

Análisis de las intervenciones de un docente mientras enseña a modelizar

Analizing a teacher's interventions while teaching to model

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Nicolás Baudino Quiroga y Enrique A. Coleoni

Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.

E-mail: baudino@famaf.unc.edu.ar

Resumen

En el siguiente trabajo se mostrará de qué manera interviene el docente en un aula real, para llevar adelante su objetivo de enseñar a modelar. Luego de presentar un problema abierto, los estudiantes construyen, con ayuda del docente, un modelo simple de movimiento orbital. Clasificaremos los tipos de intervenciones del docente mientras los estudiantes están construyendo el modelo, y describiremos cuáles son los diversos objetivos que nosotros vemos en esas intervenciones. El objetivo de esta descripción es mostrar detalladamente cómo hace el docente para acompañar a los estudiantes en el proceso de modelización.

Palabras clave: Dinámicas discursivas; Intervenciones del docente; Modelización; Aula real; Estudio de caso; Movimiento orbital.

Abstract

We describe the ways in which a teacher intervenes to teach students how to model a real situation. After presenting an open problem, students have to set up a simple model of orbital movement, and they do this with the aid of their teacher. We classify teacher interventions as students build up the model. We describe the sub goals inherent to each of these interventions. This description helps us understand how a teacher carries about to teach modelling in the classroom.

Keywords: Discourse dynamics; Teacher interventions; Modeling; Real class; Case study; Orbital movement.

I. LA IMPORTANCIA DE MODELIZAR

Una dificultad que suelen encontrar los estudiantes al aprender física es la de vincular los sucesos del mundo real con los modelos trabajados en clase. De entre muchos otros, dos ejemplos permiten ilustrar este hecho. Por un lado, diSessa y otros (2003), muestran el caso de una estudiante, *J*, quien manifiesta comportamientos claramente diferenciados ante problemas “de la vida real” y problemas instruccionales. Los autores describen esa situación como una barrera epistémica que separa dos mundos, uno en el cual existen los eventos y los hechos y otro en el cual existen las teorías y los conceptos. En otro trabajo, *Segundo autor* y otros (2009) reportan el caso de un estudiante quien, al referirse a cómo debería abordarse un problema de objetos que caen, manifiesta “...si lo hiciéramos como si estuviéramos en clase, pero no es la realidad eso...” (p. 13). Estos dos ejemplos son compatibles con lo que Adúriz-Bravo y otros (2002) describen en relación a la tarea de modelizar en el aula: “[la actividad de modelización] constituye una situación de conflicto frente a la visión cristalizada y acrítica de la ciencia que los alumnos elaboran durante su escolaridad”.

Existe un consenso entre docentes e investigadores sobre que la actividad de modelizar es fundamental en el proceso de aprendizaje de la física. Aprender física no es solamente aprender conceptos y leyes, sino que se trata además de aprender una forma de ver el mundo, de analizarlo críticamente y de tener una postura epistémica particular para estudiar situaciones en contextos nuevos. Como señala Greca (1998), “*Siendo la modelización la principal actividad de los científicos, y en particular de los físicos, para generar y aplicar teorías científicas, aprender Física implica, aprender a jugar “el juego de la modelización”*”. Enseñar a modelizar entonces se convierte en un objetivo didáctico en sí mismo, que tiene

que ser practicado y aprehendido por los docentes. Aún así, a menudo la urgencia por cubrir contenidos conceptuales o procedimentales desplaza del foco a la discusión de cómo se conectan los modelos con lo que sucede en el mundo real. En su lugar, los estudiantes trabajan con modelos ya elaborados, pero elaborados fuera de clase.

Un modelo es una representación provisoria, perfectible e idealizada de una entidad física o de un fenómeno físico. Dependiendo de los objetivos que se tienen a la hora de realizar el modelo, se decide cuál será el tipo de representación (esquema, ecuación, etc.), cuáles han de ser las variables a incorporar y cuáles pueden ser desplazadas. Aprender a modelizar entonces es aprender a tomar estas decisiones, a testear el modelo construido y a modificarlo si es necesario.

Cuando un docente, en su aula, tiene la intención de que en sus clases haya participación de los estudiantes, aparece una situación de conflicto. Siempre existe tensión entre “permitirles” desarrollar sus ideas y avanzar hacia el objetivo que se propuso ya sea en relación a la construcción del modelo teórico en el que van a trabajar, como en relación al aprendizaje de conceptos. Esta tensión debe ser gestionada por el docente, de forma tal que el grupo clase avance en la construcción del modelo teórico que luego utilizarán para comprender lo que está sucediendo, pero a la vez no hacer colapsar las ideas de los estudiantes. Este conflicto ya fue descrito por Scott y otros (2006) y por Aguiar y otros (2010). Estos autores hablan de una tensión entre dos tipos de discurso: el dialógico y el autoritativo. Por un lado, es necesario un tipo de discurso dialógico, en el cual las ideas que se discutan y comparen sean las de los estudiantes, y también es necesaria una participación autoritativa del docente, quien impone un curso de acción hacia ideas establecidas desde la disciplina formal. Para que el modelo que se construya en clase sea adecuado en términos de la disciplina, pero que esa construcción sea significativa para los estudiantes, es fundamental el intercambio de ideas. En otras palabras *“El discurso dialógico puede ayudar a los estudiantes a establecer la relación entre el mundo de los objetos y los eventos y el mundo de las teorías y los modelos, que es una característica central en la comprensión del proceso de modelización”* (Buty y Mortimer, 2008).

Enseñar a modelizar implica, para el docente, mantener este difícil equilibrio. Tiene que propiciar que los estudiantes comparen y discutan sus propias ideas, y al mismo tiempo orientar esas ideas en una dirección particular: la establecida disciplinariamente.

Buty y Mortimer (2008) realizan un análisis del discurso en el momento en el que los estudiantes están modelando. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la categoría dialógico/autoritativo no nos se corresponde con verbalizaciones particulares, sino con un tipo de discurso que incluye varias de ellas. En este sentido Scott y otros (2006) sostienen que no es posible clasificar una sola verbalización aislada (nosotros las llamamos intervenciones) como dialógica o autoritativa, sino que esa dimensión se aplica a un conjunto de enunciados. El objetivo de este trabajo es profundizar en la descripción de cómo un docente puede llevar adelante la tarea de enseñar a modelizar, utilizando diferentes maneras de intervenir (que podrían corresponder a tipos de discursos más dialógicos o más autoritativos). Es por esto que hemos realizado una clasificación de esas intervenciones y mostraremos cómo le permiten avanzar en el objetivo didáctico de enseñar a modelizar. Es decir, este trabajo tiene dos objetivos muy vinculados entre sí. Por un lado, avanzar en la construcción teórica de una clasificación de las intervenciones del docente, a partir de las dimensiones autoritativa y dialógica que aplican al tipo de discurso como unidad de análisis y no a intervenciones particulares de los hablantes. Por otro lado, el trabajo pretende describir, en el caso particular bajo análisis, cómo esas intervenciones se articulan con diferentes momentos de construcción de un modelo en una clase de física introductoria a nivel universitario.

II. LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

A. Obtención de registros

Los registros audiovisuales fueron obtenidos en el año 2012 en clases de una Asignatura de Física Introductoria, de una carrera de Física en una universidad de Argentina. El docente de la asignatura fue el segundo autor de este trabajo y el primer autor llevó adelante la obtención de los registros audiovisuales de las mismas. Estas clases estaban enmarcadas en un nuevo proyecto educativo de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, en el que se buscaba “promover una metodología participativa, interactiva para la enseñanza de las asignaturas del 1° año”. Los registros obtenidos fueron utilizados para la elaboración del trabajo final de la Licenciatura en Física del primer autor de este trabajo, en el cual se analizó cómo los estudiantes mejoraban su comprensión conceptual de aceleración (Baudino, 2013).

B. Construcción de los datos

Durante el análisis de aquellos registros, encontramos que había un tiempo sustancial de clase en el cual había muchas participaciones, tanto de los estudiantes como del docente, pero que no correspondían a avances a nivel conceptual, sino que era un trabajo de construcción de un modelo. Ese hallazgo motivó la realización de este trabajo sobre esa parte particular de los registros, en la que los estudiantes tenían que desarrollar un modelo con el cual luego trabajarían. Justi (2007) señala que “*El aprendizaje puede tener lugar en dos momentos del proceso: en la construcción y en la utilización del modelo*”. En este trabajo, utilizamos los registros que corresponden a la construcción del modelo, que nos brindaría una nueva mirada acerca de lo que sucede en ese momento de la clase.

Una vez definido el momento de la clase en el que nos íbamos a focalizar, comenzamos a identificar las intervenciones del docente analizando cuáles eran las intenciones específicas que tenía cada una de ellas, a partir de ese análisis hicimos una primera clasificación, que se fue modificando a partir de revisar de forma iterativa los registros.

La clasificación de las intervenciones del docente, y el uso de esa clasificación para dar sentido a un momento particular de una clase son dos objetivos que se abordan con un mismo proceso de análisis, pero que serán presentados por separado. Para el segundo objetivo seleccionamos dos fragmentos particulares, que incluyen a todos los tipos de intervenciones encontradas.

III. LA SITUACIÓN PLANTEADA

El docente proyecta a los estudiantes un video en donde un astronauta explica que, debido al rozamiento, hay que encender los motores de una estación espacial periódicamente para mantenerse en órbita.

En la situación real, la órbita no es totalmente circular y el rozamiento es continuo y varía con la distancia a la tierra, por lo tanto la velocidad y la aceleración están lejos de ser constantes. Vamos a ver cómo el docente va guiando a los estudiantes a que construyan un modelo simplificado, lo que Justi (2007) denomina *modelo curricular*, para resolver el problema (figura 1), en ese sentido hay varias cuestiones en las que ellos se tienen que poner de acuerdo para construir el modelo. Tomaremos dos de ellas como ejes para el análisis: la cuestión de la órbita y la cuestión del rozamiento.

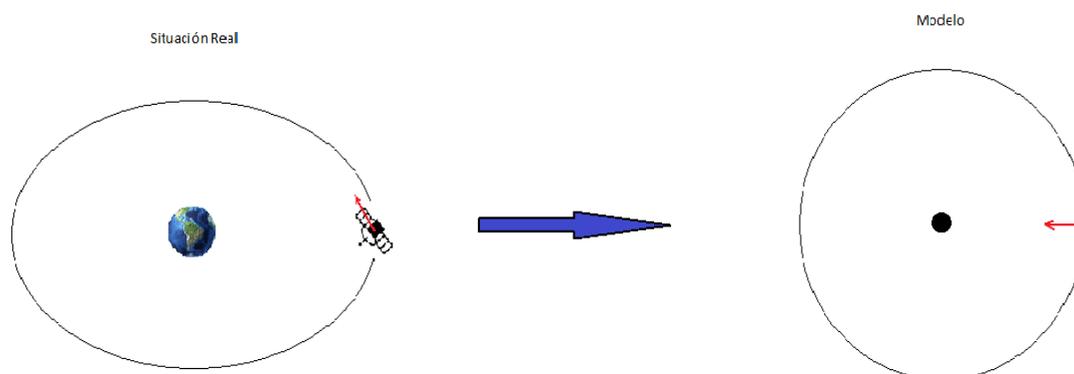


FIGURA 1. La actividad de pasar del mundo de los objetos y los eventos al mundo de las teorías y los modelos es fundamental para el aprendizaje de la física.

IV. LOS TIPOS DE INTERVENCIONES ENCONTRADOS

Analizando cómo intervenía el docente cuando los estudiantes estaban modelando la situación planteada, encontramos que podíamos clasificar estas intervenciones en función de su intencionalidad. En la Tabla 1 describimos cinco tipos de intervenciones encontradas, están ordenadas desde la más autoritativa a la más dialógica. También es posible encontrar que algunas de ellas se refieren a intenciones del docente en relación a las ideas y otras en relación a las personas que interactúan.

TABLA I. Tipos de intervenciones detectadas

1. De incorporación / desplazamiento	Cuando el grupo está avanzando en la dirección en la que el docente quiere que avance y surge por parte de algún estudiante una idea que pueden generar demasiada divergencia, el docente puede decidir desplazarla. Del mismo modo, puede incorporar una idea en la discusión, si ve que no está surgiendo, y que puede servir para avanzar en la construcción del modelo.
2. De Focalización	Ante las distintas ideas que están desarrollando los estudiantes, el docente decide focalizar en una, solicitando que sea repetida, incluso repitiéndola él mismo.
3. De ampliación	El docente solicita que se desarrolle con más detalle una idea.
4. De cambio de representación	A menudo el docente solicita que los estudiantes realicen un esquema, utilicen el cuerpo, etc. Esta intervención suele darse cuando el docente ve que hay un punto de estancamiento.
5. De de tipo social	Estas intervenciones tienen el objetivo de propiciar el debate entre los estudiantes, por ejemplo ante la idea de uno de ellos, el docente pregunta al resto o a algún grupo qué piensa al respecto. O cuando nota que hay gente que no está entendiendo lo que se está discutiendo, solicita que esas dudas sean abordadas por todo el grupo.

V. ANÁLISIS DE DOS FRAGMENTOS DE LA CLASE

En esta sección se presenta el análisis que permite hacer la clasificación anterior, organizado en torno a dos cuestiones que son ejes de discusión durante la construcción del modelo. En cada uno de estos casos, encontramos se muestra cómo se articulan las intervenciones del docente con los razonamientos de los estudiantes.

A. La cuestión de la órbita

Los estudiantes se tienen que poner de acuerdo en relación a qué significa que esté en órbita y cómo va a ser esa órbita en su modelo. El docente tiene intervenciones tanto de tipo conceptual como social.

12:45

1. *Doc.: ¿Qué es lo que tienen que hacer?*
2. *E: Ajustar la órbita.*
3. *Doc.: ¿Qué significa ajustar la órbita?*
4. *B: Elevarla.*
5. *Doc.: ¿Podrían hacer un dibujo del problema que está teniendo...esta gente?*
6. *B:(dibuja la tierra y el satélite cayendo en espiral) Va cayendo la órbita del satélite.*
7. *Doc.: ¿Están de acuerdo?*

En las líneas 1 a 7 se da una dinámica discursiva radial entre el docente y los estudiantes, las intervenciones del docente buscan que los estudiantes expliciten las ideas que están teniendo. Su intervención en la línea 3 es de ampliación: solicita que los estudiantes expliciten qué significa ajustar la órbita. El docente nota que los estudiantes no están pudiendo responder a su solicitud, es por esto que vemos que en la línea 5 su intervención apunta a que los estudiantes ordenen sus ideas haciendo un dibujo en el pizarrón, esta intervención entonces es de cambio de representación. En la línea 7 hay una intervención de tipo social: la intención es de romper con esta dinámica radial y socializar la discusión entre todos los estudiantes.

22:25

8. G: *(le pregunta al docente) ¿Qué significa que esté en órbita?*
9. Doc.: *(a todos) disculpame un cachito, acá tenemos una duda ¿Qué significa que esté en órbita? Porque creo que si no estamos de acuerdo en eso, estamos a lo mejor pensando en cosas diferentes.*
10. M: *En órbita, creo que significa que describe una trayectoria circular alrededor de la tierra...que no hace esto (señala lo que dibujó B) esto no estaría en órbita.*
11. L: *Una curva cerrada.*
12. M: *Claro, que no tiene que ser perfectamente circular.*

Antes de las líneas 8 y 12 se estaba desarrollando una dinámica discursiva dialógica donde los estudiantes estaban discutiendo cómo tenía que ser la velocidad, pero un estudiante le pregunta al docente sin que el resto escuche, qué significaba que esté en órbita. En ese momento el docente decide frenar la discusión que se estaba desarrollando, para “poner de acuerdo” a la clase acerca de qué significa que esté en órbita. Esta intervención por parte del docente tiene una doble función: por un lado es una intervención de focalización, porque genera que los estudiantes cambien de eje de discusión y por otro lado es una intervención de tipo social, porque toma la duda que tiene un estudiante, que no se anima a compartirla con el resto, con la intención de socializar esa duda con el resto.

24:14

13. L: *¿Es circular la trayectoria?*
14. M: *Si*
15. Doc.: *¿Pueden hablar un poco más despacio, porque no termino de escuchar. Cómo decías Leandro?*
16. L: *Pregunto si es circular la trayectoria.*
17. F: *Puede ser elíptica.*
18. M: *Ahí se complica para explicar la velocidad constante.*
19. F: *Es complicado que sea circular porque la tierra no es circular.*
20. Doc.: *Perdón perdón, a mí me gustaría escucharlos a todos entonces. ¿Pueden repetir lo que estaban diciendo, Fabián, qué decías vos?*
21. F: *Que sería complicado que sea circular la trayectoria de un satélite porque la tierra en sí no es una esfera.*
22. M: ***Si el problema es real, sí, vamos a tener que la órbita no es circular, pero para poder explicar el por qué tengo que hacer ese ajuste yo considero como si fuera....digo ¿no? No digo que es la verdad absoluta, es una hipótesis...de que el módulo de la velocidad se mantiene cte. Entonces la única aceleración que tenemos es ésta, la centrípeta.***
23. Doc.: *¿Y (si se frena) qué problema habría? ¿Por qué no podría seguir en esa trayectoria circular? ¿Qué problema habría?*

Desde la línea 13 hasta la 22 vemos que las dos intervenciones del docente son de tipo social, el docente no sólo muestra interés en escuchar a todos, sino que les pide a dos estudiantes que están teniendo dudas acerca de la forma de la órbita, que repitan lo que estaban diciendo. Esto lleva a que en la línea 22, Marcelo argumente que “*Si el problema es real, sí, vamos a tener que la órbita no es circular, pero para poder explicar...*” esto nos da la pauta que al menos este estudiante es consciente de que lo que están haciendo es construir un modelo simplificado de la realidad y quiere convencer a sus compañeros de que por esa vía ellos van a poder entender mejor la situación.

Finalmente en la línea 23 el docente decide validar la propuesta de M y apoyarse en ella para avanzar en otro aspecto, al decir *¿Por qué no podría seguir en esa trayectoria circular?*

En este apartado vemos cómo el docente marca el pulso de la discusión, primero dando lugar a los cuestionamientos que tienen dos estudiantes con respecto a la forma de la trayectoria, y luego avalando el razonamiento de M para avanzar en un nuevo aspecto del modelo.

B. Decidiendo qué hacer con el rozamiento

En la siguiente transcripción veremos tres momentos en donde surge el tema del rozamiento en la clase. En cada uno de ellos analizaremos cómo maneja el docente la discusión, y las decisiones que toma para

ayudar a los estudiantes a construir un modelo sencillo de la situación. En el mundo real, el rozamiento que tiene una plataforma espacial es muy complejo, depende de la distancia a la tierra, de la composición del gas y también de la velocidad a la que se mueve. El modelo que el docente quiere construir con sus estudiantes, es uno en el que no hay ningún rozamiento. Veremos cómo el docente intenta hacer plausible la idea de no considerarlo.

12:10

1. *Doc.: ¿Se entendió que es lo que él plantea hasta ahí? ¿Qué problema tiene la estación?*
2. *Estudiantes: (ininteligible) en órbita hacia la Tierra.*
3. *Doc.: Mmm, ¿por qué?*
4. *B: por el rozamiento del hidrógeno que hay en el vacío, porque totalmente vacío no es.*
5. *L: No, hay hidrógeno... me parece.*
6. *Doc.: Si, él (el astronauta) habla de oxígeno, pero lo importante es que hay algo que lo está frenando ¿Entonces?*

En este apartado vemos que los estudiantes plantean que se produce un rozamiento, pero ponen atención en cuál es el gas que lo produce. Como bien sabemos, un modelo es un análogo de la realidad en el mundo de las ideas y los conceptos en el cual el gas real H, O, N, pierde esa identidad. En este caso, sólo importa que ese rozamiento proviene de una pequeñísima cantidad de gas, y no importa qué gas es. En la línea 6 la intervención del docente es de focalización, al decir que “hay algo” que lo frena, muestra que no es importante qué es lo que lo frena. Con ello, logra que los estudiantes no se ocupen de ello.

28:00

7. *B: Porque a medida que baja la órbita, va aumentando la fricción porque hay más...ya está llegando a la atmósfera.*
8. *Doc.: Sí, pero todavía no llegó, ¿no? O sea...está lejos, de hecho es muy poquita la fricción, dice [el astronauta en el video], que hay ahí...*

En el minuto 28:00, B habla de algo que es cierto en la realidad: si el satélite se frena y se acerca a la atmósfera, aumentará el rozamiento. Sin embargo el docente decide descartar esta propuesta, porque no contribuye al modelo que él quiere que los estudiantes construyan. De modo que su intervención podemos denominarla de desplazamiento. Además, señala que el astronauta en el video dice claramente que el rozamiento es muy poquito, y por lo tanto, torna plausible la posibilidad de despreciarlo. Introduce un elemento que los estudiantes no han considerado, al ver el video. Es una intervención de introducción.

59:00

9. *Doc.: Podemos pensar en algún otro caso...porque esto es un transbordador, ¿no es cierto? que orbita alrededor de la tierra. ¿En qué otra cosa podríamos pensar...si ustedes conocen algo, se les ocurre, que otra cosa orbita alrededor de la tierra que no tenga Fuerza de rozamiento?*
10. *L: La Luna.*
11. *Doc.: Y qué pasa con la Luna? la luna se cae a la tierra? (...) ¿Qué pasaría si no estuviera la fuerza de roce? porque estamos pensando en la Luna, por ejemplo.*

Promediando la clase, una vez que el grupo ha construido el modelo de manera bastante simplificada, el docente decide cambiar el contexto de modo tal que los estudiantes no tengan que pensar en el rozamiento debido a que es un factor que les sigue generando dificultades. Podemos interpretar esta intervención también como un desplazamiento, porque el cambio del docente consiste simplemente en desplazar el rozamiento como elemento de discusión para simplificar aún más el modelo. Este desplazamiento, en realidad, comenzó casi 30 minutos antes, en la línea 8.

VI. CONCLUSIONES

Los tipos de discurso dialógico-autoritativo permiten identificar momentos con diferente dinámica discursiva durante una clase. Más allá de esa identificación, el análisis presentado en la sección IV permite clasificar las intervenciones individuales del docente. Esta clasificación constituye la primera parte de los resultados de este trabajo, y se complementa con el uso de la misma para dar sentido a un momento de la clase en el cual el docente avanza en su objetivo de enseñar a modelizar.

El análisis de las intervenciones, y de cómo ocurren durante la clase, nos permite ver cómo el docente avanza en su objetivo de enseñar a modelizar, introduciendo, focalizando, o desplazando ideas. Al mismo tiempo, mantiene un clima de discusión, ya que son las ideas de los estudiantes sobre las que trabaja, y promueve sus interacciones con intervenciones de tipo social. El docente decide cuándo es un buen momento para avanzar hacia otra etapa del modelo y en qué ejes es necesario detenerse por más tiempo. Esto es parte de un conjunto de decisiones que seguramente se iniciaron ya desde la elección del video como actividad disparadora.

Este conjunto de decisiones, o sea, de qué intervenciones tener y cuándo, depende en gran medida del contexto. En particular, en la cohorte siguiente, el docente utilizó el mismo problema, y los estudiantes casi directamente construyeron el modelo que se pretendía. No es posible establecer de manera universal, un conjunto de “pasos didácticos”. Sin embargo, el poder analizar las intervenciones de una clase en los que los estudiantes se embarcaron en el proceso de modelizar una situación, puede dar pistas de qué intervenciones se pueden tener y en qué momentos se pueden tomar para acompañar a los estudiantes en el aprendizaje de la modelización.

REFERENCIAS

- Adúriz-Bravo, A., y Morales, L. (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la física. Consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. *Caderno Catariense de Ensino de Física*, 19(1), 76–89.
- Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., y Scott, P. (2010). Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 174–193.
- Baudino Quiroga, N. (2013) *¿Cuántas definiciones se necesitan para aprender un concepto? Análisis de interacciones en aulas de Física*. Tesina de grado. Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba. <http://www2.famaf.unc.edu.ar/institucional/biblioteca/trabajos/621/16838.pdf>
- Buty, C., y Mortimer, E. F. (2008). Dialogic/Authoritative Discourse and Modelling in a High School Teaching Sequence on Optics. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1635–1660.
- diSessa A., Elby A. y Hammer D. (2003). J's epistemological stance and strategies. En Sinatra G. and Pintrich P. (Eds), *Intentional conceptual change*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Greca, I. M., y Moreira, M. (1998). Modelos Mentales, Modelos Conceptuales Y Modelización. Presentado en la *Decima Reunión de Enseñanza de La Física REF X*, 27-31 de Octubre, Mar del Plata, Argentina.
- Justi, R. (2007). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación Y Experiencias Didácticas*, 24(2), 173–184.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., y Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school. *Science Education*, 90(4), 605–631.