



IIPE-BUENOS AIRES

---

SEDE REGIONAL DEL  
INSTITUTO INTERNACIONAL DE  
PLANEAMIENTO DE LA EDUCACIÓN

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES:  
DESAFÍOS Y PROPUESTAS

INFORMES PERIODÍSTICOS PARA SU PUBLICACIÓN – N° 27

BUENOS AIRES

JULIO DE 2005



La ciencia ha avanzado enormemente en el último siglo y en todos los campos científicos hay claras evidencias que demuestran esta afirmación. La penicilina, la fusión del átomo, el genoma humano y hasta acontecimientos asombrosos como la llegada del hombre a la Luna constituyen algunos ejemplos del enorme progreso logrado en las ciencias. Sin embargo, esto no significa que la humanidad haya logrado avances espectaculares en la alfabetización científica. En la actualidad, hay enormes cantidades de personas que se podrían considerar científicamente ignorantes. Más allá de las diferencias en la apropiación de los beneficios sociales que traen aparejados los diversos desarrollos científicos - que se expresan con sumo patetismo en el campo de la salud - esta ignorancia se puede observar en las dificultades que se observan en muchas personas para comprender una noticia gráfica o televisiva de divulgación científica.

Pasar muchos años por el sistema educativo no es garantía de una buena formación científica. Todos los años en nuestro país los medios se ocupan de divulgar los fracasos de los jóvenes en los exámenes de ingreso a las universidades. Las carreras donde se evalúan conocimientos vinculados a áreas como la Física o la Química son una expresión del fracaso escolar en la alfabetización científica. Este fracaso no es exclusivo de nuestro sistema educativo ya que en América Latina hay indicadores de los pobres resultados obtenidos por la escuela en la formación científica de su población. Esto se ha constatado en diversos estudios realizados tales como el "Análisis Comparado de los currículos de Biología, Física y Química en Iberoamérica" y el "Diagnóstico sobre la Formación Inicial y Permanente del Profesorado de Ciencias y Matemática en los Países Iberoamericanos" ambos patrocinados por la Organización de Estado Iberoamericanos o el análisis efectuado en 1998 por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación coordinado por UNESCO.

Es necesario destacar que cualquier análisis de la situación de la enseñanza de las ciencias no puede separarse del espacio que ocupa la investigación científica en los países de la región. En este sentido, la investigación científica en la América Latina tiene enormes problemas para desarrollarse. Más allá de este señalamiento en este informe abordaremos la situación de la enseñanza de las ciencias naturales en Argentina. ¿Qué problemas afronta? ¿Cómo mejorar sus resultados? ¿Qué tipo de formación docente es la más apropiada para alfabetizar científicamente a la ciudadanía? Para tratar de responder a estas preguntas entrevistamos a la bióloga Elsa Meinardi, al epistemólogo Agustín Aduriz-Bravo y a la geóloga Leonor Bonan, todos integrantes del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. También nos brindó su opinión la profesora de biología Mirta García responsable pedagógica del Proyecto de Actividades Científicas Infantiles y Juveniles de la Secretaría de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

### **¿De qué ciencias hablamos?**

La enseñanza de las ciencias abarca un campo amplio que comprende las ciencias de la naturaleza entre las cuales se encuentran la Biología, la Física, la Química, la Astronomía y la Geología. En el nivel medio la Biología, la Física y la Química fueron históricamente abordadas con una carga horaria específica y, en muchos casos, con profesores formados a tal fin. La Astronomía y la Geología quedaron afuera de las preocupaciones escolares más allá que la geóloga Leonor Bonan sostiene que *"en los años cuarenta o cincuenta había cierta tradición de la enseñanza de la geología pero esto después dejó de ser parte de los programas. Hoy figura nuevamente en los programas pero hay una carencia formativa muy fuerte entre los docentes"*.

En el nivel primario las cosas fueron diferentes ya que la Biología fue la ciencia natural central en la organización de los contenidos a través de la historia del currículum. Sin embargo, la escasa formación de los maestros y la prioridad asignada a la enseñanza de Lengua y Matemática han provocado un escaso trabajo sistemático alrededor de los contenidos del área. Al respecto, Aduriz-Bravo manifiesta que *"en el nivel primario están presentes la Biología y la Astronomía y totalmente ausentes la Física y la Química. Los maestros de primaria han tenido una formación teórica muy mala, muy*

*floja, basada en algunas prácticas de laboratorio de Biología y algunos ejercicios teóricos de Astronomía. Los docentes recapturan estos contenidos, los transforman y los representan en sus aulas siguiendo el libro de textos. Además, la enseñanza de las ciencias queda relegada de cuarto grado para arriba. Aparece la típica germinación del poroto o el sistema solar con sus planetas coloridos. En este sentido se visualiza una ritualización de los pocos contenidos presentes. La poca ciencia que hay está determinada por el manual que dice qué ciencias naturales tiene que haber en el aula. Una polarización muy grande entre una presentación de la Biología experimental como la germinación del poroto y una Astronomía del tipo teórico: "el sistema solar es así o así, tiene tantos planetas, etc."*

Tanto sea en el nivel primario como en el nivel medio, abordar la enormidad de contenidos disciplinares de todas las disciplinas mencionadas - las cuales además cambian permanentemente - es un desafío colosal. Los Contenidos Básicos Comunes constituyeron un intento de renovar los contenidos escolares en todas las disciplinas para lo cual se convocó a científicos y especialistas en didáctica de todas las áreas. Respecto de los CBC el epistemólogo Aduriz-Bravo manifiesta que *"son una mirada bastante renovadora de los contenidos, un esfuerzo por encontrar grandes conceptos estructurantes en Física y Química. Quizás en Biología se podría hablar de una reiteración maquillada. Pero hay un gran desconocimiento de los profesores en torno de los CBC"*.

Más allá de pertenecer al mismo equipo que Aduriz-Bravo, la bióloga Elsa Meinardi no es tan optimista en relación con los CBC y las ciencias de la naturaleza. Meinardi plantea que los CBC no resolvieron la vieja centralidad de la Biología en los currículos escolares. *"No percibo que a pesar de los CBC haya habido un cambio enorme de contenidos. El docente en principio da lo que sabe más allá de las prescripciones del Ministerio de Educación. Los contenidos prescriptos cambiaron por ejemplo con la inclusión algunos contenidos de Geología que sin embargo no se dan. Y más allá de algunas nuevas inclusiones las cosas no cambiaron demasiado. De la cantidad de contenidos hay un 60 % de Biología, un 20 % de Física y un 10 % de otras disciplinas científicas"*.

Todas las disciplinas que se han mencionado comparten un objeto común de estudio conformado por los fenómenos y procesos que ocurren en el universo natural. Sin embargo, cada disciplina que integra las ciencias de la naturaleza tiene un abordaje particular, define problemas específicos y "mira" los fenómenos naturales desde su propia perspectiva. ¿Cómo abordar contenidos disciplinares tan vastos? Para Mirta García hay una tensión entre amplitud y profundidad. *"El docente que aborda cualquier ciencia natural puede hacer un paneo por toda la serie de contenidos disciplinares que tiene que abordar o tomar grandes temas y profundizarlos sin perder de vista el diseño curricular. Desde ya cada disciplina intenta defender su especificidad pero habría que pensar aspectos comunes"*.

A veces la amplitud produce un "vuelo rasante" por los listados de contenidos que plantean los diseños curriculares en relación con las ciencias. Para Meinardi esto produce que los contenidos "se den" lo que no significa que los alumnos los aprendan. *"Los contenidos se dan y se dictan y a veces creemos que con darlos y dictarlos los alumnos los aprenden. Tanto tiempo destinado a sobrevolar contenidos sería mejor utilizado desarrollando un proceso fuerte de selección, con una definición importante de algunos núcleos conceptuales. Si uno piensa que la educación tiene que formar ciudadanos, con pensamiento crítico, que puedan leer un diario y entender un artículo científico entonces hay que trabajar, por ejemplo, qué es una argumentación en ciencias y esto nunca se trabaja. Se sigue insistiendo en los contenidos disciplinares pero la imagen de la ciencia, la concepción de qué es la ciencia y cómo se construye sigue siendo la misma de hace cuarenta años"*.

## **Experimentación y laboratorios**

Mirta García habla de pensar aspectos comunes a todas las disciplinas de las ciencias de la naturaleza. Un elemento que las iguala es su metodología de acercamiento al objeto de estudio: la metodología experimental. En el laboratorio se reproducen los fenómenos que se estudian, se modifican variables para aportar datos en relación de

las hipótesis planteadas y se manipulan instrumentos para obtener datos. En muchas escuelas hay laboratorios. ¿Cómo se los utiliza?

Para Meinardi existe *“una subutilización de los laboratorios pero en los casos en que se trabaja en ellos se observa que hay una sobrevaloración de la manipulación, de la habilidad manual y se pone poco énfasis en el trabajo cognitivo. El trabajo experimental tiene que estar en función de una pregunta. Cuando el investigador pone a prueba algo en el laboratorio hay una pregunta, una hipótesis para tratar de responder. Pero por una tradición empirista que en algún momento hubo en torno a que la ciencia era hacer experimentos cuando se trabaja esto en el aula se observa que se manipulan pipetas, se mezclan líquidos pero faltan preguntas en torno a ese hacer”*.

En general, ir al laboratorio despierta un gran entusiasmo entre los alumnos. Además, muchos docentes otorgan al “hacer experimentos” un lugar decisivo en la enseñanza del área a punto de suponer que enseñar ciencias consiste casi con exclusividad en hacer experimentos. La profesora Mirta García brinda algunos ejemplos que permiten pensar un mejor aprovechamiento de los laboratorios escolares: *“ir al laboratorio en la escuela significa tener una situación problemática disparadora o alguna preguntas. Así el laboratorio se convierte en un recurso para responder esas preguntas. Si uno plantea cómo se puede hacer para separar sistemas materiales como por ejemplo la tierra y la arena esto va a significar que los chicos van a tener que experimentar con distintos tipos de utensilios como tamices o coladores. Para ello los chicos tienen que pensar qué van a hacer, planificar una acción y luego ir al laboratorio y manipular los elementos que tienen para hacerlo. Si no se cuenta con los elementos necesarios pensar cómo puedo resolver el problema que se ha planteado. En realidad el laboratorio y los elementos que allí se encuentran tienen que permitir dar respuestas. Incluso a los objetos que están en el laboratorio habría que poder preguntarles cosas para que tengan un verdadero significado”*.

En síntesis, los entrevistados coinciden que ir al laboratorio se enriquece cuando se promueve la reflexión en torno a un problema, se formulan hipótesis, se diseña y planifica un experimento y la recolección de datos, se anticipan resultados, se confrontan los mismos con teorías iniciales y otras fuentes bibliográficas, etcétera.

## **Textos para las ciencias naturales**

La investigación científica está sostenida en gran parte por conocimientos ya elaborados que se encuentran disponibles en distintos tipos de textos como libros, revistas y artículos diversos. Los textos son un insumo básico de los científicos para buscar respuestas a sus preguntas. ¿Qué tipo de textos se pueden trabajar con los alumnos en las ciencias naturales? ¿Alcanza con los manuales?

Todos los entrevistados sostienen que la mayoría de los docentes son muy dependientes de los libros de textos que están destinados a los alumnos. Para el epistemólogo Aduriz-Bravo los libros de texto, particularmente los del nivel medio, ofrecen generalmente *“un buen capítulo inicial o final en torno a qué se entiende por ciencia por ejemplo con entrevistas a científicos donde se les pregunta cómo trabajan, qué hacen, qué investigan. Hay un acercamiento a lo histórico muy bien hecho, muy cuidado con una mirada epistemológica compleja donde lo teórico y lo experimental interactúan, la ciencia es provisoria, perfectible, trabaja con modelos, apela a la imaginación y la creatividad de los científicos, etc. Pero el resto del texto, digamos del capítulo 2 al 9, entra en contradicción flagrante con esos capítulos. Se presenta una ciencia de producto, ya hecha, ya armada, anónima. No se dice quién fue, qué grupos, qué personas, qué momentos. Es una ciencia ahistórica y acrítica. Esto se podría denominar la metáfora del libro de texto por la cual en la escuela la ciencia termina siendo un libro de texto donde están los contenidos ordenados. Por otro lado, la representación de lo experimental es en forma de receta, directiva, con falta total de preguntas, con escasa vinculación con lo teórico, donde no hay planteados problemas y no se fomentan habilidades relacionadas con el pensamiento, la construcción de hipótesis y la argumentación”*.

Los manuales y otros textos se relacionan con la “investigación bibliográfica”. Ésta es esencial como procedimiento de las ciencias naturales. Para García los libros de texto *“son un recurso más en el aula de ciencias naturales para que los chicos tengan acceso a un tipo de información. Los docentes deberían estar preparados para orientar la reflexión de muchas maneras y no sólo a partir de un manual. Por ejemplo, se podría diseñar un experimento y luego ver qué dice el manual sobre el tema que se trabajó con el experimento. ¿Qué similitudes y diferencias tiene? Ahí se podría discutir algún tipo de información o ampliar con cuestiones que quedaron afuera del trabajo con el experimento. Es importante que el libro de texto no se transforme en un guión férreo que se tiene que seguir a rajatabla. Contestar cuestionarios o preguntas que están allí no tienen mucha significación para los chicos, más si tenemos en cuenta el vocabulario que se utiliza en muchos manuales”*.

Un tipo de textos muy común que circula en las escuelas en el área de ciencias son las noticias de divulgación científica de los diarios o de revistas de difusión masiva. Estas se suelen usar como disparador para abordar distintos contenidos o como material de consulta. En los diarios y en los noticieros se abordan a diario temas complejos como los transgénicos, la energía nuclear o la clonación para lo cual es importante formar lectores de ciencias. Para Elsa Meinardi es fundamental formar lectores críticos de información científica y en este sentido afirma que *“es importante analizar en la escuela artículos periodísticos científicos para comprender tanto lo que dice como lo que no dice o qué significan por ejemplo las letras en negrita en un artículo de difusión científica. Todo esto implica un trabajo intelectual que excede el contenido disciplinar en sí mismo ya que involucran actividades cognitivas y cognitivo lingüísticas vinculadas con el hacer científico”*.

### **Un desafío fundamental: la formación docente**

El área de las ciencias naturales en el nivel medio cuenta con docentes formados en distintas instituciones. Hay quienes tienen formación docente universitaria, otros formados en los institutos terciarios y algunos son profesionales que ocupan cargos docentes que no son cubiertos por docentes con formación específica. Este es el caso de un ingeniero que da Física en el nivel medio. En general, la formación docente en este nivel ha sido específica para las distintas disciplinas lo que determina que haya profesores de Química, de Física o de Biología. El caso del nivel primario es distinto ya que la formación docente es generalista y, como hemos visto, se abordan las ciencias naturales centradas en la Biología.

Para Aduriz-Bravo es importante romper con la compartimentación disciplinar y buscar un tipo de formación docente que apunte a encontrar lo común a todas las ciencias naturales. *“Hay que brindar un tipo de formación inicial que prepare tanto a docentes de nivel primario y como de nivel medio en lo común que atraviesa a todas las ciencias naturales rompiendo así con cierta visión compartimentada de la Física, la Química, etcétera. Es fundamental que los futuros docentes sepan cómo funcionan todas las ciencias naturales. Qué tienen de común, qué tienen de diferente, cuáles son los modelos irreducibles, los conceptos estructurantes; es decir un mapa general de todas las disciplinas. Y paralelo a eso una visión de la ciencia epistemológicamente coherente y consistente. Tenemos ahora concepciones de ciencia mucho más dinámicas que habría que llevarlas al aula y un tipo de formación inicial que tenga esto en cuenta permitiría que los contenidos que caducan y se renuevan cada vez con mayor rapidez en las ciencias naturales quedarían para la lectura, reflexión y autoaprendizaje de los docentes en tanto profesionales y para la formación continua. En vez de darles contenidos de una sola disciplina que pueden estar perimidos en el mismo momento de la formación inicial es mucho mejor mostrarles a los futuros profesores el panorama de todas las disciplinas, sus vinculaciones y su epistemología. Es decir, qué son, cómo se han creado, cómo funcionan, qué tienen de diferente, cómo han llegado a ser lo que son”*.

Algunos estudios que analizan la formación docente en ciencias naturales sostienen que los docentes noveles creen que los niños tienen necesidad de actividad, pero la identifican con la realización de experimentos y la observación de materiales ilustrativos. En general consideran la experimentación y la observación como los aspectos fundamentales y no le asignan importancia al papel de las hipótesis y de la

previsión. ¿Cómo formar docentes en relación con aspectos procedimentales de las ciencias naturales? Para Mirta García *“hay aspectos comunes entre las distintas disciplinas de las ciencias naturales que tienen que ver con los procedimientos. Estos aspectos comunes no se pueden dejar de lado en la formación y tienen que ver particularmente con la experimentación. En este sentido el control de variables es un tema que no puede dejar de trabajarse más allá de la diversidad disciplinar. ¿Cómo lo analizamos? El futuro docente tiene que saber que el control de variables en un experimento es fundamental como estrategia dentro de la enseñanza de las ciencias. Tampoco se puede obviar la indagación bibliográfica. Habría que dar los aspectos metodológicos paralelamente a los aspectos disciplinares”*.

Los maestros recién recibidos consideran en general que han recibido una formación demasiado teórica y que las ciencias naturales tienen una jerarquía menor frente a otras asignaturas. Muchos de ellos egresan de los institutos formadores convencidos de que tienen una preparación más adecuada para la práctica profesional en otras áreas curriculares como por ejemplo la enseñanza de la lengua. Por su parte, los profesores del nivel medio perciben que tienen una formación más sólida en relación con los contenidos disciplinares que en lo referente las metodologías de enseñanza. Más allá de estas diferencias, la bióloga Elsa Meinardi considera que en la formación el aprendizaje queda relegado. Según Meinardi en la formación inicial generalmente *“se pone poco énfasis en el trabajo cognitivo que los futuros docentes van a incentivar en sus alumnos. Se tiene en cuenta la planificación de las clases, la selección de contenidos, su organización; pero no se pone énfasis en un detalle más exhaustivo que tiene que ver con el trabajo intelectual que se favorece en los alumnos. Cuando se lleva adelante una actividad con los alumnos, ¿qué quiero que los alumnos logren? ¿Quiero favorecer la construcción de hipótesis? ¿Pueden anticipar resultados? ¿Las conclusiones son adecuadas a los resultados que se obtuvieron? Tampoco es posible desde perspectivas constructivistas desconocer las ideas previas que portan los alumnos en relación con los fenómenos de la naturaleza. Estos aspectos no pueden ser obviados en una buena formación docente en ciencias naturales”*.

### **Algunas conclusiones**

La enseñanza de las ciencias naturales enfrente variados desafíos. En primer lugar se ha advertido que es difícil enseñar ciencias en países científicamente pobres. Pero la ciencia circula en los más diversos discursos y prácticas sociales por lo que es fundamental alfabetizar científicamente a la ciudadanía.

En general, los entrevistados en este trabajo manifiestan que formar ciudadanos científicamente alfabetizados implica una manera diferente de enfrentarse a la enseñanza de las ciencias. Es necesario iniciar a los niños y jóvenes en el estudio de las ciencias lo antes posible, promoviendo la educación de sus procesos, conceptos y actitudes. Para ello, la formación docente es esencial cuando se desea catalizar y conducir un proceso innovador en la enseñanza de las ciencias.

### **Materiales consultados**

Paixao, M. y Cachapuz, A., *La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica*, Revista Enseñanza de las Ciencias, 1999, 17 (1), 69-77

Secretaría de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, *Documento de actualización N° 1. Enseñanza de las ciencias naturales*, Buenos Aires, 1995