

Enseñar a los niños “esa”

Pensar la enseñanza desde el aprendizaje

María Dibarboure | Magíster. Coordinadora de Formación en Servicio PAEPU-ANEP-CODICEN.
Directora del Programa Educación del IU CLAEH.

«La ciencia, la más grande aventura del ser humano, ha sacudido su fe y engendrado en él sueños de una utopía. En su expresión más abstracta, la ciencia se funde con la filosofía; en la más práctica, cura la enfermedad. Facilita nuestra vida y amenaza nuestra existencia. Aspira, aunque en algunos sentidos muy básicos falla, a entender a la hormiga y la Creación, el átomo infinitesimal y la inmensidad del cosmos que abruma la mente. Ha puesto su mano en el hombro de poetas y políticos, filósofos y charlatanes. Su belleza a menudo sólo es evidente para los iniciados, sus riesgos son por lo general malentendidos, su importancia se sobrestima y se subestima, y su falibilidad, y la de quienes la crean, con frecuencia se calla o exagera con malevolencia.»

B. L. Silver (2005:23)

Introducción

Tal como fue sugerido desde la coordinación didáctica de la revista *QUEHACER EDUCATIVO*, el presente material pretende ser la continuación de dos artículos que han sido publicados en el presente año. En la revista N° 111 (Febrero 2012), Agustín Adúriz-Bravo nos habla de la importancia del conocimiento epistemológico en la formación inicial de los docentes. Bajo esa perspectiva nos plantea esquemáticamente el marco teórico sobre el que se basa su propuesta y ejemplifica la implementación que realiza en sus cursos de formación de docentes de ciencias de la UBA.

Por otro lado, en la revista N° 112 (Abril 2012), el Dr. Ernesto Blanco expone sobre la Física y los niños, y aunque explicita las dificultades del pensamiento físico, nos alienta a su enseñanza. Nos propone tomarla como un desafío, desafío que la educación escolar no debería soslayar. Para entusiasrnos, Blanco recurre a dos anécdotas históricas que refieren al aprendizaje de la Física y que de alguna manera también encierran una mirada epistémica.

Nos proponemos retomar ideas de los artículos anteriores y, como ha sido siempre nuestra intención, aportar más elementos que ayuden a pensar y permitan el sano debate. Tenemos la firme convicción de que los docentes deben profesionalizarse cada vez más, y ello supone asumir el compromiso de lo que *se hace en el aula con los niños*. Responder *por qué hacemos lo que hacemos y desde qué lugar*, debe ser un ejercicio habitual de quienes ejercemos la docencia. Para tomar posición es necesario tener teoría y poder explicitarla, aspecto este que –nos dice la realidad– muchas veces está muy debilitado.

En la primera parte del artículo retomaremos las dimensiones teóricas que están detrás de cualquier situación de enseñanza. Entre esas dimensiones nos encontramos con la mirada epistemológica, la que permite establecer comentarios sobre lo que plantean Adúriz-Bravo y Blanco, cada uno desde su lugar.



cosa llamada ciencia”

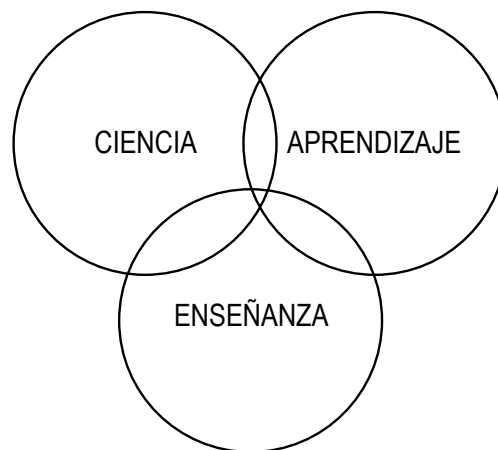
En una segunda parte, y en conexión con lo anterior, nos detendremos a justificar por qué deberíamos *pensar la enseñanza desde el aprendizaje*, como forma explícita de intentar, *desde la planificación*, la clara definición y, por consiguiente, mejora de la calidad de los aprendizajes de los niños. Para ello se analizará un ejemplo de tradición escolar.

Primera parte: “Esa cosa llamada ciencia”¹

Toda situación de enseñanza conlleva supuestos teóricos que aunque no se expliciten están allí y se ponen de manifiesto cuando pensamos, implementamos y evaluamos lo que hacemos. Sanjurjo (2003) nos hace pensar cuando nos dice que son muchos los supuestos que subyacen a la teoría y a la práctica pedagógica. A veces –dice la autora– manifestamos acordar con una concepción que no es la que se ve en nuestras prácticas. Otras veces no nos reconocemos ni siquiera en nuestros propios supuestos.

Entendemos que los supuestos teóricos que subyacen en una propuesta de enseñanza están representados en el gráfico que se muestra a continuación y que da cuenta de las dimensiones en que se ubican.

El marco desde el que pensamos y analizamos la enseñanza



Las dimensiones se constituyen en unidades de análisis teórico con las que se puede *mirar la práctica*, teniendo en cuenta que los límites son solo ficticios y que en la realidad existen tensiones –como se verá en la segunda parte de este artículo– entre los supuestos que componen cada dimensión.

Ciencia – Dimensión epistémica

¿Qué ciencia es la que se enseña? ¿Cuál es la noción que está detrás de las situaciones de enseñanza más comunes de la tradición escolar? Adúriz-Bravo, en el artículo de febrero, nos dice la importancia que tiene que los docentes tengan en su formación una mirada crítica y personal sobre la ciencia. Una visión que se corresponda con los tiempos en que vivimos. Según este

¹ Expresión que surge del título del reconocido libro del epistemólogo Alan F. Chalmers (2000): *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Buenos Aires: Siglo XXI editores. También citado por Adúriz-Bravo en el artículo de referencia.

autor, hay *campos estructurantes* desde la perspectiva epistemológica que los futuros docentes deberían conocer, y con ellos poder mirar las formas en que se implementa la enseñanza. Los ejercicios que propone para su implementación son ejemplos claros del enfoque que sostiene.

Consideramos, y con pena, que nuestro país está lejos de un currículo que incluya, en la formación inicial de los docentes, el estudio de la naturaleza del conocimiento que la escuela enseña. Nos atrevemos a afirmar aún más, que estamos lejos de poder debatir sanamente sobre su importancia. Lo mismo ocurre con lo que se explicita en el currículo de ciencia escolar. La naturaleza de la ciencia no está como contenido explícito y no se sugiere que lo sea desde la fundamentación.

Por otra parte, si leemos con detenimiento el artículo de Blanco, veremos que lo que el científico nos dice a los docentes a través de las anécdotas que elige contarnos, es que es posible transponer metodológicamente la forma de pensar de la Física a la vida cotidiana, aun cuando la Física académica se aleje ligeramente de una simple aplicación. Marcaremos más adelante la importancia de la pregunta y su naturaleza, en el desarrollo de un pensamiento físico.

A los efectos de articular las ideas de los autores anteriores y poder avanzar en lo que

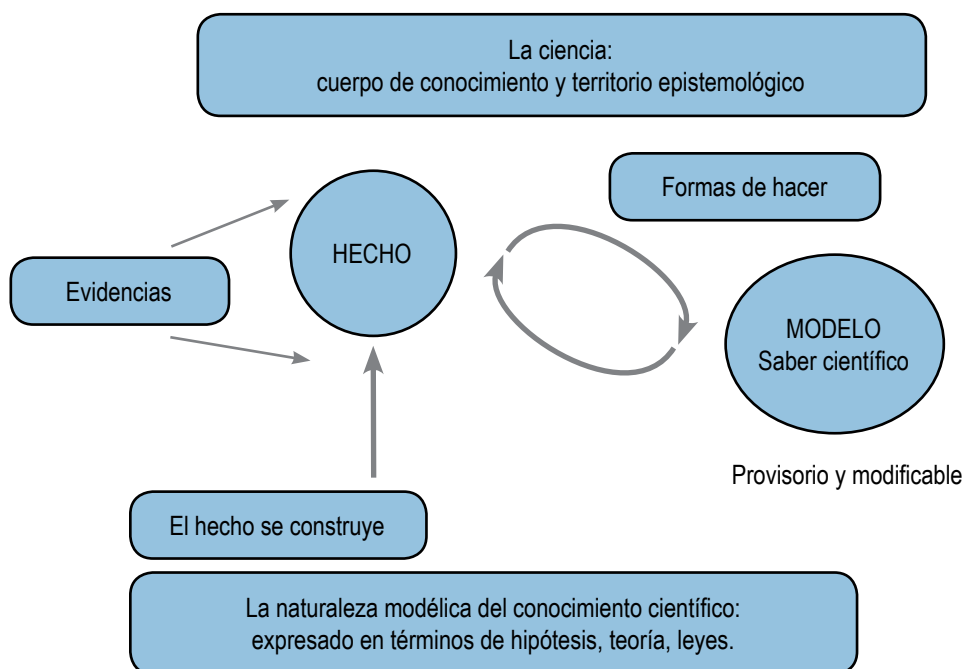
refiere a la enseñanza, entendemos que podemos sintetizar algunos aspectos como claves de esta dimensión, respetando epistemológicamente las ideas mayoritariamente aceptadas en el momento actual.

Nuestro punto de partida es admitir que la ciencia no es solo un cuerpo de conocimientos que se ha producido a lo largo de la historia, como podría leerse desde el currículo actual.

«...la ciencia tiene dos caras, o dos perfiles de la misma cara: por un lado encontramos los productos de la ciencia: los hechos, principios, leyes y teorías que constituyen la base del conocimiento y el conjunto de patrones de la ciencia; por otro los procesos de la ciencia: los métodos empleados en la recogida, análisis, síntesis, y evaluación de las pruebas. Es importante destacar, porque se olvida a menudo, que entre los procesos de la ciencia se cuentan tanto los manipulativos como los cognitivos.» (Duschl, 1997:26)

Cada disciplina científica tiene un conjunto de preguntas clave que son *el motor* que les da sentido. Al intentar responder a esas preguntas es que producen un campo de conocimientos que las identifican, tanto por la naturaleza del conocimiento que producen como por la metodología particular que utilizan para tal construcción.

Cuadro 1



El gráfico muestra que las ciencias suponen *cuerpo de conocimiento y territorio epistémico*.

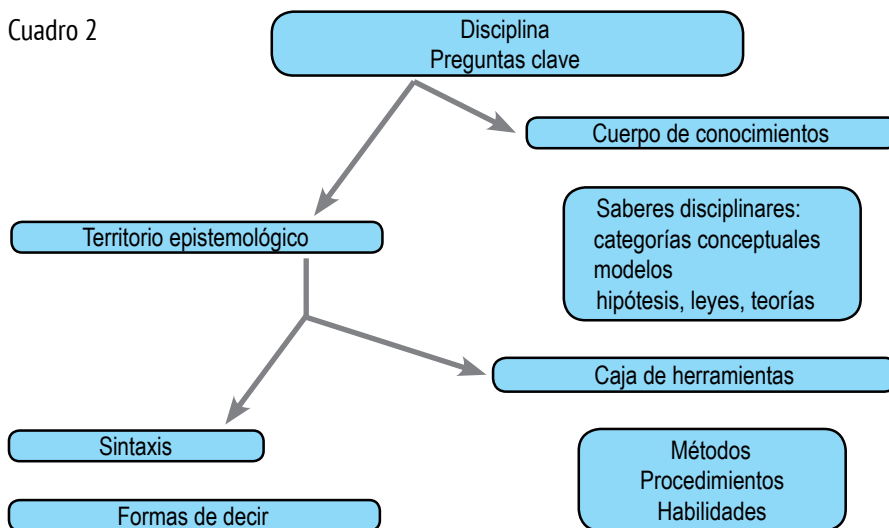
Cada disciplina del área científica tiene *su propio territorio*.

Ese territorio refiere a

- ▶ las particularidades metodológicas y
- ▶ la sintaxis con que la disciplina comunica el conocimiento que produce.

Según Bertolini (2007), para implementar los contenidos a enseñar, los docentes necesitan conocer el territorio epistemológico de la disciplina a la que pertenecen dichos contenidos y las problemáticas fundamentales por las que atraviesa en la actualidad. De ese modo será posible *deconstruir* el discurso científico desde una mirada epistemológica, pero también reconocer, con actitud vigilante, las transformaciones que sufre el conocimiento “sabio” como resultado de la transposición didáctica.

Cuadro 2



Como puede verse, estas ideas están en concordancia con lo que propone Adúriz-Bravo en su artículo. A su vez, el territorio epistemológico supone: lo que llamamos “caja de herramientas” (específica de la disciplina) y su sintaxis.

Por **caja de herramientas** entendemos, como señala el cuadro: los métodos, los procedimientos en ese recorrido metodológico y las habilidades que permiten pensar y hacer tanto en la estrategia metodológica como en la elección de los procedimientos adecuados. Según R. Ruiz y F. J. Ayala (1998), la epistemología de una disciplina da cuenta de:

- ▶ cómo se adquiere y justifica el conocimiento, la manera en que los científicos se plantean problemas y las formas en que los resuelven;
- ▶ las condiciones en que cambian o abandonan los problemas;
- ▶ las categorías de respuestas a los problemas;
- ▶ los métodos de elaboración de esas respuestas.

Este conocimiento permite entender la estructura lógica de las teorías, la génesis de las categorías y los constructos teóricos, así como los supuestos que sostienen las diferentes clasificaciones que vemos en ciencias.

«La ciencia no es más que un modo de conocer la realidad. Según este modo, lo esencial no es qué sabemos sino cómo llegamos a saberlo. La investigación científica siempre parte de preguntas. Estas inquisiciones van desde la curiosidad y el desconcierto hasta la formulación rigurosa de hipótesis que pueden ser puestas a prueba. El asombro, la maravilla, la sed de explicaciones, la observación y el reconocimiento de regularidades y patrones son parte de este aspecto. Pero podemos estar de lo más convencidos de que tenemos “la verdad” ... y se nos puede desmoronar de pronto y sin aviso. Queremos conocer y entender esta realidad y la sacudimos a preguntazos tratando de entender de qué se trata. Hacemos experimentos para ir afinando las preguntas, observamos, describimos, modificamos nuestras hipótesis.» (Golombek, 2008)

De la cita que transcribimos, marcamos especialmente dos expresiones:

- ▶ «*lo esencial no es qué sabemos sino cómo llegamos a saberlo*»; este aspecto se vincula claramente con la propuesta de Adúriz-Bravo en la formación inicial de docentes;
- ▶ «*queremos conocer y entender esta realidad y la sacudimos a preguntazos tratando de entender de qué se trata*»; claramente relacionado con las anécdotas de Blanco en las que las preguntas cumplen el rol protagónico.

Continuando con lo que muestra el cuadro respecto a lo que supone el territorio epistemológico, entendemos por **sintaxis** a los tipos de enunciados, las formas discursivas que conforman *el texto* de las diferentes disciplinas científicas y su terminología específica. Nos referimos a los tipos de enunciados con que la ciencia *nos dice* el conocimiento.

Nuevamente cabe señalar que el actual currículo prioriza notoriamente lo que *la ciencia dice por encima de lo que supone entender cómo lo dice y cómo hace para poder decirlo*.

Este aspecto está en plena coincidencia con lo que plantea Adúriz-Bravo en su segundo campo estructurante, “*Representación y lenguajes*”. Adúriz-Bravo admite que las ciencias tienen modos específicos y *multisemióticos* de representar el mundo natural (modelos, teorías, leyes, paradigmas...).

Desde este lugar y con estas premisas de partida, avanzamos con algunas ideas que resumen una posible postura epistémica que nos sea útil como marco teórico para la enseñanza.

▶ **La ciencia se construye, no se descubre**

Las prácticas habituales de enseñanza suponen la creencia de que es suficiente colocar a los aprendices ante ciertas evidencias, para que sea posible la construcción de saberes vinculados con las mismas. Los niños son invitados a observar plantas, animales, ollas con agua hirviendo, bajo el supuesto de que es suficiente estar allí, observarlo, y describirlo para conocerlo.

Pozo y Gómez Crespo (1998) nos recuerdan que «*el conocimiento científico no se extrae nunca de la realidad sino que procede de la mente de los científicos que elaboran modelos y teorías en el intento de dar sentido a esa realidad*». Claxton (1991) lo dice de un modo

sintético: «*ya no es solo cuestión de escuchar la voz de la naturaleza*», idea que corresponde a corrientes claramente positivistas.

Esto no ocurre en el ámbito de la propia ciencia. Los científicos no descubren, logran leer las evidencias que leemos todos, pero de una manera especial, desde sus ideas, desde sus modelos mentales, desde sus concepciones. La interacción entre esas evidencias y sus ideas permite la construcción de hechos con los cuales se construye el conocimiento. (Ver Cuadro 1)

La tensión que existe a lo largo de la historia entre el papel de la empiria y el mundo de las ideas se ve reflejada claramente en las aulas, lo que justifica que se trate teóricamente con la finalidad de poder entender, como mencionábamos anteriormente, *por qué y desde qué lugar hacemos lo que hacemos*.

Si la ciencia construye, ¿por qué se habla tanto de los “descubrimientos de la ciencia”?

A modo de notas, es interesante tener en cuenta que la divulgación científica no ayuda a re-construir esta idea. Se suele leer “Fleming descubre la penicilina, Pasteur descubre que no hay generación espontánea, Newton descubre la gravedad” y así podríamos seguir. Lo que estos científicos hicieron en su tiempo fue ver lo que los demás veían, pero de otra manera. Las evidencias son las mismas, *la forma en que se constituyen en hechos para comprender* tiene que ver con las ideas que ellos ya tienen en *sus cabezas*, y es desde allí que construyen las ideas que llegan hasta nosotros. Mirado desde esta perspectiva, tampoco los hechos son azarosos, le ocurren a las “*cabezas*” que los están buscando.

▶ **La ciencia es una actividad que supone la interacción intelectual con la evidencia**

Este enunciado queda claro con las ideas expuestas anteriormente. Las evidencias se constituyen en hechos debido a acciones de nuestro intelecto, los problemas o preguntas que también surgen desde allí y la elaboración de recorridos posibles en busca de respuestas no son otra cosa que un producto del pensamiento.

Este aspecto se remarca muy especialmente a los efectos de desmitificar la idea común en la escuela de que “*hacer ciencia*” es sinónimo de “*hacer con las manos*”. Benlloch (2001) nos alerta sobre este punto cuando nos dice: «*aunque se acepte que en el corazón de la ciencia*

hay un compromiso con la evidencia, a menudo su enseñanza parece obviar que la evidencia no adopta un camino independiente de la construcción teórica conceptual y heurística». Y más adelante agrega: «los datos están allí pero no son nada sin interpretaciones, sin estructuras conceptuales que las sostengan, sin teorías y extrapolaciones que extiendan su poder explicativo».

En el cuadro que sigue proponemos algunos ejemplos.

Cuadro 3

	Evidencia	Hecho científico	Lo que dice la ciencia
Ejemplo 1	Alcohol Peb 78 °C Agua Peb 100 °C Acetona Peb 56 °C Cloroformo Peb 61 °C Éter Peb 38 °C	Las sustancias en estado líquido tienen diferentes puntos de ebullición.	La temperatura a la que ebulle una sustancia la identifica, esto quiere decir que es una propiedad que la caracteriza, que permite diferenciar una sustancia de otra.
Ejemplo 2	Los descendientes de cualquier especie tienen rasgos de sus progenitores.	Existe una información que se transmite de padres a hijos (herencia biológica).	Existe una biomolécula que conserva la información y la transmite en la reproducción (ADN).

► **La ciencia utiliza un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas para la construcción de sus ideas**

Nos referimos a lo que suele llamarse **método científico**. En relación con la propuesta de los *campos estructurantes* de Adúriz-Bravo, este punto corresponde al campo que él señala en el ítem 3, “Intervención y metodologías”. La historia de la ciencia muestra que no ha existido un método único y universal para llegar a todos los conocimientos como lo ha presentado tradicionalmente el escenario escolar. No se trata realmente de una secuencia de pasos definidos y preestablecidos, y mucho menos de que comienza con la observación.

La palabra **método** (Adúriz-Bravo, 2008) es de origen griego y significa *camino que llega a alguna parte a la que se quiere llegar*. Usada en el ambiente científico evoca idea de certeza, exactitud, seguridad, orden, estructura, rigurosidad, resultados garantizados, ausencia de duda e incluye, además, una pizca de pedantería y autocomplacencia.

Esta versión de lo que la ciencia hace para producir lo que dice, en sus términos más generales adquiere su fama en el siglo XVIII. Es la versión positivista del método científico. Una versión que **sostiene la ilusión de que es posible** tomar datos objetivos del mundo y donde la experimentación está sobrevalorada (Adúriz-Bravo, 2008).

En grandes líneas podríamos considerar que es el hecho formulado como problema el que da comienzo a la investigación científica. Hipótesis, observaciones, exploraciones, experimentaciones, comparaciones, clasificaciones, caracterizaciones, son acciones que habitualmente se vinculan con ese *hacer metódico y sistemático de la ciencia*.

En la segunda parte veremos como la concepción que el docente tiene sobre lo que es la ciencia determina claramente los modelos de enseñanza.

Segunda parte: Aprendizaje y enseñanza, las otras dos dimensiones

Entre los supuestos que están presentes explícita o implícitamente en cualquier situación de enseñanza encontramos las concepciones que el docente tiene:

- ▶ de cómo aprende el alumno y
- ▶ de cuál es *la mejor manera* de enseñar.

La expresión *mejor manera* hace referencia a lo que el docente entiende por buena enseñanza en función del nivel escolar y del contenido a enseñar.

Aprender – Dimensión psicológica

Esta dimensión refiere a la forma en que es concebido el aprendizaje, y en especial el aprendizaje de las ciencias. Muy sintéticamente diremos, sobre la base del respeto intelectual a los alumnos y con planteos “honestos” en el decir de Bruner², que la educabilidad de los sujetos en ciencias no está bajo sospecha.

Los niños están en condiciones de aprender una ciencia –como construcción– si se la presenta de manera adecuada, y para ello es necesario tener presente que:

- ▶ hay dificultades intrínsecas del conocimiento científico;
- ▶ el pensamiento formal es consecuencia del aprendizaje, y no al revés³;
- ▶ la percepción solo es portadora de evidencias que deberán ser interpretadas⁴;
- ▶ las ideas de los niños son en general obstáculos para el acercamiento conceptual, y es necesario conocerlas para planificar estrategias de enseñanza;
- ▶ el conflicto, el problema o la pregunta investigable son el motor y la puerta de entrada de la construcción de nuevas ideas.

² Bruner sostiene que es posible aprender cualquier cosa, a cualquier edad, siempre que se presente de una manera “intelectualmente honesta” (citado por Perkins, 2008).

³ En los últimos años, los psicólogos que estudian el desarrollo cognitivo de los sujetos han cuestionado la versión piagetiana sobre la relación entre aprendizaje y desarrollo. Las investigaciones que se han realizado desde los enfoques socioculturales, y en especial sobre aprendizaje situado, muestran que el desarrollo cognitivo de los sujetos es consecuencia del aprendizaje o del intento de aprender, y no al revés.

⁴ Este punto, como los anteriores y los que siguen, responde a lo que el propio Adúriz-Bravo llama *epistemología escolar*.

La cita que presentamos a continuación permite entender mejor por qué es importante considerar esta dimensión, la psicológica. Al mismo tiempo nos hace pensar sobre el nivel de conexión con la dimensión didáctica.

«Estamos persuadidos de que sólo si comprendemos cómo aprenden los alumnos podemos mejorar la forma en que podemos enseñarles, pero también que sólo si comprendemos la forma en que les enseñamos podemos llegar a entender las dificultades de aprendizaje que viven. (...) es mucho aún lo que tenemos que estudiar y cambiar en nuestras aulas para lograr que la ciencia (...) forme parte del acervo cultural común en esta nueva sociedad del conocimiento. Muchos son los esfuerzos que debemos hacer...» (Gómez Crespo y otros, 2004:208)

Enseñar – Dimensión didáctica

Esta dimensión refiere a lo que los docentes entienden por enseñar y los aspectos que se deben tener en cuenta para ello. Desde los contenidos seleccionados a las estrategias para trabajarlos, los docentes deben tomar un conjunto de decisiones. Muchas veces no se tiene plena conciencia de lo que hay detrás de esas decisiones.

En este trabajo, nuestro interés es aportar elementos –muy sintéticamente– para dos categorías de decisiones, las que responden a *¿qué enseñar?* y *¿con qué modelo?* Veremos que estos aspectos se vinculan con las ideas anteriormente desarrolladas.

- ▶ *¿Qué enseñar?*

La noción de contenido. Escapa a las finalidades de este trabajo remitirnos a la historia de la escuela como institución socializadora y educadora. Pero importa comenzar señalando que su historia permite comprender las dificultades que hoy se tienen para darle un nuevo significado. El desarrollo histórico de las comunidades humanas requirió de la aparición de la escuela como un lugar donde *se educara*, donde se prepararan las futuras generaciones a través de acciones específicas. Surge de la afirmación anterior que el *preparar para y acciones específicas* le dan a la escuela su caracterización como institución.



Dentro de ese complejo escenario que es hoy la institución escolar, nos detenemos en lo que refiere a los **contenidos de enseñanza** establecidos por programas escolares, y en particular a los relativos a las ciencias naturales.

«Los contenidos comprenden todos los aprendizajes que los alumnos deben alcanzar para progresar en las direcciones que marcan los fines de la educación en una etapa de escolarización, en cualquier área o fuera de ellas, para lo que es preciso estimular comportamientos, adquirir valores, actitudes y habilidades de pensamiento, además de conocimientos. Por ello hay que referirse no sólo a informaciones que adquirir, sino también a los efectos que se derivan de determinadas actividades que es necesario practicar para conseguir aprendizajes tan variados como los mencionados.» (Gimeno Sacristán y Pérez Gómez, 1993:173)

Los contenidos de enseñanza de un programa escolar explicitan intencionalidades educativas. Son los que responden a la pregunta: **¿qué enseñar?**, o mirado desde otra perspectiva (Perkins, 2008): **¿qué queremos que los alumnos comprendan?** Según Zabala (1997) debemos desprendernos de la lectura restrictiva del término *contenido* y entenderlo como todo cuanto hay que aprender para alcanzar unos objetivos que no solo abarcan aspectos cognitivos, sino también otras capacidades. Esta idea de contenido permite la explicitación de lo que tradicionalmente se ha llamado currículo oculto. Es en respuesta a esta manera

más amplia de ver los contenidos que en muchas reformas educativas se han disgregado los contenidos según su naturaleza (conceptuales, procedimentales y actitudinales). Dos décadas después se ha visto que, en realidad, esa caracterización de contenidos solo tiene sentido para su análisis, puesto que ninguno se puede aprender con independencia de los otros dentro de una misma disciplina. Los ministerios de educación o autoridades competentes son quienes establecen las mallas curriculares donde se explicitan y definen los principios que las sustentan, los fines que se persiguen y los contenidos por grado o nivel, con una justificación de cada uno.

«La cuestión de los “contenidos escolares” es antes que nada, la cuestión del contenido y el significado social de la escuela misma como institución. Los contenidos son, pues, el referente central para definir la función social de la escuela: enseñar y aprender, y son también los que definen la enseñanza y el aprendizaje como una práctica social disimétrica y diferenciada, que está orientada a romper las disimetrías y romper lo común... Proponemos entender los contenidos en términos de saberes escolares. En tanto saberes implican siempre modos de referirse y representarse la realidad o bien de operar sobre ella (según la postura epistemológica que se tenga) En tanto escolares, implican un recorte, hecho desde algunos criterios que legitiman su incorporación a los procesos intencionalmente conducidos de enseñar y aprender...»

Revalorizar los contenidos es revalorizar el saber (todos los saberes) y entender que la escuela cumple su función cuando hace circular los saberes fundados, los enseña para que se aprendan y deja que se aprendan, para erradicar la marginación del saber y permitir así, a todos, mejores condiciones para luchar por niveles dignos de calidad de vida.» (Cullen, 1997)

A manera de síntesis usaremos el término *contenido de enseñanza* para referirnos al conjunto de conocimientos, habilidades, métodos y procedimientos que se proponen para que los alumnos aprendan, así como a las actitudes y los valores relacionados a los mismos.

Según Izquierdo (2005) hay dos tradiciones respecto a la didáctica de las ciencias en relación a los contenidos. Una prioriza más los aspectos pedagógicos del contenido (tradición europea) y la otra se detiene en estrategias y metodologías de enseñanza (tradición anglosajona).

«Una teoría de los contenidos escolares ha de conseguir que el alumnado vea la clase de ciencias como una ocasión de entrar en una historia (de vivir la historia de “su” ciencia) como protagonistas, como narradores y como guionistas. [...]

Ha de conducir la construcción de los hechos científicos propios del currículo, gracias a la combinación de acciones y de pensamientos en el marco de un “modelo”, para que “aprender ciencias” sea transformar sus representaciones del mundo.

Una teoría de los contenidos escolares ha de proporcionar criterios para no confundir el “conocimiento” con la letra inerte de los textos (sean cuales sean sus formatos) y para combatir el cientificismo y el enciclopedismo.» (Izquierdo Aymerich, 2005:118)

Por su parte, Osborne (2002) cuestiona la relación cantidad/cantidad en la lista de los contenidos que suelen tener los currículos escolares y plantea trabajar *con unas pocas buenas historias explicativas* y aprender desde allí fundamentalmente *cómo se piensa la ciencia*. Entiende que la aportación cultural de la ciencia puede estar en un conjunto de ideas importantes sobre objetos y fenómenos del mundo.

Como puede verse, estas ideas están en íntima concordancia con lo que presentan tanto Adúriz-Bravo como Blanco. Ambos se remiten a historias de la ciencia que permiten ver cómo

se piensa científicamente, poniendo mucho más énfasis en este aspecto que en las ideas conceptuales.

Queremos reiterar aquí que en nuestra malla curricular no aparecen “los otros contenidos” necesarios para poder entender cómo funciona la ciencia. Es decir, faltan los componentes epistemológicos de los contenidos presentados.

Otro mensaje que nos plantea Blanco en su artículo es la “autorización”, desde el propio campo de la ciencia, para la transformación necesaria del conocimiento –del que habla Chevallard– con el fin de que pueda ser comprendido.

Como se señaló anteriormente, los científicos tienen sus rutas y enunciados, que son comprendidos por quienes pertenecen a la comunidad que los produce y enuncia. Cuando esos saberes pretenden socializarse, comienza un proceso de transformación que busca hacerlos comprensibles. Esos contenidos que se enseñan no son los mismos de la ciencia experta, son transformados y de ese modo pertenecen a lo que se da en llamar ciencia escolar. Esta transformación permite una adecuación a los intereses educativos de los niños.

► ¿Cómo enseñar?

Para analizar la forma en que los docentes piensan, implementan e intervienen en las situaciones de enseñanza se elaboran los llamados modelos didácticos. La palabra modelo como en otros escenarios significa *representación*, y esa representación se constituye en una unidad de análisis.

El modelo de enseñanza que utiliza un docente en su práctica –respecto a las ciencias naturales– explicita posturas referentes a la concepción CIENCIA y a la relación ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

Porlán (1999) revisa los modos de enseñanza y establece básicamente tres modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias. El siguiente cuadro es una manera de ordenar e interpretar las ideas de Porlán. Describe a grandes rasgos tres modelos didácticos que han tenido –y tienen– presencia en las aulas de ciencia. Sobre la base de las ideas de Porlán, Furman (2009) afirma que aunque hay una cronología en su aparición, es posible afirmar que en las escuelas de la región tienen presencia los tres modelos.

Cuadro 4

Categoría	MODELO TRANSMISIVO	MODELO POR DESCUBRIMIENTO	MODELO POR INDAGACIÓN/INVESTIGACIÓN
Visión sobre el conocimiento científico.	Es un conocimiento acabado, objetivo, absoluto y verdadero. Concepción empírico-positivista de la ciencia.	El conocimiento está en la realidad y hay que descubrirlo.	El conocimiento científico es una construcción humana. Se maneja con modelos y teorías que pueden modificarse en el tiempo.
Visión sobre la metodología de la ciencia.	Es una serie lineal de pasos que los científicos aplican para conocer la realidad.	Se basa en la interacción directa con la realidad, a partir de la cual se accede al conocimiento.	La ciencia es una actividad colectiva con una metodología variada. Busca evidencias, sistematiza los datos, enuncia teorías.
El docente y la enseñanza.	Es el portador del saber y quien transmite conceptos de manera activa. Se sigue la lógica académica.	Es el que provoca el encuentro entre los fenómenos y los alumnos. De ese encuentro se espera el enunciado de las regularidades.	Planifica cuidadosamente la enseñanza y guía en clase a los alumnos, promoviendo la construcción de contenidos tanto conceptuales como metodológicos. Utiliza preguntas y problemas como motor del aprendizaje.
El alumno y su aprendizaje.	Es un consumidor de conocimientos. Debe atender, captar y recordar los conceptos que recibe del docente.	Hay una postura más abierta y espontánea del aprendizaje.	El alumno tiene un papel activo y construye sus conocimientos a partir de lo que ya sabe. El alumno aprende por reestructuración de lo que ya sabe.

Como puede verse, el modo en que un docente enseña responde a una manera de concebir la ciencia, el aprendizaje y la propia enseñanza.

Pensar la enseñanza desde el aprendizaje supone definir más claramente qué queremos que los alumnos aprendan desde el contenido establecido por la malla curricular.

Ejemplo de tradición escolar: La experiencia de la vela

La situación que narramos es real, corresponde a una novel docente (pocos años de recibida) que nos ha autorizado a usar su propuesta para ejemplificar algunos aspectos expuestos en el presente artículo. Agradecemos su gentileza.

La docente nos cuenta que está trabajando el tema del aire como mezcla y especialmente

la composición, tanto en lo que refiere a los componentes como las proporciones en que se presentan esos componentes. Dice ser consciente de que no es sencillo comprender que el aire es una solución gaseosa. Entre las ideas que está trabajando en clase, está la que sostiene que en la atmósfera hay en general un 20% de oxígeno. La actividad del día comienza cuando les cuenta a los niños que existe una experiencia que ha sido popular en las escuelas y que ella hizo cuando niña. Recuerda con cariño ese momento y les dice que con esa experiencia se pretendía probar la proporción de oxígeno que hay en el aire (20%). Les propone hacer la experiencia, pero con modificaciones. A cada equipo le entrega, junto con los materiales, las siguientes notas:



“Hay una experiencia tradicional en la escuela, que consiste en colocar agua en un plato como lo muestra la figura, colocar una vela encendida en el centro del plato y sobre ella un vaso invertido.

Al cabo de unos segundos, la vela se apaga y en ese momento sube el agua. Cuando se mide el volumen de agua que sube, vemos que esa cantidad es un quinto del volumen total del vaso. Esa experiencia tradicional parece probar la proporción de oxígeno en el aire.

En la mesa de trabajo tienen los materiales para hacerla. Realicen la experiencia primero colocando una vela, tal como aparece en los viejos manuales, luego dos y finalmente tres. Anoten los resultados. ¿Qué volumen recogieron en cada caso? Anoten las evidencias que perciben. ¿Cómo explican los resultados? ¿Es que en el aire hay más de un 20% de oxígeno? Discutan con sus compañeros y elaboren una posible explicación.”

Algunas ideas a modo de análisis de la propuesta

Antes que nada nos resulta bien interesante que una joven docente utilice su propia experiencia de escolar en el tratamiento del tema. El hecho biográfico da lugar a un contexto de aprendizaje favorable generando expectativas por parte de los alumnos.

No tenemos antecedentes –aunque los hemos buscado– respecto al origen de la experiencia. Sí sabemos, porque lo constatamos, que está escrita en el viejo manual de la UNESCO para

la enseñanza de las ciencias. Tal como ha circulado en los ambientes escolares, el “dispositivo experimental” busca probar lo que dice la bibliografía respecto al porcentaje de oxígeno de la atmósfera terrestre. Para ello, mientras los alumnos sigan el instructivo tal como se expone (una vela encendida, un plato con agua y un frasco), el oxígeno se consume y el agua sube. La explicación parece clara: el oxígeno se consume, el agua ocupa el lugar del oxígeno y sube en la misma proporción.

En esa explicación quedaba por fuera el hecho de que en el mismo proceso de combustión se libera anhídrido carbónico, sustancia también gaseosa que “debería ocupar algún lugar”⁵. Serafini (1993) se cuestiona sobre la razón de cierta “ceguera” conceptual, en la medida en que existen diversas formas de probar lo erróneo de la explicación. Sugerimos su lectura. Nuestra mirada focaliza otro aspecto de la experiencia y es el que refiere a la concepción de ciencia que está detrás. La necesidad de “probar”, o “descubrir” el porcentaje de oxígeno que hay en la atmósfera, se corresponde con el modelo del descubrimiento que epistemológicamente sostiene que *la realidad está allí y hay que descubrirla, hay que interactuar directamente con la realidad a partir de la cual accedemos al conocimiento*.

En ese marco, la actividad tiene al docente promoviendo el encuentro entre el fenómeno y los alumnos, y los alumnos con una actitud de aprendizaje espontáneo.

La novel docente, conocedora de las inquietudes del señor K (Serafini, 1993), salió a la revisión conceptual de la propuesta tratando de cuestionar si efectivamente esa experiencia –vvida por ella– permite la afirmación sobre el porcentaje de oxígeno. Ella les propone modificar el dispositivo. Sabe que esa modificación posibilitará evidenciar otros resultados que se contradicen con la explicación dada cuando se usa una sola vela. Cuando les formula, *¿cómo explican los resultados?*, queda explícita la idea de que la explicación que se tenía no era correcta. La modificación del dispositivo genera un conflicto entre *lo que se decía y la intensidad con que se decía, y lo que realmente es la explicación del fenómeno*.

⁵ Ver G. Serafini (1993).



¿Es que en el aire hay más de un 20% de oxígeno? Los niños se ven enfrentados a un problema, a tener que dar su propia explicación sabiendo que el porcentaje de oxígeno no está en discusión.

Si volvemos al cuadro donde se describen los modelos didácticos y nos detenemos en el modelo por indagación, veremos que la propuesta, así modificada, estaría en esa línea. Sería pertinente que nos formuláramos, en este punto, la siguiente pregunta, ¿cuál es el aprendizaje que la docente busca en sus alumnos? Podríamos responder que la docente procura que los niños aprendan:


- ▶ que un fenómeno, para conocerlo, requiere determinar las variables que en él intervienen;
- ▶ que de esas variables, unas inciden más que otras;
- ▶ que las explicaciones deben hacer referencia a las evidencias encontradas y enunciadas a través de las variables.

En síntesis, estas ideas tienen que ver con aprender *cómo hace la ciencia* para buscar explicaciones.

¿Y lo conceptual? Los niños aprenderán que la vieja explicación no da resultado, que deben incorporar otra idea: la diferencia de temperatura puede provocar vacío y con él, la contracción de volumen. Eso es lo que le ocurre al sistema gaseoso dentro de los frascos. Esa idea, ¿se descubre? No, se construye, se maneja como posibilidad hasta que se pruebe su funcionalidad. Cuantas más velas, más diferencias de temperatura, más contracción de volumen, más sube el agua del plato. La nueva idea aparece para dar sentido al fenómeno y es muy probable que sea la docente la que tenga que enunciarla. Ese aspecto no le quita valor a la propuesta.

Y algo más, los alumnos encontrarán que sobre el final de la actividad tiene sentido preguntarse, ¿cómo se determina que en la atmósfera hay un 20% de oxígeno? ¿Cómo hacen los científicos?

Esto último nos recuerda la cita de Golombek (2008) expuesta anteriormente: *«lo esencial no es qué sabemos sino cómo llegamos a saberlo»*.

El lector se preguntará, ¿cuál es el sentido de esta reflexión? ¿Qué tanto importa saber cuál es la postura epistémica que predomina en el escenario escolar? La respuesta pasa por los mismos argumentos dados por Adúriz-Bravo cuando enfatiza en la importancia de la epistemología en la formación inicial de docentes. Las finalidades de la educación científica básica están relacionadas directamente con este marco. Existen modelos que permiten aprender a pensar, y otros no. Nuevamente, ¿qué ciencia queremos enseñar? Si la respuesta es una ciencia que enseñe a mirar el mundo de otro modo, a cuestionar y buscar otras explicaciones que no son las de la vida cotidiana, queda claro que *la vieja* experiencia de la vela no ayuda. 

Bibliografía citada

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2008): “¿Existirá el ‘método científico?’” en L. R. Galagovsky (coord.): *¿Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales?* Buenos Aires: Ed. Biblos. Colección Respuestas.
- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2012): “Enseñar a los maestros y maestras ‘qué es esa cosa llamada ciencia’. Una propuesta centrada en los ‘campos estructurantes’ de la epistemología” en Revista *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 111 (Febrero), pp. 41-51. Montevideo: FUM-TEP.
- BENLLOCH, Montse (comp.) (2001): *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Ed. Paidós Educador.
- BERTOLINI, Marisa (2007): “Curso-taller de epistemología” en *XVII Encuentro Nacional de Profesores de Física*. La Paloma – Uruguay, 17 al 20 de setiembre de 2007.
- BLANCO, Rudemar Ernesto (2012): “La Física y los niños: dos anécdotas y algunas ideas” en Revista *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 112 (Abril), pp. 64-67. Montevideo: FUM-TEP.
- CLAXTON, Guy (1991): *Educación mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid: Ed. Visor.
- CULLEN, Carlos A. (1997): *Crítica de las razones de educar. Temas de filosofía de la educación*. Buenos Aires: Ed. Paidós. Colección Cuestiones de Educación.
- DUSCHL, Richard A. (1997): *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Ed. Narcea.
- FURMAN, Melina; PODESTÁ, María Eugenia de (2009): *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- GIMENO SACRISTÁN, José; PÉREZ GÓMEZ, Ángel Ignacio (1993): *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Ed. Morata.
- GOLOMBEK, Diego A. (2008): “Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. Documento básico” en *IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*. Buenos Aires: Fundación Santillana. En línea: <http://www.oei.es/salactsi/4FOROdoc-basico2.pdf>
- GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel; POZO, Juan Ignacio; GUTIÉRREZ JULIÁN, María Sagrario (2004): “Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos” en Revista *Educación Química*, Vol. 15, N° 3, pp. 198-209.
- IZQUIERDO AYMERICH, Mercè (2005): “Hacia una teoría de los contenidos escolares” en *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 111-122. En línea: <http://143.106.76.15/site/aulas/119/izquierdo1.pdf>
- OSBORNE, Jonathan (2002): “Hacia una educación científica para una cultura científica” en M. Benlloch (comp.): *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Ed. Paidós Educador.
- PERKINS, David (2008): *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- PORLÁN, Rafael (1999): “Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación” en M. Kaufman; L. Fumagalli: *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires: Ed. Paidós Educador.
- POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel (1998): *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ed. Morata.
- RUIZ, Rosaura; AYALA, Francisco J. (1998): *El método en las ciencias. Epistemología y darwinismo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- SANJURJO, Liliana, RODRÍGUEZ, Xulio (2003): *Volver a pensar la clase. Las formas básicas de enseñar*. Rosario: HomoSapiens Ediciones.
- SERAFINI, Gabriel (1993): “Las inquietudes del Sr. K sobre la rigurosidad de los contenidos escolares” (Cap. 4) en H. Weissmann (comp.): *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Ed. Paidós Educador.
- SILVER, Brian L. (2005): *El ascenso de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica (1ª edición en español).