

A photograph showing several children in a classroom setting, engaged in a science activity. They are wearing light blue shirts. One child in the foreground is looking through a microscope. Another child to the right is holding a glass bottle with a red cap and a label that says 'ODOFON'. The background is slightly blurred, showing other children and classroom equipment.

# Las Ciencias Naturales y el nuevo programa escolar ...volver a empezar

María Dibarboure

Estamos ante un nuevo programa escolar y los docentes deben implementarlo desde comienzos del año 2009. En él se explicitan contenidos referidos a 5 disciplinas: Biología, Física, Química, Astronomía y Geología.

Es nuestro propósito, en estas notas, dar algunas ideas para su lectura y aportar algunos elementos teóricos para pensar sobre el mismo.

Son solo ideas preliminares pero, aun así, esperamos que sean útiles.

El recorrido que nos proponemos:

- ▶ **La mirada disciplinar: las disciplinas en su campo de origen y sus características.**
- ▶ **Relación entre las características disciplinares y los contenidos seleccionados en la malla curricular.**
- ▶ **Lo no dicho en la malla curricular<sup>1</sup>:**
  - La naturaleza de la ciencia como contenido explícito y su ausencia.
  - La importancia de su presencia como sostén de enfoque de enseñanza.

## La mirada disciplinar: las disciplinas en su campo de origen y sus características

Cada disciplina tiene un conjunto de preguntas clave que son *el motor* que les da sentido. Al intentar responder a esas preguntas, estas producen un campo de conocimientos que las identifican no solo porque construyen una metodología particular, sino por la naturaleza del conocimiento que producen.

El campo de conocimientos se expresa en términos conceptuales. Del conjunto de conceptos

que se definen, existen los que llamamos **estructurantes**. Estos son los que posibilitan la enunciación de los otros.

Esos **conocimientos estructurantes** también son estructurantes desde la enseñanza y el aprendizaje, porque son conceptos que van a transformar el sistema cognitivo del alumno de tal manera que le van a permitir, de una forma coherente, adquirir nuevos conocimientos a partir de ellos, ya sea por construcción de nuevos significados, por modificación de conocimientos anteriores o por reconstrucción de significados antiguos.

Esto nos lleva:

- ▶ En **primer lugar**, a pensar en las disciplinas, revisar las preguntas clave y encontrar los conceptos o ideas estructurantes. Esto permite acercarse a la lógica interna de las mismas. Y dentro de esa lógica, rescatar algunos recorridos metodológicos que son los que utiliza la disciplina para realizar la búsqueda de los conocimientos.
- ▶ En **segundo lugar**, a mirar los conceptos estructurantes desde la perspectiva de la enseñanza y adaptarlos (transformarlos) al escenario escolar. Paso que exige cautela, vigilancia y convicción, además de fundamento.
- ▶ En **tercer lugar**, a pensar en recorridos para su enseñanza. Aquí es necesario rastrear lo ya producido sobre el tema en términos de investigación, a los efectos de saber desde qué lugar pensar la enseñanza.

<sup>1</sup> *Lo no dicho*, surge del título de una novela de la escritora uruguaya Marisa Silva Schultze (2000): *Qué hacer con lo no dicho*. Montevideo: Ed. Alfaguara. Tal título tiene particular pertinencia para esta ocasión.

## Mirada disciplinar

### Cuadro que muestra las preguntas clave y los conceptos estructurantes

Disciplina	Algunas de las preguntas clave	Conceptos estructurantes
<b>Biología</b>	<p>¿Qué es la vida?</p> <p>¿En qué se diferencia lo vivo de lo inanimado?</p> <p>¿Cuál es el origen de la vida, cómo apareció el primer ser vivo?</p> <p>¿Cómo se explica la diversidad de las especies?</p> <p>¿Qué es lo que le da identidad a cada especie de ser vivo?</p> <p>¿En qué radica la individualidad dentro de la especie?</p> <p>¿Cómo tiene lugar el desarrollo?</p> <p>¿Qué relación tienen los seres vivos entre sí y con su medio?</p>	<p><b>EVOLUCIÓN</b></p> <p><b>ESPECIE / INDIVIDUO</b></p> <p><b>CÉLULA</b></p> <p><b>ADAPTACIÓN</b></p> <p><b>CAMBIO(S)</b></p> <p>- De diferentes naturalezas</p> <p><b>RELACIÓN</b></p> <p>- Hábitat / ecosistema</p> <p>- Comportamiento</p> <p><b>NUTRICIÓN</b></p> <p><b>REPRODUCCIÓN</b></p> <p>- Genes</p>

Disciplina	Algunas de las preguntas clave	Conceptos estructurantes
<b>Química</b>	<p>Mirada micro: ¿Cómo está constituida la materia en su interior?</p> <p>Mirada macro: ¿Qué relación existe en las propiedades de los materiales y dicha estructura?</p> <p>¿Cómo podemos clasificar la diversidad de sistemas y cambios químicos que se presentan en la naturaleza?</p> <p>¿En qué se diferencian los procesos físicos de los químicos?</p> <p>¿Cómo transcurren las reacciones químicas?</p> <p>¿Por qué ciertas sustancias muestran afinidad por otras?</p>	<p><b>ÁTOMO / MOLÉCULA</b></p> <p><b>SUSTANCIA</b></p> <p><b>CAMBIO</b></p> <p><b>ELEMENTO Y COMPUESTO</b></p> <p><b>ENLACE</b></p> <p><b>MEZCLA</b></p> <p><b>REACCIONES QUÍMICAS</b></p>

Disciplina	Algunas de las preguntas clave	Conceptos estructurantes
<b>Física</b>	<p>Las preguntas son variadas y se refieren a la materia, la energía y las interacciones.</p> <p>Por ejemplo:</p> <p>¿Qué hace que los cuerpos se muevan? ¿Cuáles son las leyes que rigen ese movimiento?</p> <p>¿Qué tipo de interacciones se dan entre los cuerpos?</p> <p>La energía, ¿cómo se la conceptualiza, qué la caracteriza, cómo se puede cuantificar, cómo se manifiesta?</p> <p>¿Cómo se entienden energéticamente los procesos físicos, desde el punto de vista de la materia en dimensión macro y dimensión micro?</p> <p>¿Cómo se explican los fenómenos luminosos, eléctricos, magnéticos, sonoros...?</p>	<p><b>MIRADA MICRO DE LA MATERIA</b></p> <p><b>ESTADOS DE LA MATERIA</b></p> <p><b>CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA</b></p> <p><b>ENERGÍA</b></p> <p><b>MOVIMIENTO</b></p> <p><b>FUERZA</b></p> <p><b>LUZ</b></p> <p><b>SONIDO</b></p>

Disciplina	Algunas de las preguntas clave	Conceptos estructurantes
<b>Geología<sup>2</sup></b>	<p>¿Nuestro planeta ha sido siempre como lo vemos hoy?</p> <p>¿Es posible conocer la historia del planeta? ¿Cómo averiguarlo?</p> <p>¿Por qué cambia el relieve de unos sitios a otros?</p> <p>¿Qué procesos producen cambios en la tierra?</p> <p>Esos procesos, ¿han sido siempre iguales?</p> <p>¿Cuál es la energía que genera estos procesos?</p> <p>¿Cómo funciona la Tierra?</p> <p>O preguntas como, ¿por qué hay fósiles marinos en las cumbres de algunas montañas? ¿Por qué los terremotos y los volcanes no se distribuyen de manera homogénea?</p>	<p><b>TECTÓNICA DE PLACAS</b></p> <p><b>CAMBIO</b></p> <p><b>PROCESO GEOLÓGICO</b></p> <p><b>AGENTE</b></p> <p><b>INTERACCIONES</b></p> <p><b>ENERGÍA TÉRMICA</b></p> <p><b>ROCA</b></p> <p><b>FÓSIL</b></p>

Disciplina	Algunas de las preguntas clave	Conceptos estructurantes
<b>Astronomía</b>	<p>¿Cómo se originó el Universo?</p> <p>¿Ha cambiado desde sus orígenes?</p> <p>¿Qué son los astros y qué los caracteriza?</p> <p>¿Por qué unos emiten radiación y otros no?</p> <p>¿Por qué se mueven como lo hacen?</p> <p>¿Qué leyes rigen ese movimiento?</p> <p>¿Cómo se afectan unos a otros?</p> <p>¿Qué son los fenómenos astronómicos?</p>	<p><b>FENÓMENO ASTRONÓMICO</b></p> <p><b>ASTRO</b></p> <p><b>CAMBIO</b></p> <p><b>MOVIMIENTO</b></p> <p><b>SISTEMA DE REFERENCIA</b></p> <p><b>GRAVITACIÓN</b></p>

Hemos sido partidarios de mirar y trabajar las Ciencias Naturales como área. Sabemos que la fundamentación disciplinar del nuevo currículo también lo explicita. Pero no se trata de afirmar una voluntad, sino de dar evidencias concretas sobre las mismas. Esta concepción se traduce en una explicitación de puntos de encuentro entre conceptos, ideas, modos de proceder y pensar que permitan establecer puentes entre las disciplinas. Creemos también que la nueva malla curricular no alienta esta postura.

En *QUEHACER EDUCATIVO* N° 86, Mabel Quintela toma palabras de E. Morin, que compartimos y reiteramos:

<sup>2</sup> Ideas adaptadas de Emilio Pedrinaci Rodríguez (2003).

«[...] *¿cómo lograr el acceso a la información sobre el mundo y cómo lograr la posibilidad de articularla y organizarla? ¿Cómo percibir el contexto, lo global (la relación TODO/PARTES), lo multidimensional, lo complejo?*

*Para articular y organizar los conocimientos y así reconocer los problemas del mundo hace falta una reforma de pensamiento. [...] esta reforma es paradigmática y no programática [...].*

*A este problema universal está enfrentada la educación del futuro porque hay una inadecuación cada vez más amplia, profunda y grave por un lado entre nuestros saberes desunidos, divididos, compartimentados, y por el otro, realidades o problemas cada vez más polidisciplinarios, transversales, multidimensionales, globales, planetarios.»<sup>3</sup>*

### Tratando de contribuir a esa mirada de área...

Al mirar comparativamente los cuadros que traducen el saber disciplinar es posible encontrar *claves* que importan señalar, pensando en una posible lectura de los contenidos del nuevo programa escolar.

Para empezar, creemos que sería útil pensar **las claves en términos de orden**. Podemos suponer que en cada área disciplinar, quienes buscan el conocimiento intentan de algún modo desde allí “ordenar el universo sobre el que se ocupan”. En el caso de la Biología, el universo esta referido a la materia viva; la Química y la Física ordenan con criterios diferentes la materia inerte. Por su parte, la Astronomía refiere al Universo propiamente dicho; y la Geología, a lo que hace a nuestro planeta.

En busca de ese orden, **la clasificación** aparece como una manera de categorizar común a todas. Si miramos el Universo, habrá que establecer algún criterio o determinar algún atributo con el que ordenar los cuerpos celestes: por ejemplo, aquellos que emiten luz (estrellas) y los que no (el resto). Si miramos las sustancias, por ejemplo, las que se mantienen como tales (estables) y las que sin agentes externos sufren modificaciones (inestables como las radiactivas) o, si cambiamos el atributo, las que se queman y las que no. Si miramos las interacciones físicas, el criterio puede ser de contacto y a distancia.

En ese orden que se va estableciendo, las diferentes disciplinas “inventan categorías” con las que se van construyendo los cuerpos conceptuales de las mismas. Así, de los ejemplos

vistos aparece el concepto estrella, el de sustancia radiactiva, sustancias combustibles, fuerzas de rozamiento y gravitacional.

Al querer profundizar en esos órdenes, llegamos a la idea de **sistemas**. Cada área define sus sistemas de estudio, y en ellos no solo se detiene en los componentes, sino en la forma en que los mismos se relacionan. Al mirar la TIERRA como sistema vemos que los océanos, la atmósfera, la radiación del sol, los procesos geofísicos, las actividades de las formas vivientes constituyen un complejo sistema en el que los cambios en una de las partes tienen efectos que no son fáciles de predecir en relación al conjunto.

Este punto es particularmente importante (el referido al concepto de sistema y los posibles sistemas a ser trabajados en la escuela) en la medida en que se menciona en los fundamentos del área Ciencias Naturales, pero no aparece en el desarrollo de la malla curricular.

Los cuadros presentados muestran también que hay interrogantes que se reiteran. El problema del **origen** es recurrente: el origen del Universo, de la Tierra, de la vida, de las especies. La **evolución** también construye un elemento aglutinador de las miradas en Ciencias Naturales. ¿Cómo evolucionó el Universo? ¿La Tierra siempre fue igual? ¿Los mamíferos siempre fueron como los conocemos hoy? Las sustancias que nos rodean, ¿siempre fueron las mismas?

Estas interrogantes nos llevan a pensar que existen ciertos conceptos estructurantes, desde la perspectiva que mencionamos más arriba. Entre ellos, la noción de cambio. En los diferentes escenarios disciplinares, **el cambio** está presente. Queda pendiente esa mirada en los contenidos explicitados en la malla curricular de cada asignatura donde aparece esta noción. Es importante trabajar sobre este aspecto, porque existe una resistencia cognitiva en los niños, y también en algunos adultos, a mirar la dinámica de cuerpos y fenómenos.

<sup>3</sup> Citado por M. Quintela (2007:6).

## Relación entre las características disciplinares y los contenidos seleccionados en la malla curricular

### Nota 1

La selección de los contenidos que conforman la malla curricular está sujeta a criterios que pueden o no estar explicitados por quienes hacen la selección. Sin querer entrar en la discusión sobre tal selección (porque no es el objetivo de estas reflexiones), vemos que **los contenidos no siempre responden a lo que presentamos como ideas clave o fundantes para comenzar con los acercamientos disciplinares.**

El nivel detallado en que se presentan los contenidos hace que se diluya lo que podríamos llamar ideas más importantes. Por ejemplo, la noción de cambio que vimos que está en la base de las Ciencias Naturales como área, que se explicita como importante en la fundamentación y que se señala en las redes conceptuales, no se expresa de igual modo en los cuadros de contenidos.

### Nota 2

La fragmentación presentada de los contenidos requiere, por parte de los docentes, encontrar pistas que ayuden a establecer relaciones que son necesarias no solo porque las disciplinas lo exigen desde su lógica, sino porque es necesario desde la lógica del que aprende.

Creemos que lo que hemos aprendido en este tiempo sobre la enseñanza de la Biología nos debería ayudar a mirar con más confianza los contenidos de Geología y Astronomía.

El enfoque evolucionista en la enseñanza de la Biología (que se traduce en una biología comparada) nos mostró que **los datos, las descripciones sin razón y la información por la información misma no conducen a reales aprendizajes.** Podemos tener una mascota delante, o un insecto, o un pez, y describir cómo es su cuerpo, o cómo se mueve. Esa búsqueda adquiere significado en la medida en que esas informaciones se relacionen con alguna pregunta que da sentido a la búsqueda. De no ser así, es información pasajera y transitoria en nuestro mapa cognitivo.



Foto: Concurso fotográfico QE / Ma. Cristina Guimaraens

Es así que pensamos que describir las atmósferas de los diferentes planetas del sistema solar, o la distribución y circulación de las aguas superficiales (océanos y glaciares) vale no como contenido en sí mismo, sino en relación a lo que busca conocer cada una de las disciplinas. Esto supone preguntarse por qué es importante para ellas ese conocimiento construido.

### Lo no dicho en la malla curricular

#### La ausencia de la naturaleza de la ciencia como contenido explícito

*«...Entonces, para mí, la naturaleza de la ciencia tendría que atravesar el programa anual, todo el tiempo deberíamos estar preguntándonos... no solo qué tenemos que saber, qué sabemos, sino cómo hemos llegado a saberlo. Para mí, esta sería una recomendación fuerte para todos los profesores y las profesoras de todos los niveles.»*

Agustín Adúriz-Bravo<sup>4</sup>

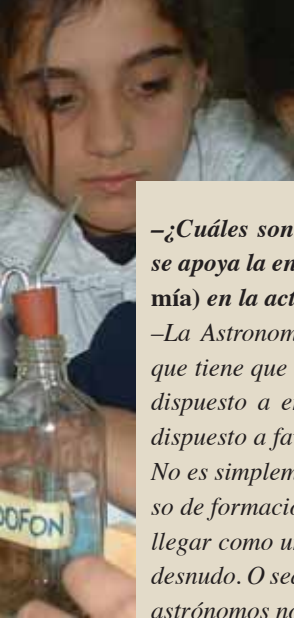
Nos hacemos eco de las palabras de Adúriz-Bravo.

La no existencia del método científico en los mismos términos en que la mayoría de nosotros lo hemos aprendido, no quiere decir que no exista una metodología por la cual las diferentes disciplinas buscan la información necesaria para crear los modelos.

Lo que debemos plantearnos como docentes es si es posible que los contenidos conceptuales puedan aprenderse alejados de los marcos metodológicos.

En los fundamentos del nuevo programa escolar se explicita el papel que juega la metodología científica en la concepción de ciencia actual.

<sup>4</sup> De la entrevista realizada a Agustín Adúriz-Bravo y publicada en este mismo número de *QUEHACER EDUCATIVO* (p. 176).



–¿Cuáles son las principales teorías en las que se apoya la enseñanza de la disciplina (Astronomía) en la actualidad?

–La Astronomía tiene una premisa fundamental que tiene que ver con la **observación**. Si uno está dispuesto a enseñar Astronomía es porque está dispuesto a favorecer la observación del espacio. No es simplemente con instrumentos, en el proceso de formación astronómica el instrumento debe llegar como un paso más de la observación a ojo desnudo. O sea, de la contemplación del cielo. Los astrónomos no tienen «laboratorios», tienen «observatorios». Si no se favorece la observación, la enseñanza de la Astronomía es estéril. Entonces, favorecerla es una premisa fundamental, en todos los sentidos. A ojo desnudo o con el instrumento al que se pueda acceder, un telescopio pequeño o de alta calidad.

La otra cuestión es trabajar con la conceptualización que las personas ya tienen respecto del espacio. Porque hubo mucho tiempo sin educación astronómica, y de pronto cualquier niño y adolescente llega a la escuela con una cantidad de ideas previas muy fuertes, muy arraigadas, con las cuales se hace a veces muy dificultoso trabajar y que, en general, son muy similares -si no idénticas- a las de los docentes.

De “Entrevista a Horacio Tignanelli” (p. 30), publicada en Revista *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 90 (Agosto 2008), pp. 27-32.

**En la malla curricular, tales procedimientos no aparecen** ni como procedimientos que forman parte de la metodología que distingue al área, ni como conceptos. Al decir como conceptos nos referimos a trabajar la observación, la clasificación, la hipotetización, conceptualmente. Tampoco aparecen como conceptos la noción de modelo, de ley o de teoría.

En este mismo número de la revista, Agustín Adúriz-Bravo dice que ya no hay discusión entre los didactas respecto a la importancia que tiene trabajar sobre estos aspectos.

Se considera imprescindible que los docentes incluyan la dimensión epistemológica de las áreas que trabajan en cualquier nivel de la enseñanza, como “caja de herramientas”<sup>5</sup> para poder enseñar a pensar sobre los productos de

la disciplina que se está enseñando. No es suficiente enseñar los productos de la investigación científica, no alcanza con enseñar Física, Biología o Astronomía. Es deseable orientar al estudiante para que piense físicamente, etc.

Para esto debería incluirse, como contenido de los cursos, la explicitación de la sintaxis de cada disciplina, es decir, mostrar los tipos de enunciados que conforman el discurso científico académico, las formas propias de descubrir y justificar sus conocimientos, la estructura lógica de las teorías, la génesis de las categorías y los constructos teóricos así como los supuestos de las clasificaciones.

### **La importancia de su presencia como sostén de enfoque de enseñanza**

Como vemos, hay razones -que podrán compartirse o no- respecto a por qué es necesario que la naturaleza de las ciencias esté explícitamente incluida en la trama curricular.

Hay contenidos que son buenos conductores de ese conocimiento disciplinar: es el caso de “los orígenes” (de la Tierra, del Universo, de los seres vivos). Cualquiera de esas temáticas habilita al docente a trabajar sobre lo que supone la formulación de un problema para la ciencia, el valor de las hipótesis y la forma en que cada una de las disciplinas involucradas procura contrastar sus ideas.

Recordamos las palabras de Jonathan Osborne<sup>6</sup> sobre la educación científica, «*ha llegado el momento de reconocer que tenemos la responsabilidad de **seleccionar unas pocas historias importantes que la ciencia ofrece y proporcionar una visión de la construcción del conocimiento científico y de su poder explicativo...***»

Otros ejemplos los constituyen el significado de la observación en Astronomía (ver palabras de Tignanelli), donde la medida de ángulos permite teorizar sobre movimientos; y de la observación en rocas en Geología, que permite rastrear huellas sobre una posible historia de la Tierra.

<sup>5</sup> Bertolini; D’Elia; Quintela (1991): Módulo de Epistemología. Curso a Distancia. Montevideo: ANEP. CODICEN.

<sup>6</sup> J. Osborne (2002).

En el nivel superior aparece la ley de conservación de la masa, que habilita al docente a trabajar sobre lo que supone una ley natural y su diferencia -y semejanzas- con las leyes sociales.

Podemos seguir enunciando ejemplos en los que, usando las palabras de Melina Furman, la “cara del producto de la ciencia” se conjuga con “la cara del proceso” (recordamos las palabras de Melina Furman en el IV FORO LATINOAMERICANO DE EDUCACIÓN).

En *QUEHACER EDUCATIVO* N° 90 (Agosto 2008), pp. 45-46, escribíamos sobre las palabras de Melina Furman:

«Entre las ideas expuestas por ella, está el considerar que la ciencia tiene dos caras, como la moneda. Cara y cruz, proceso y producto.

Ella entiende que la escuela ha privilegiado el producto por sobre el proceso cuando, a su entender, el proceso es el que permite el desarrollo de competencias científicas.

Asimismo deja en claro, en su exposición, que esas dos caras, como las de la moneda, son inseparables. Esto es importante para comprender que, en realidad, aunque prioricemos una por sobre la otra, son necesarias las dos. Ella dice: al disociar estas dos caras estamos mostrando a los alumnos una imagen que no resulta fiel a la naturaleza de la ciencia.»

## Volver a empezar...

Al comienzo de estas notas anunciamos que expondríamos reflexiones iniciales sobre la nueva propuesta programática que entrará en vigencia en el presente 2009.

Se trata de las primeras lecturas y los primeros “*piensos*” que permitan conciliar lo que opinamos o entendemos con lo que se nos propone. Como podrá considerar el lector, este recorrido recién comienza.

En la nueva propuesta aparecen dos disciplinas formalmente nuevas para el ámbito escolar, lo que seguramente es un desafío para todos.

Como otras veces, nos sumamos a ese desafío y trataremos de apoyar la tarea de los docentes, “*militando*” por la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela. ☺

## Referencias bibliográficas

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2005): *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, María Pilar (coord.) (2003): *Enseñar ciencias*. Barcelona: Ed. Graó.

OSBORNE, Jonathan (2002): “Hacia una educación científica para una cultura científica” en Montse Benlloch (comp.): *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Ed. Paidós Educador.

PEDRINACI RODRÍGUEZ, Emilio (2003): “La enseñanza y el aprendizaje de la Geología” en María Pilar Jiménez Aleixandre (coord.): *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Ed. Graó.

QUINTELA, Mabel (2007): “Educación y pensamiento complejo: la organización del conocimiento” en Revista *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 86, Edición Especial: “Problemas al enseñar” (Diciembre), pp. 6-9. Montevideo: FUM-TEP.