

ESTUDIO SEMIÓTICO-COMUNICATIVO DE LA CONSTRUCCIÓN DE SIGNIFICADOS.

FAGÚNDEZ ZAMBRANO, T. (1) y CASTELLS LLAVANERA, M. (2)

(1) Dpto. de Física. Universitat de Barcelona fthamara@hotmail.com

(2) Universitat de Barcelona. marina.castells@ub.edu

Resumen

El estudio indaga la actuación de profesores a partir de la caracterización de sus explicaciones en clases de física universitaria. La aproximación metodológica es cualitativa. Es un estudio descriptivo-interpretativo de casos. Considerando el carácter social, didáctico, semiótico, comunicativo y multimodal de las clases de ciencias, seleccionamos el referente teórico aportado por Ogborn (1996). Los resultados aportan 'pistas' acerca de 'cómo' los profesores transforman su conocimiento disciplinar en enseñable; también cómo contribuye tal 'hacer' al desarrollo de habilidades y capacidades requeridos por el estudiante de ingeniería para ser un profesional competente. Permite extraer elementos de la práctica docente, que pueden orientarse hacia y para la mejora de la práctica del profesorado de física.

1. El problema de la Investigación

Independientemente de la especialidad, un aspecto característico de la práctica profesional del ingeniero es su capacidad para resolver situaciones problemáticas. En la formación básica del ingeniero, 'la física' cumple funciones esenciales en dos aspectos, conceptual y formativo: promueve el aprendizaje de conocimientos básicos fundamentales para el estudio de la ingeniería y el desarrollo de capacidades esenciales, como la abstracción, organización, análisis, metodología para resolución de situaciones problemáticas y comunicación; actitudes deseables para el futuro desempeño profesional y que configuran el 'perfil' del ingeniero. En la enseñanza de la física, al profesor, se le presenta el desafío de integrar aspectos en una enseñanza de contenidos disciplinares con una finalidad específica de formación, en la que además de aprender física, los alumnos aprenden a manejar un conjunto de habilidades cognitivo-lingüísticas relacionadas con las estructuras conceptuales propias de la física, además de aprender a pensar en forma abstracta, con conceptos científicos y en base a modelos.

Considerando que el cuerpo de conocimientos de los profesores experimentados se encuentra muy ligado al 'contexto', a la experiencia y que se desarrolla como consecuencia de su relación activa con la práctica, desarrollamos una investigación, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Venezuela, con la finalidad de indagar el 'que hacer' de profesores experimentados a partir del estudio de sus explicaciones, con la finalidad de describir cómo éstos las elaboran, de manera que medien la construcción de significados científicos de forma coherente y convincente para los estudiantes. Las interrogantes directrices de nuestro estudio son: ¿Cómo podemos caracterizar la clases desarrolladas por profesores de física a nivel universitario, en base a clases no especiales de física?; ¿, ¿Cómo presentan los contenidos de modo que sean didácticamente comprensibles para el alumno?, ¿Qué recursos didácticos utilizan?, ¿Qué modos comunicativos configuran la explicación?.

2. Objetivos de la investigación

- a. Elaborar un marco analítico para el estudio de explicaciones desarrolladas en clases de física universitaria.
- b. Caracterizar las explicaciones elaboradas en clases universitarias por profesores experimentados de física en el contexto de una facultad de ingeniería.

3. Marco teórico

Para el análisis de las explicaciones seleccionamos la obra 'Formas de Explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria' aportada por Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy (2002). Esta centra la atención en el modo cómo explican los profesores de ciencias estudiando el significado semiótico de las prácticas, los objetos y las actividades de estos profesores. Compartimos con los autores que la explicación en clases de ciencias es fundamental y ocupa un lugar prominente, a pesar de que, y de entre todas las actividades que se desarrollan en el aula de clases, la explicación *per se* sea una de las actividades menos estudiadas. El libro se contextualiza en clases de ciencias de nivel secundario; pero los planteamientos básicos de análisis pueden ser aplicados a clases de nivel universitario.

4. Diseño metodológico

En base al análisis de una serie de cuestiones onto-epistémicas, seleccionamos una *aproximación metodológica cualitativa*, y como método específico optamos por un estudio '*instrumental colectivo de casos*' (Stake, 1998). El estudio que se desarrolla es *descriptivo e interpretativo*, en la medida que aportó información sobre los casos y permitió su descripción densa y en detalle, así como interpretaciones en base a categorías (inductivas y deductivas) que las sustentan. Los participantes en el estudio: Son tres profesoras experimentadas de física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Venezuela. Los datos son fundamentalmente relatos de episodios de clases recogidos a partir de grabaciones en video y notas de campo de una de las investigadoras que ha actuado como observadora no participante. Las grabaciones se han transcrito en una plantilla que recoge tanto la parte verbal como la parte multimodal. Las explicaciones de las profesoras se han dividido en episodios en base a ser una unidad de contenido que tiene significado en sí mismo, y el análisis se hace en base a categoría deducidas a partir del marco teórico de referencia.

5. Análisis y Resultados

En este apartado presentamos la forma de analizar y los resultados conjuntamente con la ilustración de aspectos analizados en algunos fragmentos explicativos.

- **La creación de necesidad de las explicaciones** se observa en cualquier punto a lo largo de la clase, y para esto se utilizan diferentes estrategias orientadas a la creación de expectativas basada en el uso de estrategias que generan conflicto cognitivo en los alumnos (por ejemplo proponiendo enunciados para juzgar si son, o no, correctos, o la imaginación de situaciones). **EJEMPLO:** En el fragmento siguiente observamos una situación enunciada para juzgar su veracidad:

Profesora: ...un cuerpo a velocidad constante... mientras más rápido sea esa velocidad mayor será su potencia ¿cierto o falso ?.... un carro se mueve a velocidad constante de 20m/s y otro carro se mueve a velocidad constante de 40m/s....el que se mueve más rápido es porque **(tiene mayor potencia)** [] .

Alumnos: cierto

Profesora: cierto, ¿por qué?
potencia

Alumno 1: Si tiene mayor velocidad es porque tiene más

Profesora: por aquí me dicen que si tiene mayor velocidad es porque tiene más potencia. Por allá [*Señala a un alumno al fondo del aula*] ¿qué dicen?

Alumno 2: Es falso

Profesora: dicen que es falso, ¿Por qué?
sistema?

Alumno 2: Bueno, ¿... depende de las condiciones del

Profesora: Repito, el mismo carro, las mismas condiciones, lo único es que uno es de tres y el otro es de cuatro cilindros [] uno va a 20 m/s y el otro a 40m/s . Yo puedo afirmar que cuando el carro va más rápido, y que tiene mas cilindros, desarrolla mayor potencia ¿si o no?, ¿cierto o falso? [] .

Tal estrategia resulta poderosa para crear conflictos cognitivos, motiva discusiones en el aula, contribuye a mantener a los alumnos en una actitud atenta y orientada al análisis y la confrontación con los conocimientos previamente construidos.

- **La elaboración de las entidades.** Las profesoras usan mayoritariamente como estrategias: a) el establecimiento de semejanzas entre entidades por medio de las analogías, b) el planteamiento de estructuras de conocimiento esquemático, c) el planteamiento de confrontaciones entre entidades diferentes y d) la exposición (en el sentido de 'mostrar') las entidades desde otros puntos de vista. **EJEMPLO:**

Profesora:Vamos a hablar un poquito acerca del campo gravitatorio. Me gustaría que aprovechemos este tema para hablar de lo que significa un campo. ¿Qué es un campo?

Alumno 1: Un espacio

Alumno 2: Un espacio alrededor de algo

Profesora: [Hace gesto facial de inconformidad] [] Un campo [] una propiedad cualquiera, la masa, las cargas eléctricas [] el movimiento de cargas eléctricas producen campos. Tenemos entendido que un campo o lo visualizamos así -y eso es- es algo así como un Áurea [Hace movimiento con la mano izquierda describiendo un semicírculo para ilustrar la idea de Áurea] alrededor de esa propiedad.

En el fragmento, la Profesora B elabora la entidad 'campo gravitatorio' haciendo una analogía entre el 'campo' y el 'aura'. No presupone en ningún momento la existencia de una igualdad entre las misma, sino que establece una semejanza.

- **La reelaboración del conocimiento.** Se asocia con la forma como se lleva a cabo la explicación. Tiene que ver con los recursos incorporados en las mismas para reelaborar el conocimiento y con los modos comunicativos usados. Los resultados más relevantes en relación a este aspecto son: las tres profesoras usan como recursos la analogía, la metáfora y los relatos. La analogía es la más usada. **EJEMPLO:** En el fragmento la profesora C construye la entidad 'fuerza no conservativa', elaborando una explicación que incorpora una analogía comparando, en una, el efecto del roce en un bloque de tiza y en la energía, y otra el efecto del roce:

Profesora: el peso no produce pérdidas de energía...puede que el produzca un descenso de energía cinética pero simultáneamente va aumentando la potencial gravitatoria....; solo existe transformación de un tipo de energía a otra. Cuando hablamos del roce ¿qué pasa? Imagínense ustedes que yo sujeto un bloque gigante de tiza y lo llevo arrastrando desde aquí hasta el Decanato; pero cuando llego al decanato me doy cuenta que dejé un camino blanco de aquí hasta allá. Entonces me regreso arrastrando la tiza exactamente por la misma trayectoria para recoger la tiza que dejé antes ¿qué va a pasar? Alumnos: varias respuestas inentendibles

Profesora: Que el camino va a quedar más blanco todavía, porque la masa que perdí en mi viaje de ida no la voy a recuperar en mi regreso (**¿por qué?**), (**Porque el roce produce desgaste**), porque lo que el roce hace que se pierda no se puede recuperar; lo mismo pasa con la energía, el efecto del roce en la energía es igual; El roce o fuerza de roce no permite la recuperación de la energía...; por eso el roce es una fuerza [¿?]

- Encontramos la incorporación de ilustraciones y ejemplos en las explicaciones; así como la estrategia de dotar de cualidades humanas a las entidades físicas (términos 'antropomórficos') como otros recursos para contribuir a la reelaboración de conocimientos.

- En relación a los *modos comunicativos* usados: las explicaciones combinan diferentes modos comunicativos: Oral, escrito (títulos, nomenclatura y unidades, desarrollos matemáticos, esquemas), Visual (representaciones convencionales y de sistemas físicos, representaciones de situaciones o de fenómenos físicos, gráficas), y Gestual, enlazados o integrados como un todo. El *lenguaje oral* se caracterizan por: el uso de la terminología física, la modalidad de expresión es asertiva e interrogativa, las formas verbales utilizadas son en presente y presente con matiz de futuro. Finalmente, las profesoras usan el énfasis vocal (mostrados en letras 'negritas' en las transcripciones), la repetición y la expresión silábica como estrategias para enfatizar o fijar la atención de los alumnos. **EJEMPLO:** En el fragmento siguiente vemos los modos comunicativos usados (Tabla 1):

-La incorporación de *objetos materiales* para hacer demostraciones es usado también para atribuir significado a la materia y contribuir a la construcción de significados científicos. **EJEMPLO:** El fragmento refiere el uso de objetos materiales durante una clase orientada a la construcción de significados en relación a la Conservación del *Momento Angular* :

Profesora. Lo que vamos a demostrar hoy es la conservación del momento angular; ¿qué dice el principio de la conservación del momento angular? [], ¿Cuándo se conserva el momento angular? []... cuando la sumatoria de torques externos es igual a cero. Aquí tenemos un banquillo cuyo roce en el eje es casi nulo. Es un banquillo que puede girar libremente. Vamos a sentar a Luis, con dos pesas de masas iguales en cada mano. Las masas, como son iguales, hacen torque neto igual a cero respecto a cualquier punto del eje de rotación... Luís vas a mantener estirados los brazos y luego vas a recoger las pesas doblando los brazos acercando las pesas a tu cuerpo y vamos a ver qué pasa []... Luís siéntate y dale [EXPERIENCIA: Figura 1].

Profesora: (**Eso es lo que pasa cuando cambiamos el momento de inercia**). El momento angular se conserva cuando la sumatoria de torques externos es igual a cero, (**se con-ser-va**) [*Escribe en forma de ecuaciones en el pizarra: E1*]... es constante. Sabemos que existen cuerpos capaces de redistribuir su masa de manera de cambiar su momento de inercia. Cuando las masas se acercan al eje rotacional... cambia el momento de inercia, cambia la velocidad angular, omega, el producto entre el momento de inercia y omega; 'I' por 'w' sea constante...

6. Conclusiones

6.1 En relación a la elaboración del marco analítico para el estudio de las explicaciones

La aplicación del marco teórico, fundamentado en el libro de Ogborn y los aportes sobre la multimodalidad en la enseñanza, nos permitió conocer en detalle y de forma integral, las características de las explicaciones sobre tópicos de mecánica en el contexto de la enseñanza de la física a nivel, inicial, universitario. Algunas de las categorías del modelo han resultado interesantes, en concreto las nociones de creación de diferencias y de dotar de significado a la materia y la importancia que se da a la transformación de conocimiento. Estas aportaciones son nuevas para la Didáctica de las Ciencias y hacen cambiar muchos aspectos de la manera de ver lo que pasa en las clases. Algunos de los descriptores del modelo de Ogborn han resultado poco operativos para analizar la actuación de los profesores de física universitaria, hecho que nos ha llevado a redefinir algunos de ellos y a ampliarlos con otros de nueva incorporación que han surgido del estudio exploratorio previo. Echamos en falta la incorporación en el modelo de descriptores para analizar y caracterizar los aspectos multimodales y argumentativos de las explicaciones, que son presentes en las clases de física y que valoramos como fundamentales.

6.2 En relación a la caracterización de las explicaciones

El proceso de construcción de significados representa un *todo* en el que confluyen elementos que tienen que ver con la naturaleza de la audiencia (estudiantes de ingeniería) y sus necesidades, los puntos de partida para la elaboración de las explicaciones y la forma como las profesoras *eligen* abordar la construcción de significados científicos, y que incluye recursos y modos comunicativos usados. El modo como las profesoras transforman sus conocimientos disciplinares en formas apropiadas al nivel de sus alumnos y para que puedan ser aprendidos se puede ver a través de las explicaciones que éstas elaboran,

más específicamente, en la *elección* sobre cómo elaborar las explicaciones. Tal *elección* no en todos los casos resultaron ser las más adecuadas, ya que se evidenció que en algunas oportunidades contribuyeron a confundir a alumnos. El referente teórico usado permitió identificar algunos de los recursos o *razones* usadas por las profesoras para contribuir a la construcción de significados científicos. Entre estos están *el ejemplo, la ilustración, la analogía y la metáfora*. Por otra parte, las explicaciones elaboradas son construcciones semióticas caracterizadas por la conjunción de diferentes modos comunicativos. El lenguaje oral es el más omnipresente pero comparte espacio con lenguajes formales matemáticos, elementos del lenguaje gráfico-visual; así como un lenguaje gestual y, con el uso de objetos materiales o haciendo experiencias con estos objetos.

7. Referentes Bibliográficos

KRESS G., OGBORN J., JEWITT C. I TSATSARELIS C. (1998). Meaning making in the multimodal environment of the science classroom. Discussion paper prepared for the Rhetoric of the Science Classroom Mid Project Consultative Meeting. Preprint. Institute of Education. University of London.

LEMKE, J. (1998). Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text In Martin, J. & Veal, R. (eds). Reading Science: critical and functional perspectives on scientific discourse London: Routledge

LEMKE, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes, y acciones. En Benlloch, M. (ed.), *La educación en ciencias*. Barcelona: Paidós. pp. 159-186.

OGBORN J., KRESS G., MARTINS I. & MCGILLICUDDY K. (2002): Formas de Explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria.. Santillana, aula XXI.

STAKE, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.

Tabla 1: Los modos comunicativos en la explicación

Lenguaje Oral	Lenguaje escrito y visual ¹	Gestualidad
<p>Profesora: Cuando pasa por aquí ¿Qué pasa con la fuerza gravitatoria? [G1]</p> <p>Alumnos: Es cero</p> <p>Profesora: No hay fuerza gravitatoria. Pero hay velocidad, por tanto la partícula pasa de largo. Pero al pasar de largo así me estoy moviendo en este sentido [G2]</p> <p>Pero al pasar de largo así, la fuerza gravitatoria me hala así [G3] hacia el centro de la Tierra y cuando yo llego aquí [G4] me detengo y comienzo a moverme en el sentido que me hala la fuerza gravitatoria, en el sentido de la aceleración; entonces adquiero velocidad y paso nuevamente de largo y nuevamente se repite el proceso. Eso exactamente es lo que pasa con el resorte [Hace dibujo de resorte atado a un cuerpo D1]. Tengo una posición de equilibrio [G5]. Estiro el resorte y suelto [G6]. Pasa de largo, llega, se detiene, se devuelve, pasa por el punto de equilibrio, sigue de largo, disminuye su velocidad – pero ahora hay fuerza - se regresa y así se la pasa todo el tiempo. [G7]. Entonces tenemos lo mismo, estamos hablando de un mismo tipo de energía aún cuando la energía no está producida por el mismo agente. Estamos hablando de energía potencial (gravitatoria) [G8] y de energía potencial (elástica) [G9]. ¿Se entiende más o menos el concepto de energía potencial?....</p>		<p>[G1] Señala el punto que indica el centro de la Tierra</p> <p>[G2] Dibuja dentro del hueco una flecha en sentido hacia abajo</p> <p>[G3] Señala hacia el centro del hueco.</p> <p>[G4] Señala extremo inferior del hueco</p> <p>[G5] La señala en el dibujo</p> <p>[G6] Ilustra gestualmente el estiramiento del resorte y su liberación</p> <p>[G7] Muestra en la pizarra el movimiento del cuerpo y resorte al lesionarse y liberarse</p> <p>[G8] Señala dibujo de Tierra con hueco</p> <p>[G9] Muestra dibujo de resorte</p>

Figura 1: El uso de objetos materiales



CITACIÓN

FAGÚNDEZ, T. y CASTELLS, M. (2009). Estudio semiótico-comunicativo de la construcción de significados.. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3274-3280

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3274-3280.pdf>