

EVOLUCIÓN DEL LENGUAJE EN UN PROCESO DE MODELIZACIÓN CIENTÍFICA: UNA VISIÓN SOCIO- CULTURAL Y DIALÓGICA

S. Lizette Ramos De Robles
Universidad de Guadalajara, México

Mariona Espinet
Universitat Autònoma de Barcelona, Catalunya, España

RESUMEN: Se presenta un análisis de los procesos de modelización científica que implementan los futuros profesores de ciencias mientras construyen el modelo escolar de ser vivo. Dicho análisis se sustenta en un marco teórico-metodológico que conjunta la perspectiva sociocultural y dialógica del lenguaje. Los resultados permiten caracterizar el lenguaje (espontáneo, cotidiano, ingenuo controversial, dialógico e inconcluso) y asociar sus características a la presencia o ausencia de acciones propias de la actividad científica tales como: describir el diseño experimental, elaborar y validar hipótesis, análisis del error y usar evidencias.

PALABRAS CLAVE: modelización científica, lenguaje, análisis del discurso, perspectiva sociocultural.

OBJETIVO

Este estudio focaliza en el análisis de los procesos de modelización científica que implementan un grupo de futuros profesores de ciencias mientras construyen el modelo escolar de ser vivo. Los datos forman parte del curso de Didáctica de las Ciencias impartido en la Universidad Autónoma de Barcelona. Se retoman los planteamientos de la perspectiva sociocultural y dialógica del lenguaje para caracterizarlo. En este sentido se plantea como objetivo principal:

- Caracterizar el lenguaje que se construye durante los procesos de modelización científica desde una perspectiva sociocultural y dialógica y asociar sus características a la presencia o ausencia de acciones propias de la actividad científica.

MARCO TEÓRICO

Nuestros referentes teóricos se construyen a partir de dos perspectivas, una para explicar la modelización científica y otra para comprender el lenguaje que se produce durante dicha modelización. De acuerdo con la clasificación realizada por Espinet et al. (2012), en torno a la evolución de las perspectivas teóricas de la modelización científica y el lenguaje nuestros referentes para el caso de la modeliza-

ción se relacionan con a la concepción semántica de las teorías científica, mientras que para el lenguaje retomamos el planteamiento del lenguaje como interacción.

Modelización científica desde la visión semántica de las teorías científicas

De acuerdo con Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo (2003) interpretar la modelización científica desde una visión semántica implica reconocer que: a) los modelos enfatizan los aspectos semánticos, pragmáticos y retóricos del lenguaje; b) las teorías científicas no son sino un conjunto de hechos interpretados desde la teoría y un conjunto de modelos, que integran, cada uno de ellos, un conjunto de hechos interpretados de manera similar; c) existe una amplia gama de lenguajes igualmente válidos para expresar los modelos científicos. En este sentido la modelización puede interpretarse como la acción de construir modelos a través de un constante ir y venir entre el mundo físico y las abstracciones que permiten representarlo de la manera más comprensible y retomando sus elementos esenciales.

Para el caso específico del modelo ser vivo, lo definimos como aquel que representa al ser vivo como un sistema abierto que intercambia materia, energía e información con el ambiente que le rodea. Un sistema complejo formado por un gran número de entidades interconectadas cuyo conjunto es mucho más que la suma de sus componentes (Espinete y Pujol, 2004).

Lenguaje como interacción: una visión sociocultural y dialógica

De acuerdo con Espinete et al. (2012), es posible identificar distintas concepciones y papeles asociados al lenguaje dentro de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y de manera específica dentro de la modelización del mundo natural. En las últimas décadas el lenguaje ha sido interpretado desde tres visiones diferentes: a) como un medio o canal para transmitir información; b) como un sistema interpretativo (teoría y acción) para dar sentido a la experiencia; y c) como interacción dentro de las comunidades de práctica. Nuestra investigación retoma la tercera y más reciente visión y se basa en la idea de que el lenguaje es un fenómeno interactivo socialmente situado. En consecuencia, tanto los aprendizajes de la vida cotidiana como el desarrollo de habilidades cognitivas superiores (como por ejemplo el aprendizaje de las ciencias) se logran a través del uso del lenguaje dentro de la participación en actividades organizadas social y culturalmente.

Dentro de esta perspectiva retomamos los planteamientos de investigaciones como las desarrolladas por Buty y Mortimer (2008) y Leach and Scott (2003), que analizan el rol de los profesores en el desarrollo de secuencias de enseñanza en las que analizan la modelización científica a partir de la distinción de lenguaje social cotidiano y lenguaje social científico y usando conceptos como dialogismo.

METODOLOGÍA

La actividad de la cual se tomaron los datos proviene de una secuencia didáctica cuya finalidad consistió en estudiar y construir el modelo teórico escolar de ser vivo, a través de la actividad experimental de la germinación de semillas. Primero se entregaron 4 semillas a cada estudiante para que en 15 días y en un contexto cotidiano trataran de hacerlas germinar, posteriormente los estudiantes organizados en equipos en el laboratorio escolar, comparten sus resultados e indagan los elementos esenciales para la germinación y el crecimiento y por último en plenaria se realiza la construcción grupal del modelo consensuado.

Los datos analizados provienen del trabajo de discusión en pequeños grupos en el laboratorio. Se videograbaron 6 equipos mientras los estudiantes discuten en torno a las siguientes preguntas ¿Cómo

puedo comparar las diferentes semillas?, ¿Cuáles son los factores esenciales para la germinación de las semillas y para el crecimiento de las plantas?

Se seleccionaron 3 equipos para realizar las transcripciones, las cuales utilizan la simbología básica propuesta por el análisis conversacional. Fueron revisadas al menos por dos investigadores para asegurar su veracidad. Los textos de las transcripciones fueron divididos en pequeños episodios para realizar un microanálisis de la interacción (Drew y Heritage, 1992). La división respetó el orden en que se desarrolló la interacción comunicativa pero a la vez estuvo pautada por las acciones de modelización que implementaron cada uno de los equipos (describir las características de los diseños experimentales, describir los cambios estructurales de las plantas, utilizar evidencias para validar hipótesis, etc.). En consecuencia la cantidad de episodios y las características de los mismos fue diferente para cada uno de los tres equipos (Ver Tabla 1).


Tabla 1.
Número de episodios que
integran la interacción de cada uno de los equipos

Equipo	Episodios de la interacción relacionados con la modelización científica
Equipo 1	13
Equipo 2	8
Equipo 3	10

RESULTADOS

El análisis de cada uno de los episodios permitió identificar la diversidad de acciones de modelización puestas en práctica por cada uno de los equipos. Entre las principales acciones podemos mencionar aquellas que caracterizan los primeros acercamientos al fenómeno y que se enfocan en identificar las entidades participantes y describir sus características y sus propiedades. Conforme se avanza en el estudio del fenómeno aparecen acciones a través de las cuales los estudiantes establecen relaciones entre dichas entidades y que conducen a la formulación de hipótesis y la evaluación de las mismas, al uso de evidencias, a las comparaciones y clasificaciones de la diversidad de resultados. En algunos momentos los estudiantes concentran sus acciones al estudio detallado de casos en los cuales el análisis de los errores (experimentos fallidos) representaron avances en la construcción de un modelo de mayor nivel explicativo. Un resumen de las principales acciones discursivas que cada uno de los equipos puso en práctica durante la modelización científica a parece en la Tabla 2. En la primera columna aparece el listado de todas las acciones y en las columnas siguientes se registran los equipos y la frecuencia de episodios que se centraron en dichas acciones.

Tabla 2.
Acciones de modelización científica
implementadas por los equipos y frecuencias.

<p style="text-align: center;">Menor Complejidad</p>  <p style="text-align: center;">Mayor Complejidad</p>	Acciones de modelización científica implementadas por los equipos	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Total
	Identificar entidades y condiciones del diseño experimental	2	1	1	4
	Describir características y propiedades de las entidades	1	2	4	7
	Aceptar supuestos sin recurrir a evidencias (vía persuasión)		1		1
	Clasificar y analizar resultados de acuerdo a los cambios estructurales de las semillas y las plantas a partir de las relaciones entre medio interno y externo.	4	3	4	11
	Analizar y explicar las causas de los "errores"	1			1
	Formular hipótesis y recurrir a evidencias para validarlas	4	1	1	6
	Generalización: Establecer los elementos esenciales para la germinación y para el crecimiento	1			1
	Total	13	8	10	31

Las diferencias entre los equipos ponen de manifiesto distintos grados de complejidad en el estudio del fenómeno. Mientras algunos se quedan más en un plano de identificación y descripción de entidades (Equipos 2 y 3), otros centran sus acciones en la elaboración de hipótesis, el uso de evidencias y la búsqueda de explicaciones sobre las variaciones y semejanzas de los resultados experimentales (Equipo 1). El mayor número de acciones de modelización se centran en la clasificación y el análisis de resultados a partir de las relaciones entre el medio interno y externo (11), seguido de la descripción de las características y propiedades de las entidades (7) y en tercer lugar se encuentran la formulación de hipótesis y el uso de evidencias (6). A pesar de que sólo el Equipo 1 logra llegar a la generalización podemos identificar que el trabajo en pequeños grupos sin la guía directa del profesor también promueve dinámicas de modelización de gran valor en la construcción del modelo teórico.

Un análisis micro de cada uno de los episodios nos permitió caracterizar el lenguaje que se produce en cada acción de modelización. Se respetó la forma en que los estudiantes lo hacen evidente en sus interacciones. Las principales características del lenguaje durante la modelización científica fueron:

- Lenguaje Espontáneo: surge de la simple percepción del fenómeno, enfocado de identificar los componentes del diseño experimental.
- Lenguaje Cotidiano: describe las características de las entidades a partir de experiencias cotidianas.
- Lenguaje Ingenuo: realiza posibles supuestos los cuales se aceptan de manera automática y sin evidencias.
- Lenguaje Controversial: aquel que a partir de las acciones de clasificación, contraste de resultados, uso de contraejemplos y análisis de errores se producen argumentos.
- Lenguaje Dialógico: surge en momentos de reflexión conceptual en donde se busca la validación de explicaciones a partir de correspondencias entre la experiencia y la teoría.
- Lenguaje Inconcluso: origina nuevos ciclos para la búsqueda de explicaciones

En la siguiente tabla (3) presentamos una asociación entre el tipo de acciones de modelización científica y el lenguaje que los caracterizó.

Tabla 3.
Acciones de modelización y características del lenguaje

Acciones de modelización científica implementadas por los equipos	Características del lenguaje
Identificar entidades y condiciones del diseño experimental	Espontáneo Cotidiano
Describir características y propiedades de las entidades	Espontáneo Cotidiano
Aceptar supuestos sin recurrir a evidencias (vía persuasión)	Ingenuo y sin controversias
Clasificar y analizar resultados de acuerdo a los cambios estructurales de las semillas y las plantas a partir de las relaciones entre medio interno y externo.	Cotidiano Controversial
Analizar y explicar las causas de los “errores”	Controversial
Formular hipótesis y recurrir a evidencias para validarlas	Controversial Dialógico
Generalización: Establecer los elementos esenciales para la germinación y para el crecimiento	Controversial Dialógico Inconcluso

Esta caracterización permite dar cuenta de la naturaleza cambiante del lenguaje, el cual se modifica a lo largo de la interacción. Dicha evolución sólo es identificable en la medida en que se realiza un análisis micro y longitudinal de toda la interacción. Con ello se puede mostrar que los momentos más potentes de modelización científica fueron la validación de hipótesis, la construcción de explicaciones y la elaboración de generalizaciones y que son producto de una serie de intentos previos, o bien, de hechos inesperados y poco planificados en los cuales los estudiantes comienzan a describir el fenómeno de manera cotidiana y espontánea. Asimismo permite identificar que no siempre las mejores ideas, es decir, las más cercanas a la explicación científica, son las aceptadas, sino que acciones como la persuasión o el poder del sentido común cobran fuerza y llegan a formar parte del conocimiento consensuado. Reconocer todas estas manifestaciones que configuran la evolución del lenguaje es un elemento de importancia fundamental: comprender la modelización es comprender desde las capas más finas en las que se despliega la interacción hasta los productos que ellas logran constituir (los modelos).

CONCLUSIONES

El análisis de los procesos de modelización a través de la interacción y desde un nivel micro permite dar cuenta de los distintos tipos de acciones implementadas por los estudiantes, de sus grados de complejidad y de su impacto en el modelo teórico que llegan a construir. La especificidad y complejidad de las interacciones desarrolladas al interior de cada equipo las interpretamos como el producto obtenido del despliegue de distintas capacidades de acción de los estudiantes dentro de una actividad social.

Asimismo reconocemos que modelizar implica establecer una forma de interactuar con el fenómeno: un lenguaje cuya naturaleza es eminentemente social y colectiva (Ramos, 2010). En consecuencia interpretar la modelización a través del estudio del lenguaje proporciona información de gran valor para comprender los procesos de aprendizaje de las ciencias y para tomar decisiones fundamentadas que se transformen en el diseño y la aplicación de secuencias didácticas que propicien acciones de

modelización con potencialidad para construir modelos teóricos escolares. Por último reconocemos que la enseñanza de las ciencias a través de la modelización científica escolar representa una oportunidad para aprender a usar el lenguaje de las ciencias a través de todas sus dimensiones: como canal de pensamiento, como acción para transformar ideas y como interacción con los otros para explicar o convencer (Espinet, et al. 2012)

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) (referencia 2009SGR1543, AGAUR: Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencias EDU-2009-13890-C02-02 y EDU-2012-38022-C02-02).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buty, C., & Mortimer, E. (2008). Dialogic/authoritative discourse and modelling in a high school teaching sequence on optics. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1635 – 1660.
- Drew, P. y Heritage, J. (1992). Analyzing talk at work: An introduction. In P. Drew & J. Heritage (eds.), *Talk at work: Interaction in institutional settings*, (pp.3–65). Cambridge: Cambridge University Press.
- Espinet, M., Izquierdo, M., Bonil, J., Ramos, L. (2012). The Role of Language in Modeling the Natural World: Perspectives in Science Education. In: Fraser, B.; Tobin, K.; & McRobbie, C. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. New York: Springer. pp. 1385-1403.
- Espinet, M. y Pujol, R.M. (2004). Construir el model d'esser viu a l'escola Infantil i Primària. Aportacions dels I i II Seminari-Taller d'Educació Científica (3-10 anys). Museu de Ciència de la Fundació la Caixa de Barcelona.
- Izquierdo-Aymerich, M. & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12, 27-43.
- Leach, J. y Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & Education*, 12, 91-113.
- Ramos- De R., S.L. (2010). Contextos CLIL para la formación inicial del profesorado de ciencias: análisis de la interacción desde una perspectiva sociocultural. Tesis Doctoral: UAB. www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/4729/slrr1de1.pdf?...1