

# Las propuestas de conocimiento escolar en los inicios del aprendizaje de la química: un estudio de caso en las clases de ciencias

CARMEN ALICIA MARTÍNEZ RIVERA

---

*Hace parte del grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias de la Universidad del Tolima.*

## Resumen

Se presentan los resultados de un estudio de caso, respecto a las categorías relacionadas con tipos de contenidos, fuentes y criterios de selección en su construcción. Se analizan la información obtenida del diseño de una unidad didáctica, una entrevista realizada a un profesor y la observación de sus clases de ciencias.

## Abstract

The results of a case study are presented, in relation to the categories linked to types of contents, sources and the selection criteria in their construction. The article analyzes the obtained data from a didactic unit design, an interview to a professor and the observation accomplished to his science classes.

**Palabras clave:** Didáctica de las Ciencias, conocimiento profesional de los profesores, conocimiento escolar

**Key words:** Didactics of Sciences, a professor's professional knowledge, school knowledge

## 1. INTRODUCCIÓN

Los estudios recientes han destacado la consideración de los contenidos escolares como un problema de investigación. Así, por ejemplo, lo señala Izquierdo (2005), en su análisis respecto a una necesaria teoría del conocimiento escolar, como también, Porlán y Rivero (1998), y García Díaz (1998). En este sentido se realizó el estudio de caso que presentamos en este escrito, el cual abordamos desde la perspectiva propuesta por el proyecto Grupo Investigación en la Escuela, propuesta por el proyecto IRES (Grupo Investigación en la Escuela, 1991, el trabajo del grupo se describe en Martínez, 1998), que consiste en comprender el conocimiento profesional desde el conocimiento escolar en la enseñanza de la química.

---

Correo electrónico: carmena@ut.edu.co

Este estudio comprendió las categorías: tipo de contenidos, fuentes y criterios de selección, referentes y criterios de validez (Martínez, 2005); aquí presentaremos los resultados de las dos primeras.

## 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

El estudio aborda un nivel declarativo que comprende el análisis de una entrevista y de la unidad didáctica *Los cambios químicos en la materia* elaborada por un maestro de sexto grado (Martínez, 2000), a quien llamamos Juan, profesor de una escuela del municipio de Bellavista ubicado en la provincia de Sevilla (España). También incluye un nivel de acción a través de la observación del desarrollo de esta unidad didáctica y su registro audiovisual, tal como recomiendan Erickson (1989), Cubero (1996) y Candela (1999). Se recolectó un material de grabación de aproximadamente nueve horas.

La información obtenida en el nivel declarativo se trató con base en la metodología del análisis de contenido de acuerdo con la propuesta de Bardín (1996) y las recomendaciones de Porlán, Rivero y Martín (1997), Rivero (1996). Para el análisis de la información del nivel de acción se seleccionaron fragmentos (Martínez, 2000) que abordaran los inicios, desarrollo y conclusiones en torno a un tópico específico relacionado con *las mezclas*.

Teniendo en cuenta investigaciones anteriores (Martínez, 2000 y Ballenilla, 2003), en el análisis de la información caracterizamos los ejes *dinamizadores*, *obstáculo* y *cuestionamiento* (ejes DOC) ya que se muestran como categorías con gran potencialidad (Martínez y Rivero, 2001a; Martínez y Rivero, 2001b) en la comprensión del conocimiento profesional de los profesores. Estos autores entienden los ejes *obstáculo* como concepciones que posibilitan la acción, bien asentadas al contexto, pero que impiden el desarrollo profesional del sujeto; los ejes *cuestionamiento* los consideran como concepciones alternativas que sugieren otra manera de actuar pero que no se usan, por entrar en conflicto con el contexto o no considerarse funcionales, y los ejes *dinamizadores*, como conceptos que posibilitan el desarrollo profesional del sujeto.

## 3. RESULTADOS

A continuación se presentan algunos resultados de dos de las categorías: tipos de contenidos y fuentes y criterios en la elaboración de contenidos.

### 3.1 Tipos de contenidos

En la *unidad didáctica* elaborada por Juan se enuncian de manera explícita objetivos y contenidos que se reconocen y diferencian, tanto conceptuales como procedimentales y actitudinales, de tal modo, que esta diversidad parece ser un eje movilizador. Este aspecto también se presenta en la *entrevista*, en la que se indican dichos contenidos: conceptuales (ecología, ecosistemas, partes y nutrición de las plantas, y nutrición y reproducción de los seres vivos), actitudinales (tolerancia, solidaridad, compañerismo) y procedimentales (método científico).

En el nivel de *acción* encontramos que la mayoría de los contenidos son conceptuales (80), seguidos de los procedimentales (13) y actitudinales (1). Es de anotar que estos contenidos fueron establecidos a modo de constructos por la investigadora a partir de la revisión de la transcripción, por lo cual el número de contenidos puede ser diferente al de unidades de información.

En el tratamiento en la clase de los contenidos conceptuales, se nota en algunos casos una preocupación por identificar el contenido trabajado con sus nombres científicos, en coincidencia con lo reportado tanto en nuestro anterior trabajo (Martínez, 2000; Martínez y Rivero, 2001a), como en otras investigaciones (Gallagher, 1991, citado por Porlán y Rivero, 1998). En ellas se indica que, por parte de los estudiantes, se hace más énfasis en el dominio de la terminología científica y menos en la comprensión de conceptos y ausencia de relaciones entre estos; además que, si bien se abordan contenidos con diversidad conceptual, se presenta primacía de los específicos (Martín, 1994).

Los contenidos procedimentales se refieren fundamentalmente a la realización de un trabajo experimental, como realizar observaciones y agitar, entre otros; los actitudinales se relacionaron con el reconocimiento de productos peligrosos en la cocina. Este último contenido se trabajó fundamentalmente desde una dimensión cognitiva, dado que se reconocen sustancias peligrosas en la cocina, y no se abordan, por lo menos explícitamente, otras dimensiones como la afectiva y conductual (dimensiones propuestas por Moscovici, 1984, citado por Granell, Cervera, 1989).

Como lo señala Coll (1992), los contenidos escolares que tradicionalmente han sido considerados como tales son los conceptuales. Tal como lo indican Pozo y Crespo (1998) algunos, procedimentales, por su carácter general o instrumental no suelen enseñarse específicamente y afectan el rendimiento de los estudiantes; por ejemplo, indican que *“con frecuencia nadie les enseña a tomar apuntes más eficazmente”* (pp.202).

Por lo anterior, podemos señalar que Juan, en el nivel de acción, trabaja mayoritariamente contenidos conceptuales, resultado que nos lleva a plantearlo como un eje obstructivo. Sin embargo, recordemos que en el nivel declarativo se identificó el eje movilizador relacionado con la variedad de contenidos. Como lo hemos mencionado anteriormente, ésta es una situación que algunas investigaciones resaltan como la diferencia entre aquello que se expresa y lo que efectivamente se realiza y que, para nuestro caso, pone de realce un eje cuestionamiento: los contenidos conceptuales hacen parte de los contenidos. ¿Pero, cómo trascender este centramiento en el desarrollo de las propuestas? Lo anterior pone en evidencia una posible tensión entre lo que se considera como deseable hacer y aquello que efectivamente es posible desarrollar, tensión que asumimos a modo de una posible transición en el proceso de desarrollo profesional.

En este sentido es de destacar que diversas investigaciones señalan estas diferencias. Por ejemplo, los contenidos escolares se entienden según un modelo de enseñanza alternativo, aunque en las clases se les trata de manera fragmentaria y formalista (Hollon, Roth y Anderson, 1991, citados por Porlán y Rivero, 1998); y hay casos en los que las concepciones expresadas son más tradicionales que las prácticas, como donde las concepciones son menos que éstas, pues el traslado de las concepciones a la práctica no es

automático (de Melo Sampaio, 1999); aunque los maestros indiquen que trabajan con metodologías centradas en investigación, cuanto sucede en el aula está lejos de esta intención (Salcedo y otros, 2001); se consideran deseables unas metodologías de trabajo alternativas, pero se mantiene una concepción academicista de los contenidos escolares (Ballenilla, 2003); se establecen tanto características en el nivel declarativo coherentes con la acción, como otras que no lo eran, poniendo de realce la complejidad y posible transición del conocimiento profesional de los profesores (Martínez, 2000).

### 3.2 Fuentes y criterios para la elaboración de contenidos

En la *unidad didáctica* elaborada hemos identificado fuentes y criterios que se refieren a propuestas curriculares en el ámbito institucional o a nivel del curso. También se indican como fuentes y criterios a los niños, en particular a sus procesos de comprensión e intereses. De este modo, se tienen en cuenta diferentes fuentes y criterios, aunque no se alude a aspectos que hoy se reconocen como relevantes, tales como los resultados que reporta la investigación didáctica respecto a las ideas de los niños sobre los fenómenos científicos. Tampoco es claro si se tiene en cuenta un análisis sobre el conocimiento científico y su relación con la selección, organización, secuenciación, jerarquías, niveles de formulación, etc., de los contenidos escolares (Martínez, 2000). Por lo anterior, consideramos pertinente plantear el siguiente eje cuestionamiento: ¿Son las propuestas curriculares institucionales y de curso y los procesos de comprensión e intereses de los niños, las fuentes y criterios fundamentales en la elaboración de contenidos escolares? Sin embargo, requerimos de más información.

En la entrevista se plantea aquello que hemos denominado *el contexto sociocultural como fuente y criterio*. Se señalan problemas como la intolerancia, la contaminación, relacionados con el contexto, que parece son fuente y criterio en la elaboración de las propuestas de contenidos escolares. Se hace alusión, además, a otro criterio que podríamos denominar *la utilidad del contenido como fuente y criterio*, que se refiere a *la comunidad académica o a la legislación como fuente y criterio*, puesto que indica que cada área elige los contenidos que considera principales. Sin embargo, no es clara esta consideración, por lo que podríamos plantear el siguiente eje cuestionamiento: ¿Es la comunidad académica fuente y criterio en la selección de contenidos escolares?

Para Juan, una fuente importante de contenidos escolares es el texto escolar y, aunque se desarrolla el trabajo de readaptar los temas del texto, lo expresado no permite precisar con seguridad que para él, el texto sea una fuente fundamental de contenidos. Por lo anterior, consideramos pertinente plantear esta fuente y criterio como un cuestionamiento: ¿Es el libro de texto una fuente fundamental de los contenidos escolares, o ¿se debe considerar solo como un apoyo didáctico?

En la definición de contenidos parece pertinente considerar a los niños en particular. Nos referimos a otra fuente y criterio en la definición de contenidos escolares, relacionada con *los diferentes niveles de conocimientos previos de los pequeños*. De este modo se reconoce esta posible diversidad y su incidencia en la elaboración de las propuestas de enseñanza, aspecto que definimos como un posible eje movilizador.

Finalmente, hemos inferido otra posible fuente y criterio en la definición de los contenidos escolares. Hacemos referencia a *las consideraciones actuales sobre el conocimiento científico* que, aunque sólo las hemos identificado en una unidad de información, consideramos relevante destacarlas como un eje movilizador.

De este modo, desde la entrevista es posible establecer diferentes fuentes y criterios en la elaboración de los contenidos escolares. Sin embargo, hemos de tener en cuenta que a partir de la unidad didáctica planteamos un posible eje cuestionamiento respecto a esta diversidad; así, encontramos que no hay una coherencia en lo identificado en la entrevista y en el diseño de la unidad respecto a esta cierta diversidad en cuanto a fuentes y criterios en la elaboración de contenidos. Teniendo en cuenta esta situación, podemos reformular, en general, en el nivel declarativo, el siguiente eje cuestionamiento: ¿Son las propuestas curriculares institucionales y de curso, los procesos de comprensión e intereses de los niños y los libros de texto, las fuentes y criterios fundamentales? O ¿Es posible reconocer una diversidad de fuentes y criterios que incluyen, por ejemplo, el contexto sociocultural, la utilidad del contenido, los diferentes niveles de conocimientos previos de los niños, las consideraciones actuales del conocimiento científico y las comunidades académicas?

En el *nivel de acción*, hemos identificado los tipos de fuentes que se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Frecuencia de tipo de fuentes en las intervenciones analizadas en el nivel de acción

Fuentes	Intervenciones registradas	Tipo de fuentes	Código	Frecuencia (Número de intervenciones)
Alumno (A.)	233 (total) 213 (A.)	Alumno aporta información sin requerimiento de J.	a	66
Alumnos (As.)	20 (As.)	Alumno aporta información con requerimiento particular de J. (se ha dirigido a él o ella).	b	38
		Alumno aporta información con requerimiento general de J. (se ha dirigido al grupo en general)	c	107
		Alumno plantea una pregunta sin requerimiento de J.	d	10
Profesor	202	Juan aporta informaciones (explicaciones).	e	46
		Juan plantea problemas.	f	74
Texto	1	El texto escolar (se lee o hace referencia a lo leído).	g	1(J.)
Experiencias	47	Experiencias escolares (se aporta información con base en la realización de experiencias de clase).	h	47 (total) <sup>1</sup> 25(A) 22(J)

<sup>1</sup> Se diferencia cuando las intervenciones las realizan los alumnos (A) y el profesor (J).

Es de anotar que el número de las intervenciones mayoritarias provienen de los estudiantes, lo cual es de resaltar, teniendo en cuenta que para casos anteriores (Martínez, 2000) era mayor el número de intervenciones de los maestros. Lo anterior nos lleva a pensar en una posible consideración relevante en relación con el estudiante como fuente de contenidos; además, el mayor número de intervenciones de los estudiantes se realiza por requerimiento general del maestro (c.), seguidas de las de los alumnos sin requerimiento del maestro.

Estos aportes de los niños suelen estar en interacción con el maestro y con los otros alumnos, en tanto que el maestro los aprueba, los repite y reformula manteniendo el sentido de lo expresado. En este sentido se conforma un nivel de interacción a partir de estas intervenciones, de modo que el contenido que se registra es producto de esa interacción. Es de anotar que, de un total de 93 contenidos, 46 se abordan en interacción entre alumnos y profesor en cada una de las unidades, mientras que 33 son aportados por el maestro y 14 por los estudiantes, a modo de informaciones que no tuvieron interacción. En este sentido es posible identificar contenidos *desaprovechados* tal como ocurre en las unidades O.J.3., en las que el aporte del estudiante respecto al papel de la levadura no es considerado por el maestro, a pesar de su importancia en el proceso analizado y en el tema de la unidad didáctica:

O.J.3.

J.f.: Y aquí, a ver, y, y aquí por ejemplo, ((muestra la transparencia)), cuando yo, me dijo, qué me dijiste Lilia, me había echado qué era...

A.b.: Una masa.

A.b.: Mezcla...

J.f.: La masa, ¿cómo la formaste?

A.b.: Con harina..., leche..., aceite...

J.l.: / harina, leche y huevo [...]

A.c.: Y yogurt...

A.c.: Y levadura...

J.l.: Harina, (...) leche (...) ((escribe en la pizarra))

A.c.: <Maestro, falta la levadura, porque sin levadura, porque o si no, queda baboso...

Además, es importante, considerar que “*el concepto macroscópico de sustancia química que emplean los estudiantes es sinónimo de material*” por ejemplo papel, tiza, etc., que la literatura señala como una de las dificultades en el aprendizaje de la Química (Furió y Furió, 2000). Para el químico, constituyen mezclas de sustancias que, en el caso de Juan, también es relevante considerar, dado que en la preparación de la masa se está haciendo alusión no a sustancias químicas sino a materiales constituidos por diferentes sustancias.

Caben señalar, aquí, los diversos problemas que se plantean en la investigación didáctica frente a la diferenciación entre elemento, compuesto y mezcla, como se registra en Pozo y otros (1991), quienes por ejemplo señalan que no se diferencia entre elemento y compuesto (Holding, 1985) y Llorens, 1999a), como parece ocurrir en este caso. Llorens y otros (1987), también destacan la confusión entre mezcla y compuesto, y el empleo de la palabra *elemento* para referirse a los componentes de una mezcla.

Las intervenciones de los niños también se plantean a modo de preguntas; registramos algunas muy interesantes como las que se mencionan en las unidades 0.J.14. En ella, la alumna pone en cuestionamiento la información expuesta en las intervenciones anteriores, y que se retoma para la discusión:

O.J.14.

((J: Sí, no tiene por qué pesar más el agua junto al azúcar sin disolver a cuando está disuelta))

A.d.46: ((Paloma)) **cómo va a pesar igual, maestro? Cuando algo, cuando algo se... se ha disuelto pesa menos ¿no?**

A.e.: No, tendría que pesar el volumen; da igual; viene a ser lo mismo son XX ((otra niña))

A.a.: Paloma, da lo mismo son tres XX.

J.34.35.: **Tú qué crees, Paloma. Eso es lo que vamos a ver ahora, eso es lo que vamos a ver ahora, < si da tiempo <, sino lo veremos mañana, o si no lo iremos a ver ahora [...] sí ya vamos a... \*\* (...)** (( el maestro les llama la atención a los estudiantes)) [...] **Yo... que la balanza aquí, está equilibrada, [...] fijaros bien. Aquí está el azúcar fuera, y el agua, está la balanza está equilibrada ((parte 1 de la figura)), por estos pesos, aquí ((parte 2)) echo el azúcar dentro, y está la balanza equilibrada, aquí ((la tercera parte)) creo yo que debe ser lo mismo, debe, seguir, la balanza equilibrada. Eso es lo que vamos a ver nosotros, si yo, como dice Paloma, que ella piensa, que cuando se disuelve algo debe pesar más.**

A.a.:/Menos

A.a.:/Pesa más, maestro\*\*

J.f.: Por qué, por qué crees tú que...

A.a.: ((otra niña))...**aunque, aunque esté disuelto, lleva lo mismo...**

A.a.a.: ((Paloma)) **< sí, pero disuelto <**

J.11.: **Sí, pero, a ver. ¿Por qué crees tú, Paloma... Paloma está planteando una cosa, Paloma está planteando una cosa muy interesante. ¿Por qué crees tú que pesa más disuelto?**

A.b.:/((Paloma)) **menos...**

J.11.: O, menos. Por qué crees tú que aquí, la balanza debe estar, esta aguja para acá?

A.b.: **porque forma parte del agua...**

J.47.: **¿Por qué crees tú...?**

A.b.: ((Paloma)) **Eso, porque, ya se ha mezclado con el agua y...**

A.a.: /forma parte del agua y XX ((el mismo chico de la intervención anterior))

J.35.: **...y no hay masa, ¿esa masa del azúcar no está ahí?**

A.c.: No hay nada, está mezclada con el agua y queda menos A: ((Paloma)) **Cómo va a pesar igual, maestro, cuando algo... cuando algo se... se ha disuelto pesa menos ¿no?**

Es de señalar que diferentes autores, como Fernández y otros (1988), indican las dificultades que representan para los estudiantes el proceso de disolución. Dellos identificó *“una tendencia de los alumnos a asociar con los fenómenos físicos aquellos cambios que no impliquen la ‘desaparición’ de algún cuerpo y, por el contrario, la ‘desaparición’ de cuerpos va asociada a la producción de fenómenos químicos”* (pp.44). También, las investigaciones de Driver y otros (1989), señalan que son numerosos los estudiantes que indican que la masa de la solución será menor que la suma de las masas de agua y de azúcar, lo cual se relaciona con tres posibles explicaciones: el azúcar *desaparece* al disolverse; hay confusión entre la masa y el volumen, o se asume que el azúcar está presente en la solución pero más ligero. Se considera que *“Dado que el azúcar se dispersa en el agua, su ‘peso’ no puede, pues, actuar del mismo modo que en estado sólido”* (Driver y otros, 1989:239), y parece que ésta es la explicación que plantea la niña, en nuestro caso. La

consideración de estas investigaciones es una fuente fundamental en la elaboración y desarrollo de propuestas de conocimiento escolar, en este caso, frente al papel de la discusión que se da en la clase. De todos modos es de destacar el papel relevante que el profesor Juan concede a las preguntas de la estudiante.

Identificamos preguntas sobre la caracterización de contenidos específicos, como las siguientes:

O.J.32.

J.e.: La materia son los objetos, lo que... cuando estuvimos viendo todos los objetos, algunos son visibles, otros son invisibles al ojo humano, lo que ocurre con el aire que no lo vemos pero sabemos que está ahí ¿eh?

A.d.: ¿Y encima es materia? **¿el aire es materia?**

J.35.: ¿Tú crees que es materia el aire?

A.c.: <si<

A.c.: <no<

A.c.: < Sí, porque está formado por sustancias< ((han sido niños diferentes))

J.50.f.: Claro (...) ¿De qué está formado el aire?

Ask.c.: De oxígeno, de nitrógeno... ((Unos pocos estudiantes))

J.1.f.: Formado por...por sustancias. Sin embargo, el amor (...) ¿es materia?

A.c.: <no<

A.c.: /<si<

J.11.: **¿El amor es materia?**

A.c.: **Sí\*\***

J.35.: **De qué sustancias**

A.c.: **No es una sensación ¿no?\*\*\***

J.50.: **Es una sensación, son sensaciones que tenemos los humanos.**

A.c.:/< No está formada por nada<

J.e.: El deseo, ¿Es materia el deseo? no. Sin embargo, el aire que no lo vemos, ¿es materia? Sí. Eh... por ejemplo.

A.d.: <Las cosas abstractas no son materia ¿no?<

J.: ¿eh?

A.d.: **¿Las cosas abstractas no son materia?**

J.: ¿eh? ¿La que?

A.: Las cosas abstractas no son materia (( pregunta la misma niña de las dos intervenciones anteriores))

J.12.: **Las cosas abstractas (...) claro, las cosas abstractas no son materia ¿eh?**

A.:/ Pero. XX

A.: /XX

J.: **Los nombres abstractos: el deseo, el amor, la bellezas eso no es materia, la belleza no es materia.**

Tal como lo indican resultados de investigación, una de las dificultades en la comprensión de los cambios químicos está en que los gases no son considerados como cuerpos *tan materiales* como los sólidos o los líquidos, según lo indica Hesse y Anderson (1992), citado por Furio y Furio (2000). En este sentido, Furio y otros (2000) señalan que son pocas las investigaciones sobre las visiones microscópicas que tienen los estudiantes sobre aquello que es una sustancia en general.

Lo hasta aquí señalado nos permite avizorar un papel relevante respecto a la consideración del alumno como fuente de contenidos, tanto por la participación frecuente como por las condiciones en las que se concibe la cooperación y por la interacción que se ofrece respecto a las preguntas planteadas, que se tienen en cuenta en el desarrollo y que bien se responden o dinamizan el debate en la clase. Este aspecto lo consideramos como un posible eje dinamizador en relación con papel relevante del estudiante como fuente de contenidos. Es de destacar que las investigaciones muestran que se suele tener poco en cuenta a los estudiantes en la selección y formulación de los contenidos (Martínez, 2000; Sánchez y Valcárcel, 1999).

Como lo indicamos al inicio de este apartado, también hemos identificado numerosas intervenciones de parte del maestro, en las que aporta información (e.), por ejemplo, a través de explicaciones o plantea problemas o preguntas (f.), siendo estas últimas las de mayor frecuencia. La siguiente es una unidad centrada en el aporte de información por parte de Juan.

**Tabla 2.** Ejemplo de unidad de información en que fundamentalmente el maestro aporta información

Ejemplos de unidades de información	Contenidos
<p>O.J.30.</p> <p>J.e.: A ver, a ver, dejadme este XX((enseña un tubo con agua y aceite)) fijaros bien. Esto tiene agua, esto tiene agua, está aquí el agua y aquí está el aceite. ¿Ha pasado igual que con el agua y el azúcar? ¿Ha ocurrido lo mismo? Fijaros lo que ha pasado. <b>El agua se compone de moléculas, de partes muy pequeñas, todas juntas de moléculas, el aceite, se compone de moléculas, todas las sustancias, todas, todas las sustancias, todos los objetos, en general, la materia en general, toda, está formada por moléculas. ¿Qué ocurre con el azúcar y con el agua?</b></p> <p>A.: Pero el agua XX</p> <p>J.f.: Un momentico, si yo tengo aquí un vaso con agua, está lleno de... con moléculas de agua,((dibuja un vaso)) ¿qué ocurre cuando echo el azúcar?</p> <p>A.c.h.: Se disuelve.</p> <p>J.e.: <b>Que las moléculas no se quedan aquí arriba, las del azúcar, sino que se meten entre (...)</b> ((Llama la atención a niño)). Entonces, molécula de azúcar, molécula de agua, molécula de azúcar, molécula de agua. Es decir, se van poniendo entre las moléculas de agua, se van metiendo las moléculas de azúcar, es igual.</p> <p>A.: Y, qué XX</p> <p>J.e.: <b>Y se ve, se ve el agua más que el azúcar, se ve el agua más que el azúcar, pero está ahí, está ahí. Eso es una disolución.</b></p> <p>A.43.: No, maestro, pero se ve turbio, cuando se echa el azúcar se ve turbio.</p>	<p><b>A-D-= (J.) ¿con el agua y aceite ha pasado lo mismo que con el agua y el azúcar?</b></p> <p>A-E-= (J.) Todos los objetos, los materiales están constituidos por moléculas.</p> <p>A-E-= (J.) El agua está constituida por moléculas.</p> <p>A-F-= el azúcar y la sal en el agua se disuelven.</p> <p>A-F-= (J.) En la disolución las moléculas de azúcar se ponen entre las moléculas de agua.</p> <p>A-F-= (J.) En la disolución de azúcar con agua se ve más el agua pero el azúcar está ahí.</p> <p><b>A-F-= Al adicionar más cantidad de azúcar en agua se ve turbio, porque el agua tiene otros productos; no es</b></p>

Ejemplos de unidades de información	Contenidos
<p>J.e.4.: Cuando va echando más cantidad, se ve turbio, porque es que el agua también trae otras cosas, es que el agua que estamos utilizando no es un agua destilada, es un agua que tiene otros productos ¿eh? Tiene otros productos y el agua que nosotros utilizamos, tiene cloro, tiene... y entonces puede ocurrir, puede ocurrir que el azúcar en contacto con cloro, pues haga, como estoy echando poca, y el cloro también en el agua hay poquísimo, haga una pequeña, también, reacción, y por eso se va poniendo turbia, pero no es por el agua es por</p>	<p>agua destilada, por ejemplo. Tiene cloro; puede ocurrir que el azúcar en contacto con cloro haga una pequeña reacción, y por eso se va poniendo turbia. A-F= (J.) En el agua hay poquísimo cloro.</p>

En esta unidad llama la atención que además de proporcionar información, parece que hay una pretensión de identificar los contenidos trabajados con contenidos *científicos*. El maestro parece que intenta convencer a sus estudiantes de que *el azúcar está ahí e*, incluso, frente a la participación del niño, al final de la unidad, indicando que *se ve turbio*, el maestro interviene con información *científica* para justificar esta observación: el agua no es agua destilada. Tiene otros productos, tiene cloro, con lo que parece hay una importancia en *identificar los contenidos trabajados con contenidos científicos*. Aunque se relativiza, fijémonos que Juan aquí indica que *puede ocurrir*, con lo cual nos señala que es una posibilidad.

Además, es importante señalar que la literatura destaca que la dificultad relacionada con la diferenciación entre cuando ha habido o no cambio en las sustancias es lo que Furio y Furio (2000) han denominado *error metodológico*, dado que hay un centramiento en una única propiedad cualitativa para plantear el análisis, bien por cambio de color, sabor o aspecto y no, en la contrastación de varias propiedades como punto de ebullición, densidad, etc.

Esta pretensión por identificar los contenidos trabajados con los científicos nos lleva a plantear un posible eje cuestionamiento: ¿La introducción de información de parte del maestro pretende enriquecer el proceso de construcción de conocimiento o se hace fundamentalmente para identificar los contenidos trabajados, con contenidos científicos? Sin embargo, son numerosas las intervenciones en las que una “e.” está junto con una “f.” de los códigos empleados en la categorización, esto es, son intervenciones en las que el maestro aporta información y plantea una pregunta, como ocurre en la unidad que sigue:

O.J.34.

J.e.f.: Las mezclas pueden ser heterogéneas ((escribe en el mapa)) (...) Por ejemplo, **la arena y el cemento es mezcla homogénea o heterogénea** cuando yo lo echo?

Ask.c.: < homogénea <

J.35.9.: ¿Sí? ¿Cuando tú echas la arena y el cemento, no ves la arena y el cemento?

Ask.c.: No.

J.e.: Sin echarle agua...

A.c.: Ah, bueno sí.

J.e.: ¿Cómo es? Heterogénea.

Ask.c.: Heterogénea

J.5.: Bien.(...).

En esta unidad, Juan señala que “las mezclas pueden ser heterogéneas”, información que aporta; pero, inmediatamente después plantea la pregunta ¿“La arena y el cemento es mezcla homogénea o heterogénea”? con lo cual se favorecen las intervenciones de los estudiantes en este proceso, que parecen tener en cuenta al estudiante en la construcción del conocimiento escolar. Respecto a las intervenciones del maestro, tipo “f.” se destaca que éste ha planteado situaciones que a modo de problemas son dinamizadoras en el desarrollo de la clase, en tanto que posibilitan la intervención de los niños, como actividades tales como el debate, la discusión y la construcción conjunta. Así, por ejemplo, podemos señalar la propuesta a través de la cual Juan plantea que se identifique el gazapo en la transparencia, como se indica en la unidad siguiente:

O.J.11.

J.f.: ((llama la atención a un niño)) [...] quiero que os fijéis, una última cosa, quiero, quiero que os fijéis en esto, a ver, a ver. [...] A Ver Ana, quiero que os fijéis mucho en esto, a ver si encontráis el atasco [...] la trampa: [...] Si os estáis callados. Vale por favor, esto ya es lo último, os prometo que esto ya es lo último. **Yo sé que estáis deseando de hacer cosas, pero me interesa también que veáis...** [...] ((Pone la transparencia))\*\* [...] A ver, dejad que todo el mundo lo piense. Fijaros muy bien, que ahí hay, bien qué hay aquí ((señala la primera parte de la Fig. 3))

A.a.: <ahí, agua<

J.23.f: shit, **no estoy preguntando**. Quiero que os fijéis aquí. Esta es la segunda acción: llega una persona, realiza esta acción: ((segunda parte fig.)), y llega otra persona y realiza esta ((señala la tercera parte de la gráfica)). Como tenéis el cuaderno ahí, todos: [...] todos los que lo sepan, [...]. Pues bien, **todo el que sepa donde está el gazapo aquí, si hay un atasco, si éstas, si estas acciones**. Si en las tres figuras están bien o hay algo, que lo escriba en su cuaderno.\*\*

A: aja, aja, aja...\*

J.: El que lo sepa

A: <Profe, ya lo tengo<

J.: Bueno pues escríbelo [...] venga shit. **Escríbidlo, cada uno sin, sin consultar con el compañero, ¿eh?**

A: maestro XX\*\*(...) ((Niño le pregunta algo al J.))

J.: ...en conocimiento del medio. (...) Si alguien, todo lo que no sepa (...) ((J. dice algo a niños, ubica la transparencia, para que se vea mejor, se ve bien la fig.))

A: Ya, maestro [...]

J.: **Escríbelo, no, no, escríbelo**. Escríbelo, por favor.

Esta situación propuesta por Juan contribuyó en una discusión que involucró a los estudiantes y que les llevó a plantear el desarrollo de un trabajo experimental. El análisis nos llevan a señalar un posible eje dinamizador, en tanto que son preguntas que, parece, buscan involucrar al estudiante en su proceso de construcción.

Es de señalar que, contrario a algunos de los casos antes analizados (Martínez y Rivero, 2001a) en los que era de gran relevancia el texto escolar, aquí hemos identificado solamente una intervención (1) en la que parece que se asume de manera indirecta el texto escolar como fuente de contenidos, a diferencia de lo señalado en diferentes investigaciones como uno de los problemas: el centramiento en el texto escolar (Banet y Ayuso, 1995; Sánchez y Valcárcel, 1999; Porlán y otros, 2000). Por esta razón, consideramos que, en el caso de Juan, esto puede indicar un posible eje dinamizador: El texto escolar es sólo una fuente más, no es la fundamental en la selección de contenidos.

Respecto al papel concedido a las *experiencias*, hemos identificado 47 intervenciones del tipo “h.” (Tabla 1), en las que parece que a éstas se les concede un papel importante. Se hizo referencia a la preparación de mezclas y la realización de la prueba experimental del “gazapo”. Se hace alusión a cuanto se ve, a las observaciones, los cambios de color, entre otras, pero también, a la comprobación:

O.J.38.

J.e.9.: vamos a ver dónde, dónde esta el azúcar, ¿Queréis algo? Aquí está la sal, **solamente vamos a comprobar cómo la sal, fuera del agua, pesa igual que dentro.**\*\* ((J. pone sal en un erlenmeyer. Llama la atención a un grupo)). Vamos a pesar las dos cosas ((pone en el platillo el erlenmeyer con la sal y el vaso de precipitado con agua))

A.a.: ((Ana)) No, maestro, porque esto ((señala el erlenmeyer)), maestro, porque si tú esto, lo pones separado, cuando tú lo echas aquí ((la sal en el agua)) esto pesa ((el erlenmeyer)).

J.e.: No, pero esto lo vamos a dejar aquí también. Ve tú a ver Ana. Ve moviendo las pesas. Nada, nada, y ahora ve moviendo ésta hasta que baje ((Ana mueve las esas)), ya.

A.a.: Ahora pesa más.

J.e.: Ve moviéndolo para atrás, un poquito más, un poquito más. Ahí, shit. Shit. &((Llama la atención a un niño)) (...) A ver, ya, ya lo tiene, ya, más o menos. Cuando oscila de un lado para otro está ya bien.

A.a.: 367 gramos

J.l.e.f.9.: 367. Vamos a hacer lo siguiente. Da igual que XX ¿eh? Fijaros bien, yo echo esto, ahora, voy a echar aquí, un poquito ((echa sal en el agua)). ¿Sigue equilibrada la balanza?

A.c.: Siii.

J.e.9.: Ya ahora voy a echar más, yo echo sal y si yo la muevo se disolverá [...] Fijaros ((ha metido la escobilla en el vaso)), si yo la muevo ahí (..) \*\*ya está disuelta, casi \*\*. Bueno más o menos con esto.

A.c.: **Ahora está abajo.**

J.e.: Claro, porque yo le he quitado agua ((de la que ha quedado en la escobilla)), le he quitado agua. Si yo la echo aquí, ((echa más sal))

A.c.: ...sigue abajo.

J.e.9.: **Es que al meter esto, esto se ha llevado mucho agua.**

A: Pero, maestro... \*\*

A.c.43.: **¿A quién se le ocurre meter eso ahí? \*\***

Esta comprobación experimental se plantea en torno al cuestionamiento de si “pesarán igual” el agua y el azúcar sin mezclar, o después al ser mezclados. Recordemos que una estudiante puso en cuestionamiento esta afirmación en las unidades iniciales, tal como lo analizamos antes.

Por otro lado, Juan hace énfasis en las características de lo que considera hace un científico: “Ya dijimos el otro día que un buen científico tiene que observar mucho, hacerse preguntas, no hacer, no dar respuestas: por adelantado, sino esperar, preguntar y observar.” (aportes de la unidad O.J.19., en la que, de acuerdo con los símbolos registrados, se hace énfasis en las sílabas o en las palabras). Las experiencias dinamizan el desarrollo de la clase aunque, de acuerdo con el análisis realizado, éstas también se realizan para comprobar los planteamientos. Se puede caer en un centramiento del papel de la evidencia empírica en la validación de los contenidos; por ello, planteamos el siguiente eje cuestionamiento: ¿Es el trabajo experimental realizado en la clase una fuente de contenidos

en el proceso de construcción o es fundamentalmente una forma de validar los contenidos trabajados?

De este modo, mientras en el nivel declarativo planteamos un eje cuestionamiento relacionado con las fuentes y criterios de selección, en el nivel de acción identificamos varios ejes movilizados. De este modo, parece que se le concede un papel relativamente importante al estudiante frente al conocimiento escolar y no hay un centramiento en el texto escolar. Pero, también se plantean ejes cuestionamiento relacionados con el papel de las experiencias y la posible relevancia de identificar los contenidos escolares con los referentes científicos.

#### **4. A MODO DE CONCLUSIÓN**

El estudio nos permite señalar la complejidad del conocimiento de Juan, identificado a través de la unidad didáctica diseñada, de la entrevista y del desarrollo de las clases. Señalamos tanto ejes movilizados (diversidad de contenidos incluidos en la unidad didáctica, papel relevante del estudiante como fuente de contenidos, y texto escolar como una fuente más de contenidos), como obstáculos (centramiento en los contenidos conceptuales en el nivel de acción) y numerosos cuestionamientos (Por ejemplo: ¿Son las propuestas curriculares, los procesos de comprensión e intereses de los niños y los libros de texto las fuentes y criterios fundamentales?, o ¿Es posible reconocer una diversidad de fuentes y criterios que incluyan el contexto sociocultural, la utilidad del contenido, los diferentes niveles de conocimientos previos de los niños, las consideraciones actuales del conocimiento científico y las comunidades académicas? ¿La introducción de información de parte del maestro pretende enriquecer el proceso de construcción de conocimiento? o ¿se hace fundamentalmente para identificar los contenidos trabajados, con científicos?

La anterior situación nos permite suponer un proceso de transición del conocimiento profesional de Juan respecto al conocimiento escolar. Es un proceso de desarrollo con unos ejes que jalonan el proceso pero frente al cual se encuentran cuestionamientos, incoherencias y obstáculos por superar para continuar en este proceso de desarrollo. Esta situación nos lleva a compartir la invitación que diferentes autores resaltan frente a la necesidad de desarrollar investigaciones que permitan comprender el desarrollo del conocimiento profesional de los profesores. Consideramos que continúa vigente la afirmación de Furió en 1994: se está pasando de investigar las ideas de los alumnos para investigar el conocimiento del profesor.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ballenilla, F. (2003). *El prácticum en la formación inicial del profesorado de ciencias en enseñanza secundaria. Estudio de caso*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 137-153.

- Bardín, L. (1996). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Barcelona: Piados.
- Cubero, R. (1996). *Concepciones de los alumnos y cambio conceptual. Un estudio longitudinal sobre el conocimiento del proceso digestivo en educación primaria*. Tesis inédita. Universidad de Sevilla.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En M.C. Wittrock, *La investigación de la enseñanza*, II. Barcelona: Paidós – M.E.C., 195-301.
- Fernández, Trigueros y Gordon. (1988). Ideas sobre los cambios de estado de agregación y las disoluciones en alumnos del 2 curso de BUP. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (1), 42-46.
- Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199.
- Furió y Furió (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Revista Educación Química*. 11(3) pp. 300-308
- Furió y otros (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico. En: Perales, F. y Cañal, P. Comps. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Gallagher, J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75 (1), 121-133.
- García Díaz, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada.
- Granell, Cervera (1989). Actitudes y cambio conceptual en la educación ambiental. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Número extra., pp.209, 210.
- Grupo investigación en la escuela. (1991). Proyecto curricular "Investigación y Renovación Escolar" IRES. Vol. I. *El Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela*. Vol. II. *El Marco curricular*. Vol. III. *El currículo para la formación permanente del profesorado*. Vol. IV. *Investigando Nuestro Mundo*. Sevilla: Diada Editora.
- Hesse y Anderson (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of research in science teaching*. 29 (3), 277-299.
- Holding, B. (1985). *Aspect of secondary students understanding of elementary ideas in chemistry: Summary report. Children's Learning in Science Project. Centre for studies in Science and Mathematics Education*. The University of Leeds.
- Hollon, R.E.; Rooth, K.J. y Anderson, CH.W. (1991). Science teachers' conceptions of teaching and learning. *Advances in Research on Teaching*, 2, 145-185.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*. 23, (1), 11-122.

- Llorens, Llopis y De Jaime. (1987). El uso de la terminología científica en los alumnos que comienzan el estudio de la química en la enseñanza media. Una propuesta metodológica para su análisis. *Enseñanza de las ciencias*, 5 (1), 33-44.
- Martín, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de magisterio*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Martínez, C. (2000). *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área del conocimiento del medio*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Martínez, C. (1998). El grupo de investigación en la escuela. *Revista Educación y Pedagogía*, 10 (21), 23-27.
- Martínez, C., Rivero, A. (2001a). El conocimiento profesional sobre el conocimiento escolar en la clase de conocimiento del medio. *Investigación en la escuela*. N 45, 67-75.
- Martínez, C., Rivero, A. (2001b). Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área del conocimiento del medio. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. 103-104.
- Moscovici. (1984). *Psicología social*. Paidós: Barcelona.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada Editora.
- Porlán, R.; Rivero, A. y Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-173.
- Porlán, R.; Rivero, A. y Martín, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En: Perales, F. y Cañal, P. Comps. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Pozo, J.; Gómez Crespo, M.; Limón, M.; Sanz Serrano, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los alumnos adolescentes sobre la química*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerios de Educación y Ciencia CIDE.
- Pozo, J.; Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de ciencias de la educación Secundaria Obligatoria: un estudio de caso*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Salcedo, Preafán y Reyes (2001). Acciones y creencias. *Análisis e interpretación de creencias de docentes en química*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sánchez, G. y Valcárcel, V. (1999). Science Teachers' View and Practices in Planning for Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (4), 493-513.
- Sánchez, G. y Valcárcel, V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 24,79-87. 

Referencia	Fecha de recepción	Fecha de aprobación
Martínez Rivera, C. A. (2006). Las propuestas de conocimiento escolar en los inicios del aprendizaje de la química: un estudio de caso en las clases de ciencias. <i>Revista Tumbaga</i> , 1, 129-144	Día/mes/año 21/03/2006	Día/mes/año 10/07/2006