquemas y textos que luego podrán incorporar a sus trabajos. Como mencionamos en la primera parte del libro, un dispositivo muy útil que nos proporciona la informática es el de las simulaciones.

- **Articulación integrada.** Finalmente, todas o varias de las áreas se pueden articular en pos de un único proyecto de enseñanza interdisciplinario.

GESTIÓN DE LA CLASE

La indagación en acción

¿Cómo poner en práctica el enfoque por indagación en el aula? A continuación, discutimos algunas situaciones de enseñanza que utilizan distintos recursos para llevar a cabo la metodología de enseñanza por indagación en el marco de los diferentes temas del currículum. Como veremos, lo importante no es qué tipo de estrategias o recursos utilicemos (experimentos, textos, explicaciones del docente), sino que en las clases estén presentes ambas caras de la ciencia: la de producto y la de proceso que describimos al comienzo de este documento.

La realización de experiencias

El trabajo con materiales concretos puede convertirse en una oportunidad de desarrollar actividades de indagación siempre y cuando tengamos claro qué conceptos y competencias científicas queremos enseñar al realizarlas. En otras palabras, un experimento bien puede hacerse como si fuera una receta de cocina⁸ o una serie de pasos que los alumnos llevan a cabo para corroborar una idea que ya les ha sido dada por el docente. En estos casos, la actividad no se aprovecha para que los alumnos desarrollen competencias científicas ni recorran el camino de construir una idea nueva. El “hacer ciencia” se convierte meramente en un hacer físico, no intelectual.

Para que una experiencia forme parte de una actividad de indagación, es fundamental que detrás de ella haya una pregunta que los alumnos deban contestar. Esta pregunta, en algunos casos, podrá ser formulada por el docente. En otros casos, el docente podrá pedirles a los

8- M. Furman (2007). “Haciendo ciencia en la escuela primaria: Mucho más que recetas de cocina”. Revista *12ntes*, 15, 2-3.

alumnos que, ante un cierto problema o fenómeno, sean ellos mismos los que propongan preguntas y, confrontando ideas entre todos, determinen cuáles son investigables (es decir, cuáles podrían ser respondidas a través de la realización de experimentos u observaciones). En todos los casos, el docente será el encargado de guiar a los alumnos a formular hipótesis (respuestas posibles a dicha pregunta) y predicciones que deriven de ellas. También será quien ayude a los alumnos a diseñar maneras de poner sus hipótesis a prueba, a registrar sus resultados y a analizarlos después. Y, fundamentalmente, quien oriente a los alumnos a darle sentido a sus resultados en el marco del aprendizaje de un nuevo concepto.

La realización de experiencias, si bien tiene el valor intrínseco de ofrecer a los alumnos la oportunidad de explorar fenómenos muchas veces desconocidos y de interactuar con materiales nuevos, no alcanza para que los alumnos aprendan Ciencias Naturales como producto y como proceso. En otras palabras, las experiencias pueden convertirse en un entretenido juego (que los alumnos disfrutarán, claro) si al realizarlas los docentes no tenemos bien claros nuestros objetivos de enseñanza, tanto en el plano conceptual como en el de competencias.

El trabajo con experiencias concretas es una oportunidad valiosísima para discutir con los alumnos aspectos fundamentales del diseño experimental: ¿Qué sucede si no mantenemos todas las condiciones del experimento constantes? ¿Cuál será la mejor forma de medir la variable que nos interesa y por qué? ¿Cuántas veces convendrá hacer la medición para obtener resultados confiables? ¿Cómo conviene registrar los resultados? ¿Qué hacemos con los datos obtenidos? Estas y otras preguntas permiten guiar a los alumnos a establecer acuerdos sobre cuestiones básicas del diseño experimental –como la selección de un método de medición, las posibles fuentes de error o la necesidad de mantener todas las condiciones experimentales constantes, con excepción de la variable que quiero investigar– a partir de la necesidad que surge de realizar una experiencia auténtica y no en abstracto.

Antes de comenzar la experiencia y de repartir los materiales, es sumamente importante que los alumnos tengan claro qué pregunta quieren contestar a partir de dicha experiencia y que puedan anticipar resultados posibles en el caso de que sus hipótesis iniciales se confirmen (o en el caso contrario). Comprender “qué nos dicen” los resultados es esencial para que el experimento tenga real sentido, y por eso habrá que dedicarle tiempo antes del trabajo con materiales.

Finalmente, la realización de experiencias también nos da la oportunidad de que los alumnos puedan confrontar sus ideas con los propios resultados y los de otros alumnos, imaginando posibles maneras de dar cuenta de las diferencias encontradas: ¿Cómo podemos explicar las diferencias encontradas en los resultados de los diferentes grupos?

El uso de laboratorios

Si bien hemos hecho especial énfasis en que el trabajo con experiencias concretas no es ni imprescindible ni suficiente para que los alumnos aprendan Ciencias Naturales como producto y como proceso, pensamos que el trabajo en el laboratorio es un componente importante de la educación científica de los alumnos.

A lo largo del Proyecto, en algunas de las escuelas que no disponían de un espacio físico para el laboratorio, por ejemplo, se utilizó un armario de la biblioteca seguro y con llave para almacenar los materiales de laboratorio. En otras, los docentes armaron labora-

torios ambulantes que estaban montados en carritos o simplemente guardados en cajas, que llevaban a sus aulas cuando les tocaba realizar una experiencia de Ciencias Naturales. Hay quienes fabricaron elementos de laboratorio a partir de materiales descartables, incluso, con los mismos alumnos. Las opciones son muchas, tantas como la creatividad y el entusiasmo de los docentes y directivos lo permitan.

Finalmente, es importante que el director, además de observar su uso, esté al tanto del cuidado que está recibiendo el armario (¿Se hace inventario de lo que tiene? ¿Hay un responsable de la llave del armario o caja que tiene el laboratorio?).

Analizando experiencias “ajenas”

No siempre es necesario realizar experiencias con materiales concretos para desarrollar competencias científicas relacionadas con el trabajo experimental. Otra estrategia sumamente valiosa para ello es discutir los resultados de experimentos que han sido realizados por otros, tanto históricos como actuales, e imaginarse experimentos mentales para responder a una pregunta. De hecho, este es un ejercicio que los científicos profesionales hacen continuamente (y suelen disfrutar mucho) cuando analizan los trabajos de sus colegas.

Al trabajar con una experiencia “ajena”, será importante guiar a los alumnos a responder las siguientes preguntas íntimamente relacionadas con las propuestas en el trabajo con los experimentos con material concreto:

- ¿Cuál habrá sido la pregunta que querían contestar los investigadores con este experimento?
- ¿Por qué habrán querido responderla? ¿Qué significado tendría para ellos esa pregunta teniendo en cuenta la época en la que vivían?
- ¿Qué hipótesis propusieron? ¿Qué métodos usaron para poner esa hipótesis a prueba?
- ¿Qué resultados obtuvieron? ¿A qué conclusiones llegaron?
- ¿Cambió lo que pensaban al principio luego de su experimento?
- ¿Qué nuevas preguntas les habrán surgido después?

En esta misma línea, los experimentos mentales (que se piensan pero no se realizan) son excelentes ejercicios para que los alumnos aprendan competencias científicas como el diseño experimental y la anticipación de resultados. Aquí, el docente podrá plantear preguntas o situaciones y discutir con los alumnos posibles maneras de resolverlas. Modelizar el hábito de pensar “¿cómo podríamos responder a esta pregunta?” ante una duda o cuestión a explorar que surge en clase resulta clave para generar una cultura de aula en la que los alumnos formen parte de una “comunidad de investigadores”, en la que el espíritu indagador esté siempre presente.

El trabajo con textos en el aprendizaje de las ciencias

Los textos en Ciencias Naturales son una herramienta importante para acceder al conocimiento científico dentro y fuera de la escuela. Sin embargo, si bien buena parte del tiempo de enseñanza suele dedicarse al trabajo con textos, pocas veces este trabajo tiene en cuenta la cara de la ciencia como proceso.

Una primera cuestión a tener en cuenta –que parece una verdad de Perogrullo pero no lo es en la práctica– es que el trabajo con textos debe tener objetivos de aprendizaje específicos al igual que toda situación de enseñanza. ¿Qué conceptos y competencias científicas quiero que mis alumnos aprendan? Ana María Espinoza resalta la importancia

de pensar la lectura en Ciencias Naturales como integrante de una secuencia de enseñanza más larga en la que se articule con otras actividades que le den sentido y que permitan establecer relaciones entre los conocimientos trabajados en otros momentos de la misma secuencia o en otras⁹.

Con mucha frecuencia, el trabajo con los textos en la clase de Ciencias Naturales pone el acento en la identificación de los conceptos básicos y en la incorporación de vocabulario científico, enfatizando la cara de la ciencia como producto. Una práctica muy habitual es pedirles a los alumnos que subrayen las ideas principales o que respondan preguntas cuyas respuestas se pueden copiar casi directamente en el texto.

¿Cómo incorporar la cara de la ciencia como proceso cuando trabajamos con un texto? Una estrategia de trabajo que nos ha dado buenos resultados para promover tanto la comprensión de conceptos como la idea de que el conocimiento científico surge de preguntas es buscar con los alumnos las preguntas “escondidas” en el texto (aquellas preguntas que el texto responde). Por otra parte, transformar el texto en otro tipo de recurso (un mapa conceptual, una carta a un compañero que estuvo ausente, una noticia periodística) es otra estrategia que nos ayuda a que los alumnos puedan comprender los conceptos centrales y desarrollar una competencia básica: la capacidad de comunicar ideas científicas.

En esta misma línea, en el trabajo con la lectura de un texto, valdrá la pena ir más allá de lo meramente conceptual y proponer algunas preguntas que pongan en discusión el conocimiento que aparece y permitan profundizarlo, reflexionando específicamente sobre el proceso por el cual dicho conocimiento fue generado. Las intervenciones del docente serán claves para que los alumnos comiencen a “leer” dentro de un texto algunas ideas importantes sobre la naturaleza de la ciencia, tales como la diferencia entre las inferencias y las observaciones, el carácter provisorio del conocimiento científico o la construcción social de las ideas. Por ejemplo: ¿Cuál es la idea central que nos transmite este texto? ¿De qué tipo de texto se trata: nos da información, nos cuenta una historia, nos explica un proceso, nos quiere convencer de una postura determinada? En ese caso, ¿cuáles serían las posibles posturas contrarias? ¿Qué evidencias nos da para fundamentar lo que nos cuenta? Si no aparecen, ¿dónde podríamos buscarlas?

Continuando con la pregunta anterior, la búsqueda de información relevante en fuentes como Internet (cuando es posible), libros o revistas es una práctica muy extendida en las clases de Ciencias Naturales de primaria, y una competencia científica fundamental. Sin embargo, muchas veces con la buena (pero ingenua) intención de fomentar la autonomía de los alumnos, los docentes les pedimos a nuestros alumnos que “investiguen” sobre un cierto tema sin darles una guía clara de qué buscar, en dónde, cómo darse cuenta de si la fuente es confiable o cómo identificar los aspectos más relevantes del tema en cuestión. Como consecuencia de esta práctica, la búsqueda pierde valor pedagógico.

Para evitar esta dificultad, es fundamental tener muy presente cuál es el objetivo de

9-Ana María Espinoza (2003). “La especificidad de la lectura en Ciencias Naturales” [en línea]
http://www.unam.edu.ar/extras/iv-jie/Mesa_9/Espinoza.htm.

enseñanza a la hora de trabajar con textos. En algunos casos, será más recomendable que sea el docente mismo quien seleccione los textos para la lectura. Esto es importante porque seleccionar textos de calidad que resulten claros e interesantes para los alumnos no es una tarea sencilla. Dejar esto librado a lo que los alumnos encuentren puede ser riesgoso porque muchos textos disponibles en Internet o en enciclopedias son confusos, ponen el acento en temas que no son los que planificamos o simplemente tienen errores conceptuales.

Cuando el objetivo está puesto en que los alumnos aprendan a buscar y seleccionar información, ahí sí valdrá la pena que sean ellos mismos quienes consulten diferentes fuentes y trabajen sobre lo que han encontrado, comparándolas, analizando sus propósitos y discutiendo a qué público están dirigidas. La búsqueda de información implica un conjunto de competencias que los alumnos irán aprendiendo progresivamente: la ubicación de las fuentes, su selección, la localización de la información que se busca, la interpretación de la información encontrada¹⁰.

En relación con el trabajo con textos en el aula, los investigadores Ann Brown y Joseph Campione¹¹ proponen una estrategia llamada “enseñanza recíproca” que les ha dado excelentes resultados: los alumnos, en grupos, buscan información sobre un aspecto de un tema que les ha sido asignado por el docente. Y luego son responsables de enseñarles el tema a otros alumnos, y asegurarse de que lo comprendan ofreciéndoles ayuda extra, si es necesario. El docente guía a los alumnos de cerca en todo el proceso. De acuerdo con lo que hemos planteado aquí, proponemos una grilla de observación que puede ser de utilidad para guiar al director en la observación de una clase de Ciencias Naturales y para pensar en posibles ajustes en una conversación posterior con el docente. Se trata de una grilla orientadora (es decir, para nada exhaustiva) que tiene como fin ayudar a poner el foco en algunos aspectos de la enseñanza de la ciencia que son clave desde el enfoque didáctico que proponemos:

10-Laura Lacreu y Claudia Serafini (2008). “Diseño Curricular para la Educación Primaria, Primer Ciclo”. Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires.

11-Ann Brown y Joseph Campione (1994). “Guided discovery in a community of learners”. En K. McGilly (ed.), *Classroom lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.

¿Qué nos podemos preguntar?	¿Qué podemos observar?	Frecuentemente	Algunas veces	Todavía no	Observaciones
¿QUÉ ESTÁN HACIENDO LOS ALUMNOS?	1- ¿Demuestran entusiasmo y deseos de aprender Ciencias Naturales?				
	2- ¿Formulan preguntas o afirmaciones que evidencian relación con el tema de la clase?				
	3- ¿Tienen oportunidades para explicar lo que saben y para intercambiar sus puntos de vista con sus pares y con el docente?				
	4- En el trabajo con textos, ¿tienen oportunidades de discutir con sus pares acerca de la información que el texto aporta y su relación con otras ideas que vienen construyendo en las actividades previas?				
	5- ¿Proponen hipótesis y diseñan maneras de ponerlas a prueba? ¿Planifican experimentos en los que resulta claro qué se va a medir, cómo y qué condiciones se dejarán constantes?				
	6- ¿Anticipan maneras de registrar y organizar sus resultados? ¿Recolectan y analizan datos? ¿Debaten sus conclusiones con otros?				
	7- ¿Demuestran y ayudan a generar en otros, actitudes positivas para el trabajo y la convivencia? ¿Muestran respeto por las opiniones ajenas? ¿Dan y demandan evidencias de lo que dicen?				
¿QUÉ ESTÁ HACIENDO EL DOCENTE?	1- ¿Su clase evidencia un objetivo claro? Dentro de ese objetivo, ¿se evidencian las dos dimensiones de la ciencia, como producto y como proceso?				
	2- ¿Formula preguntas que requieren que los alumnos piensen y no respondan de memoria?				
	3- Frente a las ideas, dudas o preguntas de los alumnos, ¿interviene para guiarlos a construir nuevos aprendizajes?				
	4- ¿Guía a los alumnos a definir sus hipótesis y anticipar resultados posibles de un experimento? ¿Los ayuda a planificar experimentos para responder a las preguntas planteadas?				
	5- ¿Introduce la terminología científica solamente después de que los alumnos comprendieron el concepto?				
	6- ¿Demuestra cómo usar materiales de laboratorio u otros recursos?				
	7- ¿Propone distintas formas de trabajar los textos para ayudar a comprender el tema de la clase? ¿Ayuda a los alumnos a vincular las ideas que aporta el texto con lo que vienen aprendiendo y con lo que trabajaron en las actividades experimentales?				
	¿Propone situaciones de escritura en las que cada alumno tiene la oportunidad de expresar por escrito sus ideas y conclusiones?				
	8- ¿Ayuda a sus alumnos a tomar responsabilidades y los estimula para que avancen en la construcción de su autonomía?				
9- ¿Construye con sus alumnos una síntesis de los contenidos trabajados durante la clase?					

¿Qué aprendieron nuestros alumnos? La evaluación para el aprendizaje en Ciencias Naturales

Pensar en transformar la enseñanza avanzando hacia un modelo por indagación implica, también, repensar las maneras en que evaluamos los aprendizajes de los alumnos: ¿Qué evaluar, cómo y cuándo? ¿Qué hacer con la información que recogemos de las evaluaciones?

A lo largo de este documento, hemos hecho mucho hincapié en la coherencia en los modos de enseñar. Esta coherencia se traduce en que nuestras propuestas de enseñanza tienen que ser fieles a los objetivos de aprendizaje que buscamos, y estos objetivos, a su vez, respetar la naturaleza de las Ciencias Naturales.

La coherencia es también crítica cuando hablamos de evaluación. En nuestro trabajo en las escuelas, hemos observado muy frecuentemente docentes que comienzan a enseñar de manera novedosa pero que, a la hora de evaluar, solo focalizan en los saberes puramente memorísticos, sin tener en cuenta competencias científicas ni comprensiones profundas.

Transformar la enseñanza sin transformar la evaluación es problemático porque aquello que evaluemos será lo que los alumnos perciban como importante. No alcanza con que al enseñar posicionemos a los alumnos en un rol activo, los invitemos a hacerse preguntas, debatir o resolver problemas. Si no los evaluamos en estos aspectos, estaremos dando la señal de que el supuesto objetivo declamado de que “aprendan a pensar” no es verdadero, y los alumnos volverán a memorizar información para aprobar los exámenes.

Si queremos ser coherentes con una enseñanza que presente a la ciencia como producto y como proceso, ambas dimensiones deberán estar contempladas a la hora de evaluar los aprendizajes de los alumnos. Dicho de otra manera, nuestras evaluaciones deberán tener en cuenta tanto los aprendizajes de conceptos como de competencias científicas. En el cuadernillo de trabajo para cada grado, encontrarán ejemplos de evaluaciones de los aprendizajes de los alumnos en estas dos dimensiones.

Retomar los objetivos de aprendizaje iniciales (siempre y cuando efectivamente los hayamos trabajado en clase) es un paso muy importante para pensar en la evaluación. El desafío será evaluar lo que queríamos enseñar y no solamente lo que es más sencillo de medir (Howe, 2002). Esto, de nuevo, parece una obviedad, pero no lo es. Demasiado frecuentemente nos encontramos en las escuelas con evaluaciones que se corresponden poco con lo que se ha enseñado, como en el caso de la evaluación sobre la célula, que citamos en el ejemplo anterior. En estos casos, se pierde una característica fundamental que debe tener toda evaluación: la validez. Estaremos evaluando, sí, pero no lo que realmente enseñamos. Así, nuestras conclusiones no serán válidas porque los instrumentos utilizados no capturarán de manera sustantiva lo que los alumnos aprendieron en nuestras clases. En este sentido, nos interesa resaltar lo que Alicia Camilloni y colegas (1998) definen como “validez de contenido”, en tanto la evaluación debe representar una muestra significativa del universo de contenidos enseñados, en particular de aquellos que hemos identificado como fundamentales.

Para salir de esta dificultad, la pedagoga Neus Sanmartí propone dejar a un lado en las evaluaciones aquellas preguntas cuyas respuestas son meramente reproductivas o, en otras palabras, que requieren que los alumnos repitan lo que recuerdan, sin más elaboración ¹². Estas preguntas suelen ser las que los alumnos olvidan al día siguiente de haber rendido el examen.

Sanmartí sugiere también que las preguntas deben plantear una situación que tenga sentido para los alumnos, que los invite a intentar explicar lo que sucede a partir de lo que han comprendido. En el trabajo con los docentes, llamamos a este tipo de situaciones “preguntas problema”. Por ejemplo, más que preguntarles a los chicos cuáles son los elementos fundamentales para que un circuito eléctrico funcione, será más provechoso presentarles una situación como: “Mi amigo Martín quiere irse de campamento, pero se le rompió la linterna. ¿Podés ayudarlo a armar una nueva usando la menor cantidad de materiales posible?”. A lo largo de los cuadernillos de trabajo, encontrarán tanto en las evaluaciones del final de la unidad como durante las actividades, ejemplos de estas “preguntas problema”.

A continuación, les proponemos tres ejemplos que forman parte del trabajo con los docentes de Escuelas del Bicentenario, en los que se identifican en cada uno los conceptos y competencias evaluados.

El que sigue es un ítem para 5.º grado. Esta evaluación se propone después de que los alumnos realizaron una experiencia para averiguar si la levadura podía alimentarse de azúcar: colocaron levadura, agua tibia y azúcar y observaron que aparecían burbujas, producto de la transformación del azúcar (su fermentación). Observaron también que la levadura no podía alimentarse de edulcorante.

De acuerdo con el experimento que hicimos en el laboratorio para investigar si la levadura se alimentaba de azúcar, ¿qué nuevo experimento harías para averiguar si la levadura puede comer sal? Podés dibujarlo. No te olvides de explicar qué pasos seguirías, qué elementos usarías, qué podrías medir y qué condiciones vas a dejar constantes.

¿Qué resultados esperás obtener si la levadura come sal?

¿Y si no come sal?

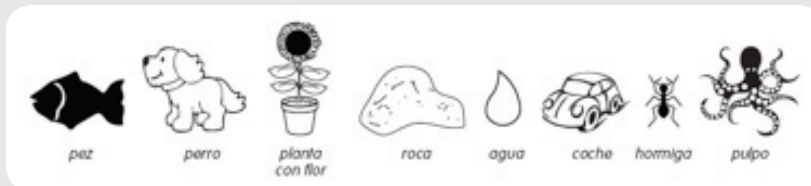
¿Qué resultados obtendrías si en lugar de levadura usaras arena? Dibujá todos los posibles.

En el ítem anterior, se evalúan competencias importantes como el diseño experimental, incluyendo el control de variables, la medición y la predicción de resultados posibles. También se evalúa el concepto de ser vivo como un organismo que se alimenta y respira.

El ítem que sigue pertenece a una evaluación para 3.º grado:

12- Neus Sanmartí (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Editorial Graó.

Observá las siguientes imágenes y buscá una manera de dividir los elementos que muestran en dos grupos. Tenés que usar todas las imágenes.



Integrantes del grupo 1 (escribí sus nombres): _____

¿Qué tienen en común? _____

Integrantes del grupo 2 (escribí sus nombres): _____

¿Qué tienen en común? _____

¿Por qué los agrupaste así? _____

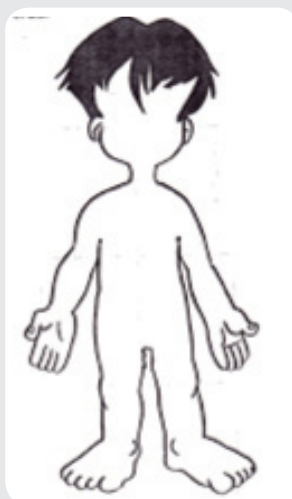
En este ítem, evaluamos la competencia científica de la clasificación, en particular la capacidad de establecer un criterio para la clasificación (y poder explicar el por qué de ese criterio). Nuevamente, además de pedirles a los alumnos que clasifiquen los ítems, los llevamos un paso más allá al pedirles que identifiquen qué criterio usaron para agrupar los elementos al preguntarles, primero, qué tienen en común los integrantes de cada equipo y, después, por qué los agruparon del modo elegido.

En el caso de que los alumnos utilicen el criterio de “vivo *versus* no vivo”, podremos evaluar si comprenden la diferencia entre estas dos categorías. Sin embargo, este no es el único criterio de clasificación posible. Otra forma posible de agrupar los elementos es en “terrestres *versus* acuáticos”.

El siguiente es un ejemplo para 2.º grado:

En esta silueta vacía, marcá:

- Con lápiz, los huesos, y ponelos el nombre a los que conozcas.
- Con rojo, las articulaciones.
- Con azul, los músculos.



- ¿Qué pasaría si no tuviéramos huesos y por qué?
- ¿Qué pasaría si no tuviéramos músculos y por qué?
- ¿Qué pasaría si no tuviéramos articulaciones y por qué?

En este ítem para 2.º grado, se evalúa el conocimiento conceptual de los alumnos sobre huesos, articulaciones y músculos, incluyendo su ubicación en el cuerpo y su función, y sus nombres en el caso de los huesos. Noten que la pregunta por la función de los huesos no es directa (como lo sería: “definan la función de los huesos”), sino que se invita a los alumnos a pensar qué pasaría si no los tuviéramos. En este sentido, también se evalúa la capacidad de predicción a partir de lo que los alumnos saben sobre la función de cada estructura. Como los alumnos todavía no escriben fluidamente, los docentes usaron el recurso de la silueta para que los chicos pudieran volcar en el dibujo sus aprendizajes (en el ejemplo real, la silueta es mucho más grande, ocupa casi la mitad de la hoja).

Finalmente, Grant Wiggins y Jay McTighe¹³ proponen pensar en la evaluación desde la misma planificación de las clases, planificando “de atrás hacia adelante” (lo que en inglés se conoce como “backwards design”). ¿Qué quiere decir esto? Al pensar en la evaluación, los autores proponen poner el foco en analizar posibles evidencias que nos pueden dar datos de en qué parte del proceso se encuentran los alumnos en relación con los objetivos de aprendizaje propuestos. ¿Qué debería poder demostrar un alumno que alcanzó los aprendizajes que buscábamos? ¿Qué demostraría uno que aún no los alcanzó, o que los alcanzó parcialmente?

13- Grant Wiggins y Jay McTighe (2005). *Understanding By Design*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

En las unidades didácticas propuestas para el trabajo sobre Ciencias Naturales, al final de cada clase, van a encontrar una sección llamada: “¿Cómo me doy cuenta de si los alumnos aprendieron los objetivos que buscaba con esta clase?” inspirada en estas ideas. El propósito de esta sección es orientar la mirada del docente hacia las evidencias del aprendizaje de los alumnos con el objetivo de seguir pensando: ¿Vamos por el buen camino? ¿Cómo ajustamos el rumbo? ¿Qué devolución les hace el docente a sus alumnos para que alcancen los objetivos de aprendizaje que se propuso al comienzo?

CÓMO ESTÁ ORGANIZADO EL MATERIAL PARA EL DOCENTE

La carpeta de trabajo

En la carpeta de trabajo correspondiente a cada grado, los docentes encontrarán materiales para pensar, planificar, revisar y volver a pensar las clases de Ciencias Naturales. Estos materiales se presentan dentro de un marco general para toda la escuela, que parte de la necesidad fundamental de acercar la cultura científica al aula e incorpora los modos de conocer de las Ciencias Naturales como objetivos centrales de la enseñanza, de la mano de los saberes conceptuales.

I. Incluimos en la carpeta un artículo que presenta el **marco teórico** del que partimos para pensar la enseñanza de las ciencias, como una lente que esperamos pueda permitirles comprender la mirada que orienta la elaboración de las clases de las unidades didácticas que se proponen para cada grado.

II. A continuación, se ofrece un **mapa curricular** de 1.º a 6.º grado, elaborado a partir de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios definidos por el Ministerio de Educación de la Nación (NAP) con los aportes de los diseños curriculares de distintas jurisdicciones del país.

III. Luego, se introduce un ejemplo de la primera **unidad didáctica** para el grado correspondiente. Cada unidad se originó en el trabajo de estos más de tres años (de 2007 a 2010), en un diálogo continuo entre los especialistas del Área de Mejora Académica en Ciencias Naturales del Proyecto, los equipos de capacitadores de las distintas jurisdicciones del país y los docentes, que enriquecieron, modificaron, sugirieron, objetaron y elaboraron en conjunto esta serie de propuestas. Cada unidad didáctica comienza con un planteo de preguntas guía, de contenidos conceptuales y un mapa conceptual de las ideas abordadas, seguidos de secuencias de actividades para desarrollar en el aula. Las unidades incluyen, también, propuestas de evaluación de los aprendizajes de la unidad.

Sobre las unidades didácticas

Las unidades didácticas que se proponen para cada grado están planteadas como un conjunto de secuencias de actividades guiadas por una serie de objetivos (que aparecen al comienzo) en los que se hacen visibles tanto la dimensión conceptual de la ciencia (o la ciencia como producto) como la dimensión de la ciencia como proceso o modo de generar conocimiento. Por lo general, cada secuencia está pensada para una semana de trabajo (entre 2 y 3 horas de clase).

La elección de una propuesta estructurada se basa en una necesidad –que creemos imperiosa– de instalar una propuesta coherente de ciencias a lo largo de toda la escolaridad primaria, en la que exista una progresión de objetivos de enseñanza cada vez más

complejos, y que contemple maneras de trabajo que tradicionalmente han estado poco presentes en las escuelas. Pensamos que contar con buenas secuencias favorece la autonomía docente, siempre que se propongan como instrumento de trabajo sobre el cual discutir fundamentos, maneras de intervención, propósitos y estrategias para adaptarlos a los diferentes contextos en los que se desempeña cada docente. Lejos de estar concebidas como recetas, estas secuencias “paso a paso” proponen guiones estructurados que cada docente puede utilizar como base sobre la cual poder adaptar, innovar, modificar lo que considere necesario en función de sus objetivos de enseñanza, de su grupo de alumnos y de los propósitos institucionales de su escuela, y en diálogo con los capacitadores que acompañan su formación continua. Todas las secuencias de clase incluyen textos u otros recursos que sirven como orientadores para el docente en su elección de materiales para utilizar con sus alumnos.

Cada secuencia ofrece, también, un espacio para pensar sobre las evidencias de aprendizaje que nos van a dar pistas de los procesos que están llevando a cabo los alumnos. Están concebidas como un espacio para orientar la mirada hacia lo que los niños han aprendido (y, particularmente, cómo darnos cuenta de eso) en función de modificar las estrategias de enseñanza para alcanzar a todos los alumnos.

Finalmente, dentro de cada secuencia se propone un espacio para volcar las reflexiones sobre lo ocurrido en la clase, en vistas a revisar las estrategias utilizadas para una próxima instancia, en un proceso iterativo de análisis de la propia práctica que –se espera– pueda instalarse como momento habitual luego de cada clase.

Al final de cada unidad, se incluye una propuesta de evaluación que recupera los objetivos de enseñanza propuestos a partir de preguntas-problema que demandan a los alumnos poner en juego los aprendizajes esperados en la unidad.

Desde su mismo origen, el material que se ofrece en esta carpeta se concibió como un material dinámico, que sabemos va a cambiar con el tiempo y con el aporte de más docentes en más escuelas. Los invitamos, por tanto, a que lo lean como tal y a que se sientan parte de este proceso de construcción colectiva, de ida y vuelta, y se sumen a él.

Esperamos que estos materiales enriquezcan sus prácticas y les ofrezcan aportes interesantes para guiar a sus alumnos en el fascinante camino de explorar las maravillas de la naturaleza.

ANEXOS

A continuación, se incluye el Mapa curricular para 1.º a 6.º grado basado en los NAP y en el aporte de los distintos diseños curriculares de las jurisdicciones que participan en Escuelas del Bicentenario, junto con una propuesta para la planificación de unidades didácticas que retoma el marco teórico propuesto en este cuadernillo.

ANEXO I: EJEMPLO DE MAPA CURRICULAR

Eje	1.º grado	2.º grado	3.º grado
Transversal (competencias científicas)	<ul style="list-style-type: none"> • Observar y describir las características fundamentales de un objeto o fenómeno. • Comparar las semejanzas y diferencias entre diferentes objetos o fenómenos. • Formular preguntas a partir de la observación de objetos o fenómenos. • Clasificar objetos o fenómenos de acuerdo con un criterio dado. • Elaborar criterios propios de clasificación sencillos. • Interpretar los resultados de una experiencia sencilla y sacar conclusiones de lo observado. • Leer y producir textos sencillos: explicaciones, registros de observaciones, esquemas, conclusiones, procedimientos, textos informativos en general. • Comunicar lo aprendido de manera oral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptaciones de los seres vivos: Los seres vivos (plantas y animales) poseen características relacionadas con el ambiente en que viven (alimentación, desplazamiento, cubierta). Relación entre las estructuras de los seres vivos y sus funciones. • Cambios en los seres humanos: Cambios desde el nacimiento hasta la edad actual. Cambios en los niños a lo largo del año. 	<ul style="list-style-type: none"> • Astros que se encuentran fuera de la Tierra (Sol y Luna). Movimientos aparentes del Sol y la Luna y su frecuencia. El día y la noche. Rotación y traslación. Fases de la Luna. Puntos cardinales.
I	<ul style="list-style-type: none"> • Seres vivos y elementos no vivos: Características básicas de los seres vivos (respiran, se alimentan, responden a estímulos del medio, se reproducen). • Si bien existe una gran diversidad de seres vivos, los organismos poseen algunas características comunes y otras diferentes, estas características sirven para agruparlos. • Características básicas de las plantas: Las plantas fabrican su propio alimento. Partes principales de las plantas. Diversidad de plantas. • Características básicas de los animales: Los animales se alimentan de otros seres vivos y, en general, se mueven. Diversidad de animales. • Los seres humanos como parte de los animales. Partes del cuerpo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Características ópticas de algunos materiales: materiales opacos, transparentes y traslúcidos. Relaciones de las propiedades ópticas de los materiales con sus usos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fenómenos térmicos: La temperatura es una propiedad de los cuerpos que se puede medir. Intercambio de calor entre los cuerpos. Cambio de estado de la materia: sólido, líquido y gaseoso.
II	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales líquidos y sólidos: Características y diferencias. Variedad y características de diferentes materiales. Usos de los materiales según sus propiedades. El aire como material. Evidencias de la presencia de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de los cuerpos y sus causas. Clasificación de los movimientos de acuerdo con la trayectoria que describen. Rapidez de un movimiento. Punto de referencia. 	
III	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos observables del ambiente: agua, aire, tierra, cielo, nubes, lluvia, viento. • Cambios en el paisaje a lo largo del año. 		<ul style="list-style-type: none"> • Interacciones entre los seres vivos: competencia, comensalismo, parasitismo. • Redes alimentarias.

Eje	4.º grado	5.º grado	6.º grado
<p>Transversal (competencias científicas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observar y describir las características de un objeto o fenómeno. • Clasificar objetos o fenómenos de acuerdo con criterios propios y fundamentar dichos criterios. • Identificar las evidencias detrás de una afirmación. • Formular preguntas investigables. • Formular hipótesis y predicciones asociadas a dichas hipótesis. • Diseñar experimentos para poner a prueba una hipótesis, proponiendo condiciones experimentales, controles y la variable a medir. • Analizar los resultados de experimentos propios o dados por el docente. • Leer y producir textos de mediana complejidad: explicaciones, registros de observaciones, esquemas, conclusiones, procedimientos, textos informativos en general. • Argumentar a favor o en contra de una idea a partir de evidencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las funciones de nutrición en el hombre (digestión, respiración, circulación y excreción), sus principales estructuras y funciones. • Alimentos y nutrientes. Importancia de la alimentación para la salud, sobre la base de la composición de los alimentos y sus funciones en el organismo. El mejoramiento de la dieta, atendiendo al contexto socio cultural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Notión de célula como unidad estructural y funcional desde la perspectiva de los niveles de organización de los seres vivos. Partes principales de la célula. La célula vista bajo el microscopio. Diversidad de formas y funciones celulares. • La reproducción en el ser humano. Cambios físicos y emocionales que ocurren en la pubertad. La fecundación y el embarazo.
I	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetismo: polos de un imán. Materiales que son atraídos por los imanes. La Tierra como imán. Brújulas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de mezclas (homogéneas y heterogéneas). Separación de mezclas. Acción disolvente del agua y de otros líquidos sobre diversos materiales. Solubilidad y concentración. Factores que influyen en los procesos de disolución (temperatura). 	<ul style="list-style-type: none"> • Transformaciones físicas y químicas de los materiales. Reacciones de corrosión y combustión. Diferencia entre mezclas y reacciones químicas.
II	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidad de los seres vivos (animales, plantas, hongos y microorganismos). Principales adaptaciones que presentan los seres vivos en relación con el ambiente (alimentación, sostén, locomoción, incluyendo el caso de los seres humanos). 	<ul style="list-style-type: none"> • El sonido como una vibración que se transmite en un medio material. • Propiedades del sonido (intensidad, timbre y altura). Velocidad del sonido en diferentes medios. • El oído humano y su funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Notión de corriente eléctrica, circuitos eléctricos simples y su vinculación con las instalaciones domiciliarias. Corriente eléctrica y resistencias. • Prevención de accidentes relacionados con la conducción de la electricidad.
III	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerzas y sus efectos. Fuerzas de contacto: Fuerza de rozamiento, empuje. • Fuerzas a distancia: fuerza gravitatoria y magnética. Representación de las fuerzas: intensidad, dirección y sentido. • Combinación de fuerzas. Fuerzas balanceadas. 		

ANEXO 2: PROPUESTA PARA UNA PLANIFICACIÓN SEMANAL DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Semana	Preguntas guía	Ideas clave de la unidad que queremos que los chicos comprendan	Competencias científicas que queremos que los chicos desarrollen	¿Cómo me doy cuenta de que alcanzaron los objetivos? Evidencias de aprendizaje	Actividades y recursos
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

BIBLIOGRAFÍA

- Abregú, V. (2008). *El plan de mejora en la escuela*: Universidad de San Andrés.
- Adúriz Bravo, A. (2005). *Una Introducción a la Naturaleza de la Ciencia*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Ainscow, M.; Hopkins, D.; Soutworth, G. y West, M. (2001). *Hacia escuelas eficaces para todos. Manual para la formación de equipos docentes*. Madrid: Narcea.
- Anijovich, R. (2008, 27 y 28 de junio de 2008). “Luces y Sombras de la Evaluación”. Artículo presentado en las Jornadas: La Evaluación de los Aprendizajes: Instrumentos, Procesos y Responsabilidades, Universidad de San Andrés.
- Arons, A. (1990). *A Guide to Introductory Physics Teaching*. Wiley.
- Atwater, M.; Wiggins, J. y Gardner, C. (1995). “A Study of Urban Middle School Students with High and Low Attitudes Towards Science”. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 665-77.
- Bahamonde, N.; Beltrán, M. M.; Bulwik, M.; Perlmutter, S. y Tignanelli, H. (2006). *Ciencias Naturales 1: Cuadernos para el Aula*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Black, P. (1993). “Formative and Summative Assessment by Teachers”. *Studies in Science Education* (21), 49-57.
- Black, P. y William, D. (1998). *Inside the Black Box*. Londres: School of Education, King’s College London.
- Bower, J. (2001). “Scientists and Science Education Reform: Myths, Methods, and Madness” [en línea] <http://www.nas.edu/rise/backg2a.htm>.
- Brown, A. L. (1987). “Metacognition, Executive Control, Self-regulation, and Other More Mysterious Mechanisms”. En Weinert, F. E. y Kluwe, R. H. (eds.), *Metacognition, Motivation, and Understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A. L. y Campione, J. C. (1994). “Guided Discovery in a Community of Learners”. En K. McGilly (ed.), *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
- Brown, J.; Collins, A. y Duguid, P. (1989). “Situated Cognition and the Culture of Learning”. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Bruner, J. (1960). *The Process of Education*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1961). “The Act of Discovery”. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21-32.
- Budd-Rowe, M. (1974). “Relation of Wait-time and Rewards to the Development of Language, Logic and Fate Control: Part II”. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(4), 291-308.
- Calabrese Barton, A. (2003). *Teaching Science for Social Justice*. Nueva York: Teachers College Press.
- Camilloni, A.; Celman, E.; Litwin, E. y Palou, C. (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós.
- Cerejido, M. (1997). *Por qué no tenemos ciencia*. México D.F.: Siglo XXI Editores.

- Clarke, S. (1998). *Targeting Assessment in the Primary Classroom*. Londres: Hodder and Stoughton.
- Cochran-Smith, M. (2004). *Walking the Road: Race, Diversity and Social Justice in Teacher Education*. Nueva York: Teachers College Press.
- Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática (2007). *Mejorar la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: Una Prioridad Nacional*.
- Consejo Federal de Cultura y Educación (2004). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios*: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Cromer, A. (1993). *Uncommon sense. The Heretical Nature of Science*. New York: Oxford University Press.
- DeBoer, G. (1991). *A History of Ideas in Science Education*. Nueva York: Teachers College Press.
- Duckworth, E. (1988). *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender*. Madrid: Visor.
- Elstgeest, J. (1985). "The Right Question at the Right Time". En W. Harlen (ed.). *Primary Science: Taking the Plunge*. Londres: Heinemann Educational Books.
- Espinoza, A. M. (2003). "La especificidad de la lectura en Ciencias Naturales [en línea] http://www.unam.edu.ar/extras/iv-jie/Mesa_9/Espinoza.htm.
- Feynman, R. (1966, April 1-5). "What is Science". Artículo presentado en la 14 Convención anual de la National Science Teachers Association, Nueva York.
- Fourez, G. (1997). "Scientific and Technological Literacy as Social Practice". *Social Studies of Science*, 27, 903-09.
- Fullan, M. (2001). *Leading in a Culture of Change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Fumagalli, L. (1993). *El Desafío de Enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Troquel.
- Furman, M. (2007a). *Becoming Urban Science Teachers by Transforming Middle School Classrooms: A study of the Urban Science Education Fellows Program*. Columbia University, Nueva York.
- Furman, M. (2007b). "Haciendo ciencia en la escuela primaria: Mucho más que recetas de cocina". *Revista 12ntes*, 15, 2-3.
- Furman, M. (2008). "Ciencias Naturales en la Escuela Primaria: Colocando las Piedras Fundamentales del Pensamiento Científico". Artículo presentado en el IV Foro Latinoamericano de Educación, Fundación Santillana, Buenos Aires.
- Furman, M. y Zysman, A. (2001). *Ciencias Naturales: Aprender a Investigar en la Escuela*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Gardner, H. (2000). *La Educación de la Mente y el Conocimiento de las Disciplinas*. Barcelona: Paidós.
- Gellon, G. (2008a). "Historia de la Ciencia: Un recurso para enseñar". *El Monitor de la Educación*, 16, 32-34.
- Gellon, G. (2008b). "Los experimentos en la escuela: La visión de un científico en el aula". *Revista 12ntes*, 24, 13-14.
- Gellon, G.; Rosenvasser Feher, E.; Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La Ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.
- Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: Del laboratorio al aula y viceversa*. Buenos Aires: Fundación Santillana.

- Gvirtz, S. y Podestá, M. E. (2004). *Mejorar la escuela: Acerca de la gestión y la enseñanza*. Buenos Aires: Granica.
- Harcombe, E. (2001). *Science Teaching/ Science Learning. Constructivist Learning in Urban Classrooms*. Nueva York: Teachers College Press.
- Harlen, W. (2000). *The Teaching of Science in Primary Schools*. Londres: David Fulton Publishers.
- Hogan, K. y Corey, C. (2001). "Viewing Classrooms as Cultural Contexts for Fostering Scientific Literacy". *Anthropology and Education Quarterly*, 32(2), 214-43.
- Hopkins, D. (2001). *School Improvement for Real*. Londres: Roudledge-Flamer.
- Howe, A. (2002). *Engaging Children in Science*. Nueva Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Jenkins, E. (1999). "Practical Work in School Science - Some Questions to Be Answered. En Leach, J. y Paulsen, A. (eds.), *Practical Work in Science Education. Recent Research Studies*. Dinamarca: Roskilde University Press.
- Karplus, R. (1977). "Science Teaching and the Development of Reasoning". *Journal of Reseach in Science Teaching*, 14, 169.
- Kaufman, A. M. (2007). *Leer y escribir: El día a día en la escuela*. Buenos Aires: Aique.
- Kaufman, M. y Fumagalli, L. (1999). *Enseñar Ciencias Naturales: Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires: Paidós.
- Koch, P. y Calabrese Barton, A. (2007). "QuESTA—Making Science Process Successful". Artículo presentado en el encuentro regional de la National Science Teacher Association, Detroit, MI.
- Lacreu, L. (2004). *El agua: Saberes escolares y perspectiva científica*. Buenos Aires: Paidós.
- Lacreu, L. y Serafini, C. (2008). "Diseño Curricular para la Educación Primaria, Primer Ciclo". Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires.
- Martens, M. L. (1999). "Productive questions: Tools for supporting constructivist learning". *Science and Children*, 36(8), 24-27.
- Miles, M.; Ekholm, M. y Vandenberghe, R. (1987). *Lasting School Improvement: Exploring the Process of Institutionalisation*. Bélgica: Lewen.
- Millard, R.; Le Marehal, J. F. y Tikerghien, A. (1999). "Mapping the Domain of Practical Work". En Leach, J. y Paulsen, A. (eds.), *Practical work in Science Education. Recent Research Studies*. Dinamarca: Roskilde University Press.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2006). Informe Pisa 2006: Competencias Científicas para el Mundo del Mañana.
- Osborne, J. (2008, 26-28 de mayo). "Science Education for the Twenty First Century?" Artículo presentado en el IV Foro Latinoamericano de Educación, Fundación Santillana, Buenos Aires.
- Osborne, J.; Simon, S. y Collins, S. (2003). "Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications". *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-79.
- Pellegrino, J.; Naomi Chudowsky, N. y Robert Glaser, R. (2001). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. Washington DC: National Academy Press San.

- Perkins-Gough, D. (2003). "Creating a Timely Curriculum: A Conversation with Heidi Hayes Jacobs". *Educational Leadership*, 61(4), 12-17.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la Práctica Reflexiva en el Oficio de Enseñar*. Barcelona: Editorial Graó.
- Perrenoud, P. (2008). *La evaluación de los alumnos*. Buenos Aires: Colihue.
- Podestá, M. E. (2003). *Improving Schools in Disadvantaged Areas: Two Case Studies in Argentina*. Tesis de Maestría presentada en la Universidad de Bath. Reino Unido.
- Podestá, M. E. (2004). "¿Cómo lograr un aprendizaje efectivo de las Ciencias Naturales?" En Gvirtz, S. y Podestá, M.E. (eds.), *Mejorar la escuela: Acerca de la gestión y la enseñanza*. Buenos Aires: Granica.
- Podestá, M. E. (2007). Introducción en S. Gvirtz & M. E. Podestá (eds.) *Mejorar la gestión directiva en la escuela*. Buenos Aires: Granica.
- Porlán, R. (1999). "Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación". En M. Kaufman & L. Fumagalli (Eds.), *Enseñar Ciencias Naturales: Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires: Paidós.
- Román Pérez, M. (2008). *Diseño curricular en el marco de la sociedad del conocimiento*, Conferencia dictada en la Universidad de San Andrés.
- Romero, C. (2004). *La Escuela media en la sociedad del conocimiento: Ideas y herramientas para la gestión educativa*. Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas.
- Sadler, D. R. (1989). "Formative Assessment and the Design of Instructional Systems. *Instructional Science* 18, 119-44.
- Sánchez, M. (2007). "8 Strategies for Achieving SMART Goals [en línea] www.projectsmart.co.uk/8-strategies-for-achieving-smart-goals.html.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Editorial Graó.
- Santos Guerra, M. Á. (2003). *Una flecha en la diana: La evaluación como aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.
- Solomon, J. (1980). *Teaching Children in the Laboratory*. Londres: Croom Helm.
- Stoll, L., & Fink, D. (1996). *Changing our Schools: Linking School Effectiveness and School Improvement*. Philadelphia: Open University Press.
- Tedesco, J. C. (2008, 26-28 mayo). Ponencia inaugural del IV Foro Latinoamericano de Educación, Fundación Santillana, Buenos Aires.
- UNESCO. (2008). *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Van Helsen, W.; Miles, M.; Ekholm, M.; Hameyer, U.; & Robin, D. (1985). *Making School Improvement Work: A Conceptual Guide to Practice*. Bélgica: Acco.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by Design*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Winning, F. D. (2004). En B. MacGilchrist, K. Myers & J. Reed (eds.), *The Intelligent School*. Londres: Sage Publications.