

ANÁLISIS DE UNA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR DISEÑADA PARA ENSEÑAR QUÉ HACEN LOS CIENTÍFICOS Y LA FUNCIÓN DE NUTRICIÓN EN EL MODELO DE SER VIVO

Vilma A. Paz*
Conxita Márquez*
Agustín Adúriz-Bravo*

RESUMEN

Nos interesa estudiar la 'actividad científica escolar' elaborada por una profesora de ciencias con su clase en una institución pública de educación secundaria; queremos identificar en esa actividad los cuatro constituyentes que debería tener según el llamado 'modelo cognitivo de ciencia escolar': *experiencia, modelos, metas y lenguajes*. La profesora, en su secuencia didáctica, utiliza una variedad de modalidades comunicativas, realiza experimentos, expone y explica, presenta un video a sus estudiantes; a través de estas tareas obtiene diversos textos escritos: resúmenes, explicaciones e informes de experiencias. Pretendemos interpretar cómo la actividad científica escolar es co-construida a través de las distintas habilidades cognitivolingüísticas que se ponen en juego en el aula.

PALABRAS CLAVE: actividad científica escolar; modelo cognitivo de ciencia escolar; habilidades cognitivolingüísticas; modelos irreducibles; pensar, decir y hacer.

* Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Edifici G5, Campus UAB, E-08290, Bellaterra, España. E-mail (primera autora): vilmaanaliapaz@hotmail.com
Recibido 18 de febrero de 2008, aprobado 8 de septiembre de 2008.

ANALYSIS OF AN EDUCATIONAL SCIENTIFIC ACTIVITY DESIGNED TO TEACH WHAT SCIENTISTS DO AND THE FUNCTION OF NUTRITION IN THE LIVING BEING MODEL

ABSTRACT

We are interested in studying the 'educational scientific activity' elaborated by a science teacher with her class in a public secondary education institution. The objective is to identify within this activity the four constituents that it should have according to the so-called 'cognitive model of school science': *experience*, *models*, *aims* and *languages*. The teacher, in her teaching sequence, uses a variety of communicative modalities, performs experiments, presents and explains, shows a video to her students. By means of these tasks, she obtains different written texts: summaries, explanations and reports of experiences. The intention is to interpret how the educational scientific activity is co-constructed through the different cognitive-linguistic abilities that are put into action in the classroom.

Key words: educational scientific activity, cognitive model of school science, cognitive-linguistic abilities, unreducible models, think, say and do.

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este artículo es presentar, fundamentar y discutir un proyecto de investigación –actualmente en marcha– que se centra alrededor de una propuesta teórica para el diseño de la ciencia escolar, propuesta que ha sido bautizada como *actividad científica escolar* (Izquierdo-Aymerich, 2000, 2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2007), puesto que pretende hacer vivir en las clases de ciencias una genuina "actividad científica" de modelización, racional y razonable (Izquierdo-Aymerich et al., 2004). La idea de actividad científica escolar surge dentro de una línea de trabajo sobre el diseño del currículo y de las clases de ciencias desarrollada en el Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona (cfr. Izquierdo-Aymerich et al., 1999; Izquierdo-Aymerich, 2000, 2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2007; Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003).

En este marco de ideas, nos interesa estudiar cuál es la posible contribución de tal propuesta de investigación e innovación a la comprensión y al apuntalamiento de una *buena enseñanza* de las ciencias en la escuela secundaria. El trabajo de indagación e intervención que aquí se reseña constituye la tesis doctoral que viene desarrollando la primera autora (V.A.P.) bajo la orientación de los otros dos (C.M. y A.A.-B.).

Según Guidoni (1985), quien aplica los hallazgos de la ciencia cognitiva a la enseñanza de las ciencias, las tres *dimensiones* “independientes” del sistema cognitivo humano que conviene considerar de manera principal al enseñar para que se aprenda significativamente son: 1. el *pensar* (mediante representaciones simbólicas o modelos mentales); 2. el *actuar* (adquirir experiencias significativas, personales sobre el mundo natural); y 3. el *comunicar* (utilizando convergentemente una diversidad de lenguajes o sistemas semióticos). Estas tres dimensiones, trabajando de manera *coordinada*, serían las que estructuran una “buena” actividad científica escolar, que “se parece” o “es similar” a la actividad de los científicos en su núcleo más irreducible, que correspondería a la capacidad de *pensar el mundo con teorías* (Izquierdo-Aymerich, 2000, 2004, 2007). Nos guía entonces la siguiente hipótesis de trabajo:

Las acciones docentes exitosas [...] serán las que consigan enseñar a *pensar al intervenir en el mundo* y, con ello, a *decidir*, desencadenando una *actividad científica escolar* en la cual procedimientos, actitudes e ideas vayan a la una. (Izquierdo-Aymerich, 2007: 129; subrayado en el original).

Para realizar este estudio partimos de la idea clave que estructura el llamado *modelo cognitivo de ciencia escolar* (Izquierdo-Aymerich et al., 1999; Izquierdo-Aymerich, Sanmartí y Espinet, 1999; Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003, 2005), que es el marco teórico que da sustento a nuestra propuesta de aula. La idea clave a la que nos referimos es que la actividad científica escolar es principalmente un proceso de atribución de sentido (*semiosis*) sobre el mundo natural utilizando *modelos teóricos escolares* (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003, 2005). Esos modelos “irreducibles” y los hechos reconstruidos por ellos constituyen la ciencia escolar que se habría de trabajar en el aula. En este contexto, entonces,

[...] las teorías científicas [...] no son fórmulas ni términos incomprensibles. Son *conjuntos de modelos que son similares entre ellos y que, cada uno, se relaciona con grupos de fenómenos que también son similares, al ser “mirados” según*

un mismo enfoque. Así, el significado de las teorías (su “semántica”) no puede captarse sin tener en cuenta el “mundo” al que se refieren y las intervenciones y los lenguajes con los cuales este se transforma, como resultado de “conocerlo”, que están íntimamente relacionados a los valores culturales y no únicamente (aunque también) a los epistémicos. (Izquierdo-Aymerich, 2007: 131; el subrayado es nuestro).

Consideramos por tanto que la actividad científica escolar tiene la exigencia de conectar firmemente los hechos del mundo con los modelos apropiados para explicarlos y con los lenguajes que nos sirven para argumentar sobre las relaciones sustantivas entre unos y otros (Adúriz-Bravo, 2001). Así, en el diseño de la actividad científica escolar hemos de tener en cuenta cuáles son los hechos que pueden tener sentido para los estudiantes, a fin de transformarlos, mediante el conocimiento teórico, en *hechos paradigmáticos* que funcionarán a modo de modelos teóricos escolares (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003, 2005).

Según este marco, la actividad científica escolar posee cuatro elementos fundamentales (Izquierdo-Aymerich, 2005c): 1. lo que pasa en el mundo o lo que provocamos que pase al intervenir (los hechos y la experiencia); 2. lo que se piensa sobre eso que pasa y sobre lo que hacemos (el conocimiento: la teoría y los modelos); 3. las finalidades que perseguimos con nuestras actuaciones (los objetivos y las metas); y 4. el lenguaje adecuado para dar sentido y comunicar a otros nuestra intervención cargada de teoría (la comunicación con los sistemas de símbolos). En este sistema de ideas, pensamos con modelos que dibujan determinadas “reglas de juego” para intervenir y determinados lenguajes para comunicar, cargados de finalidades y valores socialmente relevantes:

El diseño de la actividad científica escolar ha de consistir en montar un escenario (una situación determinada, significativa para los alumnos) en el cual tengan sentido las principales preguntas que están en el corazón de las disciplinas así como las “reglas del juego” para contestarlas porque facilitan una representación abstracta de la situación inicial en la cual se pongan en juego diversos sistemas de valores que van a permitir evaluar la actividad. Además, ha de proporcionar itinerarios para el proceso de modelización (consistente en pensar, hacer y comunicar), que ha de culminar en el establecimiento de los conceptos, términos y habilidades *correspondientes a la matriz disciplinar que el escenario ha recreado para los alumnos.* (Izquierdo-Aymerich, 2007: 132-133; subrayado en el original).

La investigación y la intervención que aquí reseñamos pretenden enfocar la atención hacia esos cuatro elementos constituyentes de la actividad científica escolar tal cual ellos se ponen de manifiesto en un aula de ciencias de nivel secundario básico, en la acción didáctica de una profesora en la cual podemos identificar una “buena enseñanza” y en la intervención diseñada y puesta en marcha por la investigadora (primera autora) en esa misma aula. En la siguiente sección presentaremos una caracterización de cada uno de los cuatro saberes de la actividad científica escolar –nuestras categorías de análisis– siguiendo para ello a Izquierdo-Aymerich y cols. (2004).

2. MARCO TEÓRICO

En el seno del modelo cognitivo de ciencia escolar, podemos definir la actividad científica escolar como

la construcción de modelos teóricos a través del pensamiento, la acción y el discurso aplicados a algunos fenómenos cuidadosamente seleccionados por su potencial como ‘ejemplares’ de las ideas teóricas que se van a introducir en clase. Para lograr este objetivo de dar un sentido profundamente *educativo* a las ciencias, nos parece necesario organizar el currículo procurando que la orientación de las clases sea, en todo momento, altamente *teórica*, pero mostrando siempre la dimensión práctica, comunicativa y valorativa propia de las teorías científicas. (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2005: 3; subrayado en el original).

Por tanto, consideramos que, en las clases de ciencias, los conceptos científicos abstractos, definidos mediante *lenguajes* ricos (terminología especializada, habla, gesto, imágenes, tablas, ecuaciones, gráficos, maquetas, analogías: Márquez et al., 2006), nos permiten comunicar determinadas *intervenciones* transformadoras sobre el mundo, acerca de las cuales pensamos con *modelos-ejemplares*. Modelos, intervenciones y lenguajes están guiados por *finalidades* y profundamente cargados de *valores*; esas finalidades y esos valores pueden ajustarse a los de la ciencia de los científicos, pero también han de ser re-diseñados dentro de la propia educación científica según un imperativo de *ciencia de calidad para todos y todas*. Discutiremos ahora algunos detalles de esta concepción de la clase de ciencias.

2.1. Comunicar con lenguajes abstractos

El valor que tiene el lenguaje en las clases de ciencias todavía no es suficientemente reconocido dentro de la investigación en didáctica de las ciencias, si bien hay un

creciente interés por el tema (Márquez et al., 2003, 2006; Mortimer y Scott, 2003; Izquierdo-Aymerich, 2005b; Marbà et al., 2006). Nosotros partimos de la concepción de que es fundamental que las personas comuniquen sentidos mediante el lenguaje científico y otros sistemas de símbolos, manejen constructos lingüísticos y, más en general, semióticos, y posean el control de estos procesos de modo tal que la interacción dialógica y la negociación de significados (Mortimer y Scott, 2003) se transformen en hechos “retóricos” de la cotidianeidad del aula.

En su formación, los científicos utilizan como recurso central los libros de texto, y estos suelen introducir los términos nuevos mediante una *definición*. La definición relaciona el nuevo término con términos ya supuestamente vinculados con el universo empírico. El problema puede surgir si los conceptos o términos de la definición no son suficientemente conocidos, o si el estudiante no se puede formar una representación completa de lo que se dice en ese tipo textual en relación con un modelo robusto del fenómeno de referencia (Sanmartí, 2003). En la educación científica, entonces, sería necesario que *exista una integración del lenguaje con los modelos, pero también con los hechos*. Por tanto, las teorías científicas escolares no deberían formularse

como axiomas o verdades (que no tendrían sentido para los alumnos puesto que no forman parte de la comunidad científica), sino como *un conjunto de “casos” que han sido bien resueltos y que por ello son ejemplares*. Todos pueden ser representados igual y formularse de manera que sea lo más abstracta posible, sin dejar de ser inteligible para los alumnos. Pueden ser una maqueta, un dibujo, un hecho ejemplar. Las entidades abstractas [...] son imprescindibles para relacionar entre sí las intervenciones experimentales y comunicar los resultados de manera comprensiva y pueden presentarse de manera simple, destacando sólo lo esencial para que resulten explicativos. (Izquierdo-Aymerich, 2007: 132; subrayado en el original).

La meta es que los y las estudiantes aspiren a un conocimiento científico que les permita explicar, imaginar, discutir, interpretar, decidir, profundizar sobre los hechos del mundo, y de ese modo generar una visión propia sobre los fenómenos y poder actuar sobre ellos con rigor y responsabilidad.

En este contexto, consideramos que resulta muy necesario promover el desarrollo de las llamadas *habilidades cognitivolingüísticas* (Sanmartí, 2003), procesos cognitivos de orden superior muy utilizados en la actividad científica, pero efectuados en la producción de textos complejos. Algunas de estas habilidades, quizás las más

importantes, son: describir, definir, narrar, resumir, explicar, justificar, argumentar y demostrar. Nosotros hacemos uso, en nuestra investigación e intervención, de muchas de esas habilidades, porque consideramos que, para la construcción y evolución del conocimiento científico escolar, ellas son básicas en una buena conexión *textual* (argumentada) de las ideas con los hechos.

2.2. Intervenir para construir hechos científicos

El papel que otorgamos al experimento en este marco es bien diferente del papel que se le asignaba tradicionalmente desde una visión empiropositivista (Izquierdo-Aymerich, Sanmartí y Espinet, 1999). Ya no lo consideramos como la clase de intervención fundamental o imprescindible a la hora de ser la fuente del conocimiento científico, ni siquiera la pieza clave para validar o invalidar una teoría (Adúriz-Bravo, 2008).

Las experiencias, los hechos científicos, son construcciones humanas. Cualquier acontecimiento que pasa en el mundo no es automáticamente un hecho científico; en nuestra opinión, lo arribaría a ser si cumpliera algunas condiciones:

1. quien lo está considerando ha de disponer mentalmente de algún modelo pertinente que previamente se ha podido elaborar dentro de la comunidad y que ahora le sirve para construir una representación satisfactoria del contexto de actuación, con sus “reglas de juego”;
2. ese modelo utilizado sirve para comprender lo que está pasando y para actuar eficazmente en función de algún objetivo delineado con claridad; y
3. al vincular hecho con modelo se utilizan lenguajes abstractos que “dan sentido” y que son, a la vez, rigurosos y comunicativos.

Es en este sentido que hablamos de la *construcción del hecho científico* (Izquierdo-Aymerich, 2000), en la cual los modelos teóricos escolares

han de permitir que los alumnos actúen con la máxima autonomía posible frente a las situaciones experimentales que se les proponen. (Izquierdo-Aymerich, 2007:132).

Las intervenciones sobre los fenómenos de la ciencia de los científicos y los *fenómenos científicos escolares* que seleccionamos para nuestras clases son de muy variada índole y persiguen diversidad de objetivos. Ellas permiten poner

a prueba los modelos creados para dar respuesta a determinadas preguntas, y también ajustar esos modelos, mejorarlos, combinarlos y, en caso necesario, descartarlos (Adúriz-Bravo, 2008). Pero, a su vez, esas intervenciones no son necesariamente experimentos, sino 'experiencias' en sentido amplio: observaciones, cuasi-experimentos, evocaciones, simulaciones, maquetas, manipulaciones de formalismos, analogías...

Los conceptos científicos, entonces, poseerían una fuerte componente *praxiológica* (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2005): no tendrían significado si se desconectan de la intervención científica (teórica) sobre la naturaleza (moldeada sobre la base de determinados problemas, finalidades y limitaciones). Por lo tanto, lo primero que se habría de proporcionar a los y las estudiantes no son definiciones de las entidades científicas ni fenómenos ya explicados mediante sus lenguajes específicos, sino la "manera de mirar y de actuar" propia de las ciencias, que ven en el mundo un tipo de hechos que interesan y sobre los que se puede intervenir activamente.

2.3. Pensar con modelos teóricos

En relación con los modelos científicos que se construyen en el aula de ciencias, las reflexiones teóricas en las cuales nos apoyamos giran en torno a la cuestión de *qué ciencia enseñar* (Izquierdo-Aymerich et al., 1999). Para entender la naturaleza de esa ciencia a enseñar, se debería comprender el papel central que tiene en ella la componente teórica, a menudo subvalorada desde el sentido común frente a los hechos y los experimentos.

Desde un punto de vista "semántico" (centrado en los significados), una teoría científica estaría compuesta por una familia de modelos científicos relacionados entre sí, así como de hipótesis teóricas que afirman alguna relación *con contenido empírico* entre los modelos y los sistemas reales. Una teoría no consiste solamente en la exposición del modelo, sino también en señalar su campo de aplicación empírica –los hechos que supuestamente permite explicar– y de qué manera esto se lleva a cabo (Izquierdo-Aymerich, 2000, 2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2007). En las clases de ciencias, los modelos, sin esta conexión explícita con los hechos, pueden transformarse en simples sistemas formales desconectados de cualquier realidad significativa.

Como ya se dijo, Izquierdo-Aymerich y cols. (1999) realizan la caracterización de la ciencia escolar desde un punto de vista epistemológico, siguiendo para ello el modelo cognitivo de ciencia de Giere (1992). De este modo construyen un modelo *metacientífico* de ciencia escolar con una fuerte congruencia con los hallazgos de la ciencia cognitiva, la psicología del aprendizaje y la pedagogía.

El modelo cognitivo propone una *concepción semántica de las teorías científicas*, según la cual lo más importante es que ellas tengan, para sus “usuarios”, un significado potente para desempeñarse en el mundo. Desde esta perspectiva, las teorías se consideran constituidas por un conjunto de modelos teóricos no lingüísticos, cada uno apto para representar un conjunto determinado de fenómenos y útil para actuar sobre ellos, gracias a hipótesis teóricas que establecen la conexión entre el modelo (que puede ser una maqueta, un esquema, un resumen, una analogía, una metáfora o una ecuación matemática). Los fenómenos se tornan así hechos científicos, cuya función ‘ejemplar’ está en el núcleo de teorías de las ciencias.

Con base en estas ideas, la actividad científica escolar intentará eminentemente hacer entender a los y las estudiantes lo que es un hecho del mundo mirado de determinada manera; buscará mostrar el papel de las ideas teóricas para comprender los hechos y de los hechos para dar significado de las teorías. No se trataría entonces de reflexiones abstractas “escolarizadas”, sino de cómo resolver las dificultades epistémicas que continuamente aparecen en una actividad científica escolar al preguntarnos significativamente sobre el mundo utilizando modelos. Los hechos científicos escolares más paradigmáticos o epitómicos jugarían el rol de los ‘modelos’ en las teorías de los científicos.

2.4. Perseguir metas de acuerdo con valores consensuados

Los valores tradicionalmente considerados para la ciencia de los científicos son múltiples, entre ellos: precisión, coherencia, generalidad, objetividad, libertad de pensamiento y de crítica, carácter público del conocimiento... Pero en la ciencia también influyen muchos otros sistemas de valores, además de los propiamente epistémicos: creencias, valores éticos y estéticos, convicciones filosóficas, entre otros. Todos los valores están presentes –por debajo de finalidades, objetivos y metas– en las actividades científicas, y ayudan a precisar un rumbo adecuado, realizando una función reguladora.

Buena parte de la epistemología (filosofía de la ciencia) reciente –a la que podríamos englobar bajo el rótulo de ‘postkhuniana’– ha puesto sobre el tapete

los diferentes contextos en los que se desarrolla la actividad científica, la importancia de todos ellos y la necesidad de tenerlos en cuenta para captar el significado de [las] entidades teóricas, que son “*para hacer algo en el mundo*”. (Izquierdo-Aymerich, 2007: 129; subrayado en el original).

Las ciencias, entonces, tendrían su raíz y justificación

[tanto] en el “mundo que se quiere conocer” como en la capacidad humana de plantear preguntas y de establecer *metas* de manera creativa; es decir, [las ciencias] no son simplemente “verdades sobre el mundo” descubiertas por una experimentación objetiva, sino el resultado de un proyecto con una *finalidad* concreta, *guiado* y *evaluado* según *criterios* compartidos que se revisan y transforman a lo largo del tiempo y que *apuntan* hacia algo que “*va a ser mejor*”. (Izquierdo-Aymerich, 2007: 129; el subrayado es nuestro).

3. ABORDAJE METODOLÓGICO

El marco teórico anteriormente reseñado nos permite, primeramente, *interpretar* una actividad científica escolar real y concreta, diseñada y llevada adelante por una profesora de ciencias de secundaria considerada como “buena docente” por colegas, directivos, estudiantes y especialistas. Y, en segundo lugar, *intervenir* innovadoramente sobre dicha actividad científica escolar mediante una propuesta didáctica planeada y puesta en acción en esa misma clase por la primera autora. En esta sección reseñamos brevemente algunos aspectos operacionales de nuestro trabajo: el contexto general del aula bajo estudio y las decisiones que tomamos a la hora de recoger información, analizarla y sacar conclusiones.

3.1. Contexto de la experiencia

Como se adelantó, este trabajo forma parte de la tesis doctoral de Vilma Paz en la Universidad Autónoma de Barcelona (Bellaterra, España). El corpus de datos bajo análisis se generó en una intervención didáctica “mixta” (hecha por la profesora del curso y por la investigadora) que tuvo lugar durante los meses de diciembre de 2005 y enero y febrero de 2006 en un Instituto de Educación Secundario (IES) público de la ciudad de Barcelona.

La metodología general que elegimos es de tipo cualitativo, con base en una muestra reducida de sujetos. Tal muestra estuvo formada por una profesora al frente de un grupo de ocho estudiantes de 3º de ESO, con edades comprendidas entre los 14 y los 15 años.

Nuestro abordaje para el análisis y discusión de los datos es interpretativo, porque se interesa por los *significados e intenciones* de las acciones de sujetos (Arnal et al., 1992); en este caso, en un contexto de enseñanza y aprendizaje. Es bajo este enfoque que pretendemos estudiar la actividad científica escolar que tiene lugar en el aula investigada.

La actividad científica escolar observada comprende clases de ciencias en el aula común y en el laboratorio de la escuela. La carga horaria de la asignatura son tres horas semanales: dos de ellas se imparten en el aula y la tercera, en el laboratorio. Los temas enseñados por la profesora refieren a la *metodología científica y al modelo de ser vivo*. Consideramos que esos temas enseñados son relevantes desde el punto de vista de la ciencia escolar puesto que constituyen modelos teóricos centrales que contribuyen a una *educación científica de calidad para todos y todas*.

Los datos recolectados fueron los diversos textos elaborados por los y las estudiantes, que incluyen: resúmenes, pautas de orientación, cuadros de corrección e informes de laboratorio. También registramos un video con aquellas secciones de la actividad científica escolar correspondientes a la enseñanza acerca de la naturaleza del trabajo de los científicos.

El primer tema enseñado comprende la actividad de la comunidad científica y su modo de trabajar y de hacer ciencia. El problema del “método” que utilizan los científicos y científicas se introdujo utilizando una analogía. La profesora mostró una serie de ideas sobre cómo “debe” trabajar un científico. Paralelamente, en la misma explicación, dio inicio a la experiencia de laboratorio.

El segundo tema que trata la profesora se enmarca en lo que podríamos llamar el “modelo teórico escolar irreducible de ser vivo” (García Rovira, 2005), que incluye las funciones de *relación, reproducción y nutrición*.

El modelo ser vivo se entiende como un sistema complejo que intercambia materia, energía e información con el medio, y como resultado de ello modifica ese medio

(éste equivale *grosso modo* al concepto de nutrición); el ser vivo capta estímulos del medio y responde a ellos, proviene de otros seres vivos y puede reproducirse y transferir sus características a sus descendientes, y está constituido por una o muchas unidades estructural-funcionales que llamamos 'células', cada una de las cuales tiene a su vez las mismas propiedades que el todo (García Rovira, 2005; Gómez, 2005).

Específicamente, nuestra investigación sólo enfoca la enseñanza de la función de nutrición en las clases de ciencias de la profesora estudiada. Analizamos las siguientes actividades:

1. ¿Qué manges? (¿Qué comes?).
2. ¿Es equilibrada la teva dieta? (¿Es equilibrada tu dieta?).
3. La pirámide de los alimentos.
4. La dieta mediterránea.

Las preguntas 1 y 2 hacen referencia a la primera tarea, dentro de la actividad científica escolar de la profesora del curso, sobre la cual intervino la investigadora. En esa actividad, elaboramos un texto modelo y relevamos las respuestas a preguntas planteadas por la profesora.

En nuestra segunda intervención elaboramos una pauta de orientación para la elaboración de una *síntesis* o *resumen* acerca de la función de nutrición del modelo ser vivo. Para la finalización de esta actividad científica escolar, la profesora explicó el tema utilizando un video de la BBC del aparato digestivo e hizo referencia a aquello que se estaba estudiando (lo que sería el "patrón temático" de la clase). Relacionó sus explicaciones con lo que se observaba en el video: la alimentación se vinculó con el hecho cotidiano de hacer las compras y preparar la comida.

Los estudiantes también pensaron sobre el "hecho científico" de la alimentación y sobre la transformación que sufren los alimentos en el aparato digestivo. Al finalizar la clase, se hizo referencia a la historia de la ciencia: la profesora expuso cuestiones acerca del trabajo de los primeros investigadores que estudiaron la digestión. Los estudiantes escucharon la explicación y escribieron un resumen del video.

El diseño realizado por la profesora de la secuencia didáctica dentro de la cual estudiamos la actividad científica escolar se presenta resumidamente en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estructura de las tareas de la secuencia didáctica (SD) de la profesora.

Las tareas de la secuencia didáctica (SD): índice temático y organización		
Tareas de la SD	Índice temático	Organización de la clase
El método científico de laboratorio	Planteo y resolución de un problema: "La materia viva contiene agua".	Trabajo en pequeños grupos. Explicación de la profesora. Construcción de la experiencia.
Nutrición 1	Componentes de la materia viva. <i>Què menges? y És equilibrada la teva dieta?</i> La piràmide de los alimentos. Elaboración de un texto. Cuadro de corrección de la actividad.	Trabajo colectivo con el grupo-clase. Guía práctica.
Nutrición 2	Explicación de la función de nutrición del modelo ser vivo a través de un video. Elaboración del resumen del video. Elaboración de una base de orientación.	Trabajo colectivo. Trabajo individual.

3.2. Problema, preguntas y objetivos

El problema general que nos interesa abordar en nuestro estudio es *interpretar la actividad científica escolar de una profesora de ciencias con su grupo clase en un instituto público, actividad que se instrumenta a través de diversos textos, los cuales nos permiten caracterizar sus cuatro elementos fundamentales: experiencia, modelos, objetivos y lenguaje*. Por ello nos proponemos las preguntas y objetivos que a continuación se reseñan.

a. Primera pregunta de investigación: ¿Qué clase de actividad científica escolar se promueve en esta aula de ciencias?

Dentro de esta pregunta, los objetivos generales son:

- a.1. Ver qué tipo de discurso sostiene la profesora en su aula, qué modos comunicativos tienen prioridad en sus explicaciones.
- a.2. Determinar cuál es la funcionalidad de los modos comunicativos en las diferentes clases que ella da.

b. *Segunda pregunta de investigación:* ¿Cuál es el resultado que se obtiene de una determinada intervención didáctica en esta aula?

Los objetivos generales respectivos son:

- b.1. Intervenir en la actividad científica escolar y analizar los resultados de tal intervención diseñada según el modelo cognitivo de ciencia escolar.
- b.2. Introducir una habilidad cognitivolingüística en particular, el resumen (entendido como síntesis del aprendizaje).

c. *Tercera pregunta de investigación:* ¿Qué ciencia escolar construyen los y las estudiantes en los textos que escriben?

Nuestros objetivos generales asociados a esta pregunta son:

- c.1. Determinar si redactar distintos tipos de textos científicos escolares contribuye a la construcción de la función de nutrición del modelo ser vivo.
- c.2. Determinar si escribir, hablar y hacer coordinadamente en una clase experimental contribuyen al aprendizaje de la forma de trabajo científica.
- c.3. Indagar acerca de qué significado y funcionalidad tiene el texto científico escolar que construyen los y las estudiantes dentro de una actividad científica escolar.

4. EL PROYECTO HOY

Al momento, y tras la recogida de datos y una primera revisión general de los materiales, nos encontramos planteando una serie de *objetivos específicos* que nos servirán para organizar el análisis. Querriamos:

1. Identificar categorías útiles para analizar el discurso global de la profesora. En este sentido, estamos pensando en la potencia de la categoría de *actos de habla* (Searle, 2006; Izquierdo-Aymerich, 2005b).
2. Identificar las habilidades cognitivolingüísticas de orden superior fomentadas en el discurso co-construido en clase.
3. Identificar cómo los diferentes registros semióticos (por ejemplo, la explicación de la profesora, el video, el libro de texto, la analogía...) funcionan conjuntamente.
4. Elaborar pautas de análisis para los diferentes textos. En particular, nos interesaría mucho determinar qué aspectos de la base de orientación presentada en nuestra intervención son incorporados en los posteriores resúmenes construidos en clase.
5. Analizar cuántas y cuáles componentes de la actividad científica escolar (lectura del libro, experiencias, videos, discusiones, etc.) incorporan los y las estudiantes en sus "textos finales".
6. Reconocer, a partir de los diversos análisis que vayamos haciendo, los modelos teóricos escolares que se co-construyen en la clase.

Un producto teórico que creemos que surgiría del análisis de datos, de la discusión de resultados y de la elaboración de conclusiones es un conjunto de criterios *textuales*, *epistémicos* y *modeloteóricos* para el poder valorar la calidad de los resúmenes construidos en las clases de ciencias. Tal producto podría tener valor para la comunidad de investigación de la didáctica de las ciencias.

REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis Doctoral. Bellaterra: UAB. [En línea].

_____. (2008). "Un nuevo lugar para la 'intervención experimental' en la ciencia escolar". *12(ntes), Papel y Tinta para el Día a Día en la Escuela*, 3(24), 4-5.

Arnal, J., del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). *Investigación educativa: Fundamentos y metodologías*. Barcelona: Labor.

García Rovira, M.P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII Congreso. [En línea].

Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. [Original en inglés de 1988].

Gómez, A. (2005). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: Una visión escalar*. Tesis Doctoral. Bellaterra: UAB. [En línea].

Guidoni, P. (1985). On natural thinking. *European Journal of Science Education*, 7(2), 133-140.

Izquierdo-Aymerich, M. (2000). "Fundamentos epistemológicos". En: Perales, F.J. y Cañal, P. (comps.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, pp. 35-64. Alcoy: Marfil.

_____. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: Contextualizar y modelizar. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4-6), 115-136.

_____. (2005a). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.

_____. (2005b). Estructuras retóricas en los libros de ciencias. *Tarbiya*, 36, 11-33.

_____. (2005c). "Nuevos contenidos para una nueva época: Aportaciones de la didáctica de las ciencias al diseño de las nuevas 'ciencias para la ciudadanía'". En: *Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*. [En línea].

_____. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 125-138.

Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

_____. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar: Un ejemplo de química. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII Congreso. [En línea].

Izquierdo-Aymerich, M. y Aliberas, J., con la colaboración de Adúriz-Bravo, A. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències: Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Bellaterra: Servei de Publicacions de la UAB.

Izquierdo-Aymerich, M., Espinet, M., García Rovira, M.P., Pujol, R.M. y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Ensenanza de las ciencias*, número extra, 79-92.

Izquierdo-Aymerich, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Ensenanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.

Marbà, A., Márquez, C. y Prat, À. (2006). La lectura en el proceso de aprendizaje de los modelos científicos. En: Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo, A. (eds.). *Enseñar ciencias en el nuevo milenio: Retos y propuestas*, 137-159. Santiago de Chile: Ediciones de la PUC.

Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: El ciclo del agua. *Ensenanza de las Ciencias*, 21(3), 371-386.

_____. (2006). Multimodal science teachers' discourse in modelling the water cycle. *Science Education*, 90(2), 202-226.

Mortimer, E. y Scott P. (2003). *Meaning making in Secondary Science Classrooms*, Open University Press.

Sanmartí, N. (coord.). (2003). *Aprender ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Edicions 62.

Searle, J. (1996). *Actos de habla*. Madrid: Cátedra. [Original en inglés de 1969].