

En este artículo, como continuidad de otros trabajos realizados por las autoras, se investigan las interacciones educativas en el proceso de construcción de nuevos conocimientos desde la perspectiva del análisis del discurso. Para estudiar el cambio conceptual que se produce en las versiones de los alumnos y alumnas, se seleccionó un aula de 3º de ESO en la que se trabajó una unidad didáctica sobre nutrición humana. El análisis ha implicado la descripción de un conjunto de patrones discursivos sistemáticos, de sus funciones y de sus consecuencias, para la construcción de una versión legitimada de conocimiento científico en el aula.

PALABRAS CLAVE: *Construcción del conocimiento; Enseñanza de las ciencias; Interacción educativa; Cambio conceptual; Análisis del discurso.*

Cambio de los conocimientos de las alumnas y los alumnos en la actividad y en el discurso en el aula. Una experiencia en la clase de Ciencias de la Naturaleza en 3º de ESO

pp. 33-46

María José Ignacio Carmona* Universidad de Sevilla**
Rosario Cubero Pérez*

Como continuación a una trayectoria investigadora en el aprendizaje en el aula, en los cambios en las ideas y su relación con las interacciones que ocurren en la clase (Cubero, 1996, 1997, 1998, 2001), en esta ocasión, hemos centrado nuestro interés en la relación entre los cambios de los conocimientos de los alumnos y las alumnas, y las versiones que se han construido en el discurso de las clases. Para estudiar el cambio conceptual hemos elegido un tema de biología: la nutrición humana. Consideramos que se trata de un tema apropiado, ya que las personas desde que nacemos tenemos experiencias con la alimentación y sabemos muchas cosas relacionadas a partir de nuestras experiencias personales y

sociales. Por otra parte, el conocimiento cotidiano que construimos sobre nutrición y el que se elabora desde la comunidad científica es bien distinto y distante. Pasar de unas definiciones y unas explicaciones a otras supone cambios importantes, tanto de aspectos cuantitativos como cualitativos.

Método de estudio

Para poder estudiar los cambios con mayor extensión y complejidad, seleccionamos a 28 estudiantes de un aula de 3º de ESO (14-16 años) y a su profesora de Ciencias de la Naturaleza. La elección estuvo condicionada

* E-mail: mjignacio@us.es y rcubero@us.es

** Laboratorio de Actividad Humana, Departamento de Psicología Experimental, Facultad de Psicología, Universidad de Sevilla. c/ Camilo José Cela, s/n. 41018 Sevilla. Telfs: 954557743-954557692.

☐ Artículo recibido el 26 de abril de 2007 y aceptado en junio de 2007.

por planteamientos psicopedagógicos y didácticos. Necesitábamos a un profesor o a una profesora que recogiera, tanto en sus planteamientos didácticos como en la práctica de las clases, los principios educativos relativos al trabajo desde y con los significados de los alumnos y las alumnas, para favorecer niveles de comprensión con mayor profundidad y complejidad (Cubero, 1996).

Los estudiantes respondieron a una serie de preguntas a través de unas entrevistas semiestructuradas individuales, al inicio y al finalizar la unidad didáctica, y a un cuestionario escrito realizado individualmente por cada alumno o alumna. A partir de estos instrumentos se pretendía obtener información sobre:

- la finalidad de la alimentación humana
- la discriminación entre alimentación y nutrición
- el conocimiento de los nutrientes y sustancias básicas
- los procesos de digestión, distribución y asimilación de sustancias
- el almacenamiento de sustancias y eliminación de residuos
- los aparatos, los órganos y las unidades menores relacionadas con los procesos mencionados
- la relación de la dieta con el funcionamiento del organismo

Se realizó el seguimiento de la unidad didáctica "*Las personas y la salud*" (Maribel Cano y otros, en prensa) durante su desarrollo en clase, mediante la grabación en vídeo y audio de todas las sesiones. La unidad didáctica se desarrolló durante todo el primer cuatrimestre, con un total de 40 sesiones, cada una de ellas de 50 minutos.

Una vez finalizada la recogida de la información de las actividades de aprendizaje en el aula, comenzó la segunda fase de entrevistas. Las preguntas, en este caso, también recogían los conocimientos que hemos descrito anteriormente. Puesto que los alumnos y las alumnas habían tenido la oportunidad de profundizar en el conocimiento de la nutrición humana, las preguntas tuvieron un mayor nivel de especificidad y se realizaron con mayor detalle.

En relación con los datos procedentes de las entrevistas a los alumnos, se procedió a realizar un análisis de contenido. Las respuestas se clasificaron dando lugar a un sistema de categorías que se recogen en el manual de codificación (Ignacio, 2005). A partir de la citada codificación se procedió al análisis estadístico de los datos. Los principales puntos de dicho análisis se recogen en el siguiente esquema:

1. *Análisis descriptivo de las respuestas a ambas entrevistas*

- a) Descripción de frecuencias y porcentajes de respuestas
- b) Relaciones entre respuestas de una misma entrevista
- c) Evolución de las respuestas entre la primera y la segunda entrevista

2. *Análisis factorial de correspondencias múltiples*

- a) Factores y clasificación de la primera entrevista
- b) Factores y clasificación de la segunda entrevista
- c) Evolución de los factores y la clasificación

Para analizar las grabaciones de la comunicación en las clases de ciencias utilizamos el método de análisis del discurso. Éste está centrado en los intercambios conversacionales y en las hipótesis sobre sus efectos funcionales como parte de la interacción social (Potter y Wetherell, 1987; Potter y Wetherell, 1990; Edwards y Potter, 1992; Lier, 1984). El discurso es tratado como un instrumento orientado a la acción. La pregunta crucial para el análisis del discurso sería: cómo se construye el discurso y cuál es su función, o más bien, cómo se construye en relación con su función.

El procedimiento a seguir para el análisis del discurso fue como sigue. Se transcribieron en su totalidad las 40 sesiones registradas en audio y vídeo. Una vez transcritas, se procedió a su codificación en categorías, buscando patrones sistemáticos en las conversaciones de clase y analizando sus funciones y sus consecuencias.

Los patrones discursivos

Nosotras, en este artículo, nos vamos a centrar en la descripción de los resultados y las conclusiones del análisis del discurso durante el desarrollo de la unidad didáctica sobre nutrición humana, tratando de relacionar las características y funciones encontradas, con los cambios observados en los conocimientos del alumnado.

Como esta tarea excede los límites de un artículo de estas características, nos detendremos en la interpretación de algunos de los resultados obtenidos, para así poder ofrecer una pequeña muestra del trabajo realizado (para consultar el trabajo completo, ver M.J. Ignacio, 2005).

Presentamos un cuadro resumen de los principales patrones discursivos sistemáticos característicos de la actividad discursiva.

Aspectos de la actividad y el discurso en la construcción de conocimiento en el aula	Descripción
6.1. La organización de la actividad	<p>1. Conocimiento de las propias ideas. Reflexión individual y recogida por escrito. Puesta en común. Reflexión sobre las ideas distintas que aparecen en clase.</p> <p>2. Cuestionamiento de las concepciones personales. Contraste con fuentes de conocimiento autorizadas y validadas. Diálogo colectivo utilizando diversas experiencias como lectura de texto, investigación en laboratorio, resultados de observaciones, visionados de láminas móviles, vídeos, etc.</p> <p>3. Reflexión sobre el conocimiento previo y la información contrastada. Validez de unas y otras concepciones. Diálogo colectivo y reflexión individual, por escrito.</p>
6.2. La lógica del discurso	<p>El discurso es acción. La lógica del discurso es la lógica de la acción. Los conocimientos se construyen en esta lógica, la lógica de cambiar las ideas contrastándolas con información que viene de los compañeros y de las compañeras, de la profesora, de los libros de texto o de las experiencias de investigación. Los cambios en las ideas están argumentados. Se fundamentan en el consenso y la validez del conocimiento científico. La búsqueda del consenso y la validez suponen mantener la pregunta "qué significa" como una constante a todo el proceso de construcción del conocimiento.</p>
6.3. Los recursos discursivos: la retórica	<p>La lógica del discurso es la lógica de la construcción del conocimiento en la práctica. Cambiar unos conocimientos por otros está justificado por la validez y el consenso sobre los mismos. La acción conlleva la persuasión del trueque.</p>

6.4. La organización social de la narración	Convencer implica presentar unos conocimientos y asegurar que estos conocimientos se han asumido. Se trata de definir, explicar y preguntar por las definiciones y las explicaciones. ¿Cómo aseguramos que los alumnos van aprendiendo? Comunicando y comprobando su recuerdo. Profesora y estudiantes construyen una narración con la lógica de unas preguntas fundamentales que se van respondiendo en el discurso. Mediante el diálogo se va convenciendo de unas respuestas, asegurándose de que los alumnos y las alumnas recuerdan los argumentos, las descripciones y las explicaciones acerca de para qué nos alimentamos.
6.5. La lógica funcional de los contenidos	La organización de los contenidos del discurso en la clase sigue una lógica funcional, La presencia de los contenidos en el discurso, el lugar que ocupan, tiene que ver con esta lógica. Esta se desarrolla como diálogo colectivo con la finalidad de comprender para qué comemos...
6.6. Apropriación de las actividades y de los conocimientos	Los alumnos y las alumnas se apropian de la lógica del discurso, de la organización y del sentido de la tarea en los diálogos colectivos.
6.7. Las fuentes de validez del conocimiento	En la clase encontramos muchas voces, cada una con sus matices. La versión correcta proviene de la práctica social de la ciencia, de los documentos que recogen los acuerdos de dicha práctica o de los profesionales que se han apropiado de ese discurso: los maestros y las maestras.
6.8. El acuerdo: un asunto importante en la construcción del conocimiento	Convencer implica averiguar si se aceptan o no los argumentos aportados, si son aceptados por los interlocutores que intervienen en el diálogo, por la clase. Este es el consenso al que se ha llegado, al conocimiento válido al que se ha llegado en el diálogo colectivo, guiado por la profesora y teniendo en cuenta la autoridad del conocimiento y los criterios de validación reconocidos por las sociedades de prácticas científicas.
6.9. La continuidad en el relato	El conocimiento construido en la clase, lección tras lección, es un relato en el que participan varios narradores. Lo que se cuenta un día es una continuación de lo que se ha hablado el día anterior, minutos antes o tal vez el primer día de clase. No obstante, no es un relato abierto, ya que uno de los narradores tiene el guión, sabe el final. Lo que se dice, entonces, tiene que ver con lo que se dirá minutos después, días después o en la última lección.

6.10. El metaconocimiento	En el discurso se habla de la nutrición humana y de la digestión y se habla de lo que es una creencia o un conocimiento; de dónde vienen las creencias; de lo que pensamos; de dónde viene el conocimiento; y de las prácticas sociales de la ciencia. Se habla por tanto de tipos de conocimientos. Se habla también de hablar con propiedad, con precisión, de ser rigurosos y se habla de razonar.
6.11. Conocimiento cotidiano- Conocimiento científico Lenguaje cotidiano-Lenguaje científico	En la narración sobre nutrición humana se empieza hablando en términos coloquiales y se termina “hablando con propiedad”, tanto de las cosas visibles como de las invisibles. Pero durante este trayecto se suceden las idas y venidas con las palabras desde el conocimiento cotidiano hasta el conocimiento científico.
6.12. El lenguaje de la ciencia	El lenguaje de la ciencia es el conocimiento científico, con los términos científicos se va creando la realidad científica que vamos conociendo: las reacciones químicas, los átomos y las moléculas, las proteínas que se descomponen y se vuelven a componer para hacer nuestras células... Aprender ciencia es aprender a hablar ciencia.
6.13. Las ilustraciones de la narración	La narración de la nutrición humana lleva sus propias ilustraciones. La pizarra se llena de células con sus núcleos y membranas o con sus dendritas y axones. Hay un cuerpo humano que es como un rectángulo en el que van apareciendo puertecitas, segmentos con las palabras “sistema nervioso”, “circulatorio”. En el libro de texto hay unas proteínas rosas y de forma rectangular, vitaminas triangulares verdes. Necesitamos “ver para saber”, además de escuchar y hablar. Necesitamos metáforas, analogías, dibujos para poder imaginar.
6.14. Los hechos empíricos en el discurso	A veces los hechos empíricos están en el discurso y en sus ilustraciones: el libro, los dibujos, la pizarra, imágenes mentales de experiencias, etc.
6.15. Trabajar con las ideas de las alumnas y de los alumnos	Tener en cuenta las ideas de las alumnas y los alumnos es considerarlos como interlocutores en cualquier acto de comunicación, es decir, en cada momento de la actividad de la clase.
6.16. La negociación de los significados: la comprensión	Tener en cuenta las ideas de los alumnos y de las alumnas significa tenerlos como interlocutores en la comunicación a propósito, para convencerles de unos nuevos conceptos; significa tener en cuenta distintos puntos de vista, distintas voces y buscar el acuerdo.

6.17. Las analogías	Las analogías sirven para llegar al significado, a la comprensión de lo nuevo a partir de lo conocido.
6.18. La construcción del conocimiento: la narración	Las clases son una continua narración de cómo ocurren los procesos de nutrición en nuestro organismo. Este relato tiene una narradora y una audiencia que interroga el relato y es interrogada sobre el mismo. Aparecen nuevos términos, nuevos hechos. A la vez, hechos conocidos se presentan desde otra versión, que a veces nos puede parecer distante (ya no nos alimentamos a nosotros mismos, por ejemplo, sino que alimentamos a unos seres que nos habitan y se llaman células).
6.19. El cambio conceptual: las aproximaciones conceptuales	Los conceptos cambian en el habla de clase con la guía de las interrogaciones de la profesora, con los significados situados en el discurso, con la incorporación de datos, con la interrogación sobre la validez de lo que se está diciendo, con la precisión del lenguaje, con el cambio de términos. Esto ocurre paso a paso, en el discurrir de los diálogos y en la lógica de la conversación, en la lógica de la organización de la conversación.
6.20. La construcción de significados en el discurso	Los significados se construyen en los diálogos de clase. Mediante las preguntas guía y las respuestas, se definen los significados en el contexto del habla que se ha producido, que se está produciendo y se producirá. Los términos se comprenden en la lógica del discurso en el que se producen y el aprendizaje consiste en dar cuenta de este conocimiento en la conversación.

Validación, acuerdo, justificación y cambio

Todas las sesiones de clase constituyen un relato construido en la comunicación y en la actividad de clase, intentando describir los procesos que ocurren en el organismo y que justifican la necesidad de la alimentación. En estas construcciones, el diálogo entre las concepciones, las ideas, las versiones que sostienen los aprendices y las versiones de la ciencia desempeñan un papel fundamental. El concepto de *negociación de significados* resulta ser básico para el desarrollo de la comprensión de nuevas ideas, nuevos datos y conceptos, nuevos términos.

El discurso del aula es un discurso construido de una forma singular para guiar a los

aprendices hacia otras versiones y otro lenguaje con el que hablar de la realidad y comprender la realidad (Edwards y Westgate, 1994; Edwards, 1990a; Edwards, 1990b; Edwards, 1991; Edwards, 1996; Edwards y Mercer, 1986; Edwards y Mercer 1989; Edwards y Potter, 1992; Candela, 1991; Candela, 1995; Candela, 1996; Candela, 1998a; Candela, 1998b; Mercer, 1992a; Mercer, 1992b; Mercer, 1994; Mercer, 1995; Mercer, 1996a; Mercer, 1996b; Mercer, 1997; Mercer y Edwards, 1981; Mercer y Fisher, 1992).

Los profesores y las profesoras “crean” un discurso, un relato, para narrar unos acontecimientos haciendo visible lo invisible, dibujan mediante el lenguaje y a través de diversas ilustraciones (dibujos, esquemas, gráficos, símbolos, analogías, etc.) los hechos no percibidos

directamente. Y algo muy importante, algunos de ellos tratan de *ser convincentes*: apelan a la lógica, al sentido de lo que se está diciendo y haciendo; presentan sus argumentos y contrargumentan las ideas que no tienen lógica, procurando llegar al acuerdo, a unas *versiones compartidas* por la clase; describen y utilizan las *fuentes válidas* de conocimiento; incluyen en el discurso la reflexión sobre las creencias y los conocimientos validados por un procedimiento lógico consensuado. La actividad discursiva en el aula es construida por unos aprendices y un o una enseñante a través de las contribuciones que realizan los participantes, es una situación particular y única donde en el tiempo, en el discurrir, se van produciendo sucesivos cambios en las versiones cuando los alumnos y las alumnas entran en los argumentos que se exponen.

No todos los alumnos o las alumnas establecen conexiones con los textos de la clase. Si la situación de un aula y unas clases es particular, no es menos singular cada uno de los participantes de la instrucción. Para participar en esta construcción es necesario *compartir un lenguaje común*. Así, a los y las estudiantes que no comparten las respuestas a las preguntas más funcionales, que no entran en el sentido de la actividad y del habla, les cuesta más trabajo hacerse con estas *construcciones colectivas* de conocimiento.

Sería muy pretencioso por nuestra parte explicar el cambio conceptual sólo con el análisis del discurso en el aula, pero sí podemos presentar algunos resultados de la actividad discursiva en el aula muy sugerentes. Según nuestros resultados, pensamos que aquellas concepciones o versiones que no comparten significados muy básicos o comunes con las versiones expresadas en las clases, resultan difíciles de cambiar. Es aquí donde entran en juego una serie de medios discursivos, como los recogidos en la tabla anterior, que favorecen el diálogo, la negociación de significados y los pequeños cambios en la comprensión, hasta formar nuevas ideas.

Durante todo el relato, clase tras clase, el sentido de la nutrición de los seres vivos, en

general, y de las personas, en particular, ha estado presente en los diálogos de clase, y desde él se ha ido articulando toda la lógica del relato construido. La finalidad de la alimentación es obtener energía y materia para nuestro funcionamiento como organismos. Los alimentos nos proporcionan la materia y la energía; para ello se dan una serie de procesos físicos y químicos: digestión, absorción, transporte, asimilación y metabolismo. Estos hechos ocurren en determinados órganos y en las células de nuestro cuerpo. Cada uno de estos pasos en la degradación de los alimentos está justificado por una función. Igual que en la construcción del conocimiento sobre nutrición, cada significado alcanzado está justificado por su función. Si observamos la organización de los contenidos, el orden de los conceptos que se han ido introduciendo, en esta unidad didáctica encontramos una secuencia de conocimientos bastante funcional, en el sentido que hemos expuesto anteriormente.

Todo este proceso de comprensión ocurre mediante la *guía* de la profesora. En esta colaboración en el proceso de construcción de conocimiento, la *orientación de las acciones hacia la reflexión y la comprensión*, parece jugar un papel importante. Así pues, no se trataba de cambiar sin más unas definiciones por otras, sino más bien se pretendía tener en cuenta una justificación de este cambio. Por ejemplo, cuando algunos alumnos exponían que la comida entraba y salía del cuerpo y eso era todo lo que pasaba, al mismo tiempo que sostenían que la comida servía para crecer, estar fuerte, engordar, etc., los argumentos que se aportaban, la justificación que se aducía para tal cambio era la incoherencia entre estas dos ideas.

La utilización de *analogías* en momentos en los que el nivel de comprensión de los alumnos y las alumnas está más próximo a modelos más intuitivos (Vosniadou, 1991), como apoyo para comprender procesos que por su naturaleza aún no son accesibles, también ha tenido un papel importante. ¿Cómo pueden entender los alumnos y las alumnas cómo es una célula o qué pasa con las proteínas en la

célula o cómo se libera energía al romperse las uniones entre los átomos? Los estudiantes de secundaria tienen representaciones cercanas a un conocimiento más intuitivo. Digamos que aún les hacen falta representaciones más concretas, perceptivas, para entrar en un mundo de significados desligados de la percepción y más relacionados con las palabras y la lógica de los significados.

También consideramos que ha influido en el cambio, el énfasis que pone la profesora en hacer conscientes a los alumnos y a las alumnas de que una cosa es lo que pensamos, otra cómo pueden ver los demás las cosas y otra bien distinta es cómo suceden las cosas cuando las analizamos con una metodología que implica mayor rigurosidad. A los y las estudiantes se les ha mostrado durante las clases que tienen unas ideas, unos conocimientos, que pueden ser válidos o no. No saben si sus ideas son correctas, luego tienen que comprobar su *validez* consultando *fuentes válidas de conocimiento*: los diccionarios y los textos científicos que contienen conclusiones de observaciones realizadas mediante un procedimiento que garantiza su validez. No tienen que cambiar sus versiones a menos que no coincidan con tales conclusiones. De nuevo, el cambio de ideas ha de estar justificado. El argumento, en este caso, es la procedencia de los conocimientos como conclusiones de la investigación científica.

40

Un extracto de la conversación en el aula

Podríamos poner muchos ejemplos de todas las características del discurso mencionadas. Quizás un trocito de conversación y su análisis nos puedan dar una idea de los “microprocesos” del cambio conceptual en la comunicación entre las personas de una clase, haciendo ciencia.

El extracto que vamos a analizar (Sesión 26-11-97, intervalo de turnos 23 a 83), se inicia en una secuencia en la que la profesora pide a los alumnos que cojan un folio y escriban la inicial de los átomos de hidrógeno, oxígeno

y carbono. Seis alumnos, con un folio en cada mano, representan a dos átomos de hidrógeno y todos los demás alumnos, con un folio y la inicial de oxígeno, el símbolo químico de oxígeno, representan a un átomo de oxígeno. Primero la profesora explica, mediante las preguntas guía, que ella es un átomo de oxígeno y para formar una molécula de oxígeno, que tiene dos átomos de oxígeno, se tiene que unir a otro átomo de oxígeno, entonces forman una molécula. Después, los alumnos se levantan y forman una molécula de glucosa cogiéndose de las manos unos a otros. En el turno 44, la profesora cuenta una historia de cómo los átomos de la molécula de glucosa no se rompen, están unidos, y si llegan una o dos moléculas de oxígeno, no se rompen, tienen que llegar seis moléculas: “Ahora atacamos, porque el oxígeno lo que hace es atacar a la molécula de glucosa. Si las seis moléculas de oxígeno atacamos a la molécula de glucosa, vamos a atacarla para romper los enlaces, de tal manera que cada una de las moléculas tiene que romper enlaces, ¿de acuerdo? (...) Y ahora resulta que una vez dispuestos todos los carbonos tienen mucha apetencia, tienen muchas ganas, ¿eh?, de unirse a dos oxígenos y cada oxígeno tiene muchas ganas de unirse a dos hidrógenos. Así que cada carbono que se una a dos oxígenos y cada hidrógeno, y cada oxígeno que se una a dos hidrógenos”. Es una representación, un teatro de lo que ocurre en una reacción química de obtención de energía a partir de la glucosa en la célula. Es una forma de ver, de comprender qué ocurre. De tener una experiencia directa sobre un fenómeno invisible. Primero la profesora intentó que comprendieran el proceso por el procedimiento habitual de representación mediante fórmulas químicas. Parece que este procedimiento no funcionó muy bien; los alumnos no habían dado antes *estas cosas* de química y no tenían muy claro la reacción y la conservación de átomos. Después la profesora recurrió a la representación en la clase de la reacción química, que conectaba, tenía continuidad con la analogía que había utilizado anteriormente para expresar la conservación de energía en los enlaces químicos (es

como cuando nos cogemos de la mano, hay una fuerza que nos une). Que unos contenidos tengan sentido quiere decir que haya cierta continuidad, en el sentido narrativo, con lo anterior, con lo que ya se ha dicho, con lo que ya se conoce.

23. P: *Es una molécula. Es que es una molécula, ¿eh? Al romperse las moléculas de glucosa mediante una reacción química en la que interviene el oxígeno, si no hay oxígeno esto no se produce, yo tengo energía de movimiento para la célula, ¿más 6 átomos de dióxido de carbono? No, 6 moléculas de dióxido de carbono. Tengo una aquí, aquí 6, otra, otra, otra, bueno nos queda otra. Seis moléculas de dióxido de carbono y otras 6 de agua. ¿Vale? Y aquí yo tenía una molécula de glucosa que tiene una forma así. De tal manera que aquí hay un átomo de carbono, un átomo de carbono, un átomo de carbono, e hidrógeno, oxígeno por todos sitios alrededor. Yo tengo esta molécula, estos son enlaces, igual que estos son enlaces, ¿a qué sí? Yo tengo una molécula, rompo los enlaces, los enlaces por aquí, los enlaces por aquí, lo rompo todo. Esto sí no tengo oxígeno, no se rompe, ¿eh? Y se desprende energía de movimiento y además seis moleculitas chiquititas con muy poca energía de dióxido de carbono y otras 6 moléculas chiquititas con poca energía de agua. Además, para romper esto, tengo que tener 6 moléculas de oxígeno, ¿no? Es decir, que tengo una molécula de oxígeno, con 2 oxígenos, ¿no?, y otros 2 oxígenos en molécula. Cada una de estas cosas es un átomo, pero un átomo con un átomo, siempre forma una molécula; de tal manera que aquí todo lo que tenemos es molécula, molécula de glucosa. Una molécula de glucosa, seis moléculas de oxígeno que dan como resultado energía, 6 moléculas de dióxido de carbono y 6 moléculas de agua. ¿Alguno tiene alguna duda? Si la rompo, quedan 6 átomos de carbono sueltos, ¿vale? Ahora 2,4,6,8,10,11,12, vais a poner en un papel y vais a poner un hidrógeno. Cada uno de vosotros sois un átomo de hidrógeno, una H. Y dos, ¡uy! Que nos faltan muchísimos oxígenos. Nos faltan muchísimos oxígenos. Bueno pero da igual. Vamos a...*
24. MA: *Nos ponemos dos.*
25. P: *De acuerdo, ¡Ah! ¿Qué? Un momento, un momento, con dos se van a poner los hidrógenos, ¿eh? Con dos se van a poner los hidrógenos, porque me interesan que sean los hidrógenos. De tal manera que hidrógeno vamos a tener nada más que 6 personas, porque cada persona va a tener 2 hidrógenos, ¿vale? Tú vas a tener 2 hidrógenos, 2 papeles de hidrógeno. Tú dos papeles de hidrógeno, 1,2,3,4,5 y 6. Vosotros 6 y ahora 2,4,6, 8,10,12,14,15,16,17 me falta uno.*
26. MA: *(—)*
27. P: *No, no, no. 2,4,6,8,10,12,14,15,16,17, aunque me falte uno da igual, ¿vale?*
28. AR: *Se pone también OB.*
29. P: *¿Eh?*
30. AR: *Que se pone también OB.*
31. P: *Sí, ya he contado con ella y me he contado a mí. Nos hemos contado todos. Entonces todos los demás se ponen oxígeno. Una O, de un oxígeno. Un átomo, no es una molécula. Una molécula de oxígeno, ¿qué es? Una molécula de oxígeno es O₂, esto es una molécula de oxígeno, tiene que tener 2 oxígenos. ¿Yo qué soy? ¿Eh? ¿Qué soy yo?*
32. AA: *Átomo de oxígeno.*
33. P: *Átomo de oxígeno, para ser una molécula de oxígeno tengo que dar un enlace al otro oxígeno y ahora ella y yo somos una molécula de oxígeno. ¡Ves!*
34. JP: *P, el oxígeno.*
35. P: *Y aquí hay una pequeña parte del enlace.*
36. J: *¿Yo qué soy, un oxígeno?*
37. P: *Tú eres un oxígeno, ¿eh? Vale. Los carbonos. ¡Muy bien! Ahora vamos a ver que hacemos. Ahora resulta que la molécula de glucosa, que son, fijaros, atención todos. La molécula ¡LA!, tu que esto no lo entiendes, tienes que estar con los radares puestos y no pensando en la luna de valencia, ¿eh? La molécula de glucosa, ¿quién la formaría?*
38. JP: *Doce, doce.*
39. MD: *Los seis carbonos.*
40. P: *Los seis carbonos, los 12 hidrógenos y 6 de los oxígenos. Esta gente se tiene que enlazar.*

Así que levantarse y ahora hay 12 oxígenos, hay 12 oxígenos que se tienen que poner de 2 en 2, porque cada uno...

(murmullo, los alumnos se levantan para unirse)

41. P: Bueno, quiero aquí, los átomos tienen que tener aquí su membrete, ¿eh?, de tal manera que la molécula de glucosa, ¿cómo tiene que estar?

42. ¿: Unida.

43. P: Unida.

(murmullo e indicaciones de P de cómo tienen que situarse en la clase para formar las moléculas)

44. P: Están formadas por átomos distintos, uno de carbono, otro de hidrógeno y otro de oxígeno. Realmente, ya os diré, ¡joye!, esto es para que os enteréis, ¿eh? Ahora os diré que no están puestos de cualquier manera. Cada carbono tiene que estar unido con otros átomos, especialmente con esos átomos no con quien a él le de la gana. Pero vamos, para no liar mucho la historia, aquí cada uno se ha unido con quién ha querido, pero los oxígenos están bien unidos. Entonces, ¡callaos!, esa molécula de glucosa que está sola y nosotros no estamos, no se rompe, ¿vale? Si esa molécula de glucosa se une a ella una molécula de oxígeno, tampoco se rompe. Ni 2 moléculas de oxígeno, se tienen que unir a ella 6 moléculas de oxígeno, nuestras 6 moléculas. Tu no eres una molécula de oxígeno, así que quiero que seáis una molécula, ¡niño! A ver quién le da la mano a AR, ¿te da corte? Entonces, bien. Si nosotros, si nosotros, ¡callaos!, ahora atacamos, porque el oxígeno lo que hace es atacar a la molécula de glucosa. Si 6 moléculas de oxígeno, atacamos a la molécula de glucosa, vamos a atacarla para romperle los enlaces, de tal manera que cada una de las moléculas tiene que romper enlaces, ¿de acuerdo?

(murmullo, los alumnos moléculas se dirigen hacia los otros alumnos moléculas para romperlas)

45. P: Y ahora resulta que una vez dispuesto todos los carbonos tienen mucha apetencia, tienen muchas ganas, ¿eh?, de unirse a 2 oxígenos y cada oxígeno tiene mucha gana de

unirse a 2 hidrógenos. Así que cada carbono que se una a 2 oxígenos y cada hidrógeno, y cada oxígeno que se una a 2 hidrógenos.

(murmullo por la reorganización de los alumnos moléculas)

46. P: ¡LA! ¿A ti qué te falta?

47. LA: A mi 2 hidrógenos.

48. P: 2 hidrógenos, de un sitio te faltan 2 hidrógenos. Bueno, esos 2 hidrógenos se unen con LA Una, una y ahora tú, nos saltamos un oxígeno para completar el cuadro. Imaginemos que esta mesa es el oxígeno. Vale, ahora nosotros, nosotros ¿que somos nosotros?

Una vez representados la reacción química, la glucosa, el ataque de los oxígenos, la formación del dióxido de carbono y de las moléculas de agua, se inicia un diálogo de reflexión sobre tal representación (turnos 48- 83). “¡Vale! ¿Ahora nosotros qué somos?”. Mediante las preguntas guía y las respuestas de los alumnos se van reconociendo las moléculas de dióxido de carbono y las de agua. En el turno 61, “¡Vale! Ahora vamos a reconstruir. ¡Por favor! Ahora vamos a reconstruir un poquito la historia: Tú antes ¿de qué moléculas formabas parte?”, los alumnos han reconocido qué moléculas representan y ahora reflexionan: de dónde han venido los átomos de esas moléculas. Se inicia un diálogo de preguntas y respuestas donde los alumnos van diciendo de dónde proceden los átomos que forman parte de su molécula. Reconstruyen la historia, la narración, no en la acción, como antes hicieron, sino en la mente, en el habla, pensando qué ha pasado. Reflexionan sobre la conservación de la cantidad de átomos: son los mismos átomos, no han entrado ni salido átomos, lo que ha cambiado es la organización de esos átomos, las moléculas, que son distintas y en este proceso se ha desprendido energía, porque se han roto los enlaces. Esta reconstrucción se hace mediante las preguntas guía de la profesora y las respuestas de los estudiantes. En lo que hemos llamado diálogo colectivo. “Al romper los enlaces, ¿qué nos dábamos? Empujones, ¿a que sí? Algunos empujones, manotazos... Eso es energía de movimiento. Y eso es lo que ocurre en la célula, ¿de acuerdo? Pues vamos a sentarnos.” (tur-

- no 75). La profesora inicia una reflexión sobre cómo notan los alumnos la energía de los enlaces. Crea en la narración y con las ilustraciones el sentido de un concepto, "energía".
48. P: 2 hidrógenos, de un sitio te faltan 2 hidrógenos. Bueno, esos 2 hidrógenos se unen con LA Una, una y ahora tú, nos saltamos un oxígeno para completar el cuadro. Imaginemos que esta mesa es el oxígeno. Vale, ahora nosotros, nosotros ¿que somos nosotros?
49. ¿: Agua.
50. AA: Agua.
51. P: ¿Y esta gente?
52. ¿: Agua.
53. P: ¿Y esta gente? Carbonos. ¿Y esta gente?
54. ¿: Dióxido de carbono.
55. P: Dióxido de carbono. Y aquellos son, un dióxido de carbono. Y esta gente son un dióxido de carbono. Y MJ con la mesa, ¿qué es?
56. AA: Agua.
57. P: Una molécula de agua, una molécula de agua. Y MD y LA, ¿qué son?
58. AA: Agua.
59. P: Una molécula de agua, ¿eh? Y MA y JU, ¿qué son?
60. AA: Una molécula de agua.
61. P: Una molécula de agua, una molécula de agua y así sucesivamente, ¿de acuerdo? ¡Vale! Ahora vamos a reconstruir. ¡Por favor! Ahora vamos a reconstruir un poquito la historia. Tú antes, ¿de qué moléculas formabas parte?
62. DS: ¿De dos hidrógenos?
63. AR: De glucosa.
64. P: Él formaba parte de una molécula de glucosa. ¿Y ahora de qué formas parte?
65. AR: De agua.
66. P: De una molécula de agua. Yo antes formaba parte de una molécula de oxígeno y ahora formo parte de una molécula de agua. ¿Aquí ha entrado o ha salido alguien?
67. ¿: No.
68. P: No. ¿Qué ha permanecido todo igual? ¿Qué ha permanecido?
69. AA: Los átomos.
70. P: Las moléculas han cambiado. ¿A que sí? Antes estaban formadas de una manera y ahora están de otra. Eso es, bueno, ¿y en el cambio que es lo que se ha producido?
71. ¿: Energía.
72. AA: Energía.
73. P: Energía. ¿Esa energía como la hemos notado? Cuando hemos ido ¿a qué?
74. AA: A romper los enlaces.
75. P: A romper los enlaces que nos dábamos empujones, ¿a que sí? Algunos empujones, otros manotazos... Eso es energía de movimiento. Y eso es lo que ocurre en la célula, ¿de acuerdo? Pues vamos a sentarnos.
76. P: Vamos a ver. De tal manera que tenía un montón de átomos unidos en una molécula de glucosa, ¿eh? Y ahora, ¿cuántas moléculas tenemos más o menos que antes?
77. AA: Más.
78. AA: Menos.
79. P: No, tenemos más. Porque ahora estamos más repartidos. Éramos más moléculas, más chiquititas, pero más moléculas. Átomos los mismos, organizados de otra manera, moléculas más. La molécula más grande de todas, ¿cuál era?
80. AA: La de glucosa.
81. P: La de glucosa, la que tenía energía dentro de sus enlaces, la de glucosa, ¿de acuerdo? ¿Tú te enteras ahora de lo que ha ocurrido aquí? ¿Eh?
82. ¿: Sí.
83. P: ¿Quién no se entera ahora de lo que ha ocurrido aquí? ¿Todo el mundo se entera? ¿Vale? Bueno pues eso es lo que ocurre en cada una de las células de nuestro cuerpo. Que entra la glucosa en la célula y esta glucosa se tiene que unir con oxígeno para poder mover la célula y la célula se mueve; dobla su membrana; engloba materiales dentro de su membrana; se estira la célula y se achica la célula, por ejemplo las células musculares de las fibras musculares y otros muchísimos movimientos que tienen que tener las células. Si nosotros nos movemos. ¡Mirad! Yo ahora me estoy moviendo. ¿Qué estoy moviendo realmente?
- En nuestro estudio hemos podido observar y analizar cómo en las conversaciones del aula y en las actividades de la clase se construye un nuevo conocimiento sobre la diges-

tión. El cambio conceptual que hemos registrado ha sido complejo –no es fácil cambiar la idea de comer para nuestro cuerpo, a comer para unos seres vivos animales que nos forman y se llaman células–. Una vez que se termina el trabajo en la unidad didáctica, los alumnos y alumnas comprenden que la finalidad de la alimentación está relacionada con la variable obtención de energía y respiración. La variable digestión se relaciona de forma significativa con las variables finalidad de la digestión, glúcidos, respiración y excreción urinaria. La finalidad de la digestión tiene que ver con las funciones de las sustancias básicas. La absorción se relaciona con la respiración. También se relacionan con la variable respiración la variable obtención de energía, así como las variables referidas a las sustancias básicas para el organismo. Parecen coherentes los cambios en las concepciones sobre nutrición que han implicado integrar la información sobre los procesos pertinentes en el organismo, que han supuesto conocer nuevos datos tales como grupos de nutrientes, funciones que realizan, célula, reacciones químicas, moléculas, etc., así como nuevos hechos en el organismo como respiración celular, crecimiento en las membranas celulares, energía de movimiento, digestión física y química, etc.

Como hemos intentado mostrar, en nuestro trabajo hemos pretendido resaltar el hecho de que las acciones instruccionales que permiten este cambio conceptual se llevan a cabo mediante el discurso. Las estrategias instruccionales implican comunicación, negociación de significados y formas de habla en la clase, muy relacionadas con los avances en la comprensión de algunos conceptos científicos. La comparación de los conocimientos que tenían inicialmente los alumnos y las alumnas, y los conocimientos que manifiestan después de la experiencia educativa, nos parece incompleta para explicar el cambio conceptual, si no tenemos en cuenta lo que sucede en el aula. En la comunicación entre profesora y alumnos con la intención de que éstos lleguen a comprender para qué nos alimentamos.

REFERENCIAS

- CANDELA, A. (1991). *Evidencia y hechos: La construcción social del discurso de la ciencia en el aula*. Barcelona: Tusquets.
- CANDELA, A. (1995). Consensus Construction as a Collective Task in Mexican Science Classes. En *Anthropology and Education Quarterly* 26(4); 458-474.
- CANDELA, A. (1996). La construcción discursiva de contextos argumentativos en la enseñanza de la ciencia. En Coll, D., Edwards, D. (Eds.), *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional*. Madrid: Infancia y Aprendizaje.
- CANDELA, A. (1998a). *El discurso argumentativo de la ciencia en el aula*. Memorias del Encuentro sobre teoría e pesquisa em ensino de ciencia.
- CANDELA, A. (1998b). Poder en el aula: una construcción situacional. *Discursos*. México.
- CUBERO, R. (1996). *Concepciones de los alumnos y cambio conceptual. Un estudio longitudinal sobre el conocimiento del proceso digestivo en educación primaria*. Tesis doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Sevilla.
- CUBERO, R. (1997). *Cambio conceptual y cognición situada: ¿Fragmentación o complementariedad?* III Seminario sobre Constructivismo y Educación. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Sevilla.
- CUBERO, R. (1998). Aprendizaje de la digestión en enseñanza primaria. *Alambique*. Didáctica de las Ciencias Experimentales, nº 16, pp. 33-34.
- CUBERO, R. (2001). Maestros y alumnos conversando: el encuentro de las voces distantes. *Investigación en la escuela*, 45, pp. 7-19.
- EDWARDS, A.D., WESTGATE, D. (1994). *Investigating classroom talk*. London: The Falmer Press.
- EDWARDS, D. (1990a). *But what do children really think? Discourse analysis and conceptual content in children's talk*. Conference on "Social Interaction and Knowledge Acquisition in Educational Settings", Università de-

- gli Studi di Roma, Rome, 4th-7th December, 1990.
- EDWARDS, D. (1990b). Discourse and the Development of Understanding in the classroom. En Oliver Boyd-Barret and Eileen Scanlon (Eds.), *Computers and Learning*. Addison-Wesley Publishing Company, The Open University Press.
- EDWARDS, D. (1991). Categories are for talking: On the cognitive and discursive bases of categorization. *Theory and Psychology*.
- EDWARDS, D. (1996). Hacia una psicología discursiva de la educación en el aula. En Coll, D. y Edwards, D. (Eds.), *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional*. Madrid: Infancia y Aprendizaje.
- EDWARDS, D. y MERCER, N. (1986). *Context and Continuity: Classroom discourse and the development of shared knowledge*. En K. Durkin (Ed.). *Language development in the school years*.
- EDWARDS, D. y MERCER, N. (1989). Reconstructing context: The conventionalization of classroom knowledge. *Discourse Processes*, 12, 91-104.
- EDWARDS, D. y POTTER, J. (1992). *Discursive Psychology*. London: Sage.
- LIER, L.A.W. VAN (1984). Discourse analysis and classroom research: a methodological perspective. *International Journal of Sociology of Language*, 49, 11-113.
- MERCER, N. (1992a). Culture, context and the construction of knowledge in the classroom. . En P. Light y G. Butterworth (Eds.), *Context and cognition: Ways of learning and knowing*. London: Harvester-Wheatsheaf.
- MERCER, N. (1992b). Talk for teaching and learning. En K. Norman (Ed.), *Thinking voices: The work of the National Oracy Project*. London: Hodder and Stoughton for the National Curriculum Council.
- MERCER, N. (1994). The quality of talk in children's joint activity at the computer. *Journal of Computer and Learning*, 10, 24-32.
- MERCER, N. (1995). *The guided construction of knowledge: Talk amongst teachers and learners*. Multilingual Matters.
- MERCER, N. (1996a). Las perspectivas socioculturales y el estudio del discurso en el aula. En Coll, D., Edwards, D. (Eds.), *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional*. Madrid: Infancia y Aprendizaje.
- MERCER, N. (1996b). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and Instruction*, 6(4), 359-377.
- MERCER, N. (1997). *La construcción guiada del conocimiento. El habla de profesores y alumnos*. Barcelona, Paidós.
- MERCER, N., EDWARDS, D. (1981). Groundrules for mutual understanding: A social psychological classroom Knowledge. En N. Mercer (Ed.), *Language in school and community*. London: Edward Arnold.
- MERCER, N., FISHER, E. (1992). How do teachers help children to learn? An analysis of teacher' inte Computer-based tasks. *Learning and Instruction*, 2, 339-355.
- POTTER, J. y WETHERELL M. (1987). *Discourse and Social Psychology. Beyond Attitudes and Behaviour*. London: Sage Publications.
- POTTER, J. y WETHERELL, M. (1990), Analyzing Discourse, en A. Bryman y R. Burgess (Eds.), *Analyzing Qualitative Data*. London: Routledge.
- VOSNIADOU, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Curriculum studies*, 23(3), 219-237.

ABSTRACT

In this paper, connected to other studies of the authors, teacher-students' interactions in the process of knowledge construction are analysed from the perspective of discourse analysis. To study conceptual change, a classroom of 14-16 years old students working on human nutrition during science classes was chosen. The analysis consisted of the description of a set of discursive patterns and its functions, for the construction of a legitimated version of scientific knowlegde in the classroom.

KEY WORDS: *Knowledge construction; Learning sciences; Teacher-child interactions; Conceptual change; Discourse analysis.*

RÉSUMÉ

Dans cet article, comme continuité des autres travaux realices pour les auteurs, on enquête sur les intérations éducatives dans le processus de construction de nouvelles connaissances depuis la perspectiva de l'analyse du discours. Pour étudier le changement conceptuel qui se produit dans les versions des élèves, s'est sélectionné une classe de quatrième (collège) dans laquelle s' est appliqué une unité didactique sur la nutrition humaine. L' analyse a impliqué la description d' un ensemble de modèles de discours systématiques, de ses fonctions et de ses conséquences, pour la construction d' une versión légitimée de connaissance scientifique dans la classe.

MOTS CLÉ: *Construction de la connaissance; Enseignement de la science; Intéraction éducative; Changement conceptuel; Analyse de discours.*