

LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA A TRAVÉS DE PROCESOS ARGUMENTATIVOS

DUMRAUF^{1,2,3} A. y CORDERO^{1,2} S.

¹ Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB, UNLP-CONICET-CIC.

² Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Palabras clave: Argumentación; Termodinámica; Estrategias docentes.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre la mediación discursiva en los procesos de (re)construcción áulica del conocimiento científico, iniciadas a mediados de los '90, resaltaron el rol de las prácticas discursivas en el desarrollo del conocimiento. *“En el aula de ciencias, y en la enseñanza en general, la expresión oral es decisiva, entre otras razones, porque la instrucción procede, en gran medida, a través del lenguaje hablado y porque el aprendizaje se demuestra, en gran medida, a través del mismo”* (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003: 360).

Una perspectiva de indagación se dedica al estudio de la argumentación en aulas de ciencias. *“El razonamiento argumentativo es relevante para la enseñanza de las ciencias, ya que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza, por lo que la enseñanza de las ciencias debería dar la oportunidad de desarrollar, entre otras, la capacidad de razonar y argumentar”* (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003: 361). Este objetivo se vincula también con los fines de la enseñanza de las ciencias naturales en los niveles preuniversitarios. De acuerdo con Fourez (2002), la alfabetización científica y técnica refiere a la formación, inserción y capacidad creativa del ciudadano, privilegiando el desarrollo de la capacidad para utilizar saberes de las disciplinas frente a situaciones cotidianas.

En este trabajo pretendemos mostrar cómo un docente de Polimodal* enseña Termodinámica a través de procesos argumentativos. Para ello identificamos las estrategias “en acción” utilizadas por un docente innovador para promover la argumentación con pequeños grupos de estudiantes en la asignatura Física. En este caso, la argumentación se desarrolla en un “contexto natural”, con una participación activa del docente como argumentador (y no sólo como facilitador del debate). No se trata de actividades diseñadas con la intención de enseñar a argumentar, sino de enseñar Termodinámica. Sin embargo, en ellas el docente utiliza estrategias propias de su “estilo”, no específicas del contenido conceptual abordado, que le otorgan un lugar central a la argumentación. De esta manera pretendemos, sumergiéndonos en las clases y en el estilo de este docente, rescatar y elucidar aquellas estrategias útiles para otros docentes.

* Ciclo educativo preuniversitario, no obligatorio.

MARCO TEÓRICO

Hemos seguido los lineamientos propuestos por Leitão (2003) respecto de la argumentación en el aula. A diferencia de otros autores (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003) esta autora considera a la argumentación como una actividad social que comprende la justificación de afirmaciones y la consideración de visiones opuestas a las mismas, y tiene como objetivo cambiar la representación de una audiencia (real o virtual) sobre un determinado tópico. Así, la argumentación siempre involucra controversia. Cuando las personas en su vida cotidiana participan en procesos de argumentación justifican sus puntos de vista sobre cuestiones polémicas y consideran posiciones opuestas con el propósito de favorecer sus puntos de vista ante determinada audiencia. Esta definición combina un conjunto de dimensiones (discursiva, social, dialógica, dialéctica, cognitiva y epistémica) y un objetivo (actuar sobre las representaciones de la audiencia sobre un tópico) que, tomados en conjunto, brindan a la argumentación el potencial que posee para promover el aprendizaje.

La argumentación promotora de aprendizaje se implementa a través de un amplio rango de acciones discursivas agrupadas por Leitão (2003) en tres categorías: 1) acciones que satisfacen *requerimientos pragmáticos* para desarrollar la argumentación (enfatar la existencia de divergencias entre las visiones de los participantes, establecer los objetivos de la argumentación, y promover la participación como un método para resolver conflictos entre diferentes visiones); 2) el nivel de *argumentación*, se refiere a los constituyentes específicos de la argumentación como un tipo particular del discurso (sostener y criticar visiones, y reaccionar a las críticas); 3) el *nivel epistémico* abarca toda acción, típica del dominio específico del conocimiento abordado, que brinda contenido, procedimientos y formas de razonamiento dentro de la discusión. Estos tres niveles de acción constituyen condiciones que deben satisfacerse en un contexto instruccional para que sus participantes, hablando de un tópico curricular, puedan desarrollar un proceso argumentativo.

CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA

Realizamos este estudio en una escuela pública (La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina). El curso estaba compuesto por 20 estudiantes (8 mujeres y 12 varones) de entre 16 y 18 años. Con base en la ocupación de los padres, caracterizamos al grupo como perteneciente a sectores medios-bajos, desde el punto de vista económico.

Recolectamos información a través de: entrevistas y charlas informales con el docente; videograbaciones siguiendo la unidad temática de “Termodinámica”; encuestas a los estudiantes; recolección de carpetas de estudiantes; y entrevistas semiestructuradas a alumnos y alumnas voluntarios.

En cuanto al análisis de la información, la inmersión y organización de los datos implicó la transcripción literal de las entrevistas, la lectura de los videos y la construcción de mapas generales (Cordero *et al.*, 2002) que permitieron la delimitación y selección de episodios. La base de videograbaciones obtenida consistió en 7 horas dedicadas a la unidad pedagógica de Termodinámica. El registro se realizó con una cámara fija (instalada en un trípode que permitía su rotación) y un micrófono inalámbrico, que el docente llevó durante el transcurso de toda la unidad, y que permitió el registro fiel del audio en las instancias de trabajo grupal.

La primera clase de la unidad se inició con el relevamiento de nociones previas respecto al calor y la definición, por parte del docente, del calor como “*forma de transferir energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas*”. Finalizó con una exposición docente de las diferentes escalas para medir la temperatura y sus relaciones de conversión. En la segunda clase el docente planteó la resolución de un ejercicio escrito de cambio de escala y la búsqueda de definiciones en el libro de texto (Hewitt, 1999) a fin de abordar las escalas termométricas y los conceptos de calor, temperatura, conducción, convección y radiación. La tercera clase se inició con un repaso de lo desarrollado, el docente explicitó las unidades de medida de calor e introdujo expositivamente el concepto de energía interna. Durante la cuarta clase se retomó el concepto de calor, se trabajó sobre el equilibrio térmico, la dilatación térmica y la primera ley de la termodinámica.

En la quinta clase, los estudiantes discutieron en grupos situaciones problemáticas (que comprendían los conceptos de: equilibrio térmico, convección, conducción y primera ley de la Termodinámica) extraídas del libro de texto. En la última clase el docente realizó una revisión expositiva de lo tratado y enunció la segunda ley de la Termodinámica.

En un trabajo previo (Dumrauf y Cordero, 2004), analizamos las interacciones discursivas entre el docente y los estudiantes durante las actividades de explicitación de las ideas previas de los estudiantes respecto a la noción de calor y la exposición dialogada, a través de la cual el docente llega a la definición de calor. Para ello utilizamos un marco multidimensional de análisis, que combinó diversas ópticas de estudio, en un intento por capturar las interacciones áulicas, y los procesos de (re)construcción de conocimientos que tienen lugar a partir de las mismas, en toda su complejidad y dinamismo. Recuperamos la estructura y los ciclos de acción del docente, sostenidos, a su vez, por las dimensiones afectiva, social e institucional.

En este trabajo, focalizado en los procesos argumentativos, analizamos las interacciones discursivas entre el docente y sus alumnos y alumnas durante el trabajo en pequeños grupos. Para ello seleccionamos 3 episodios en los cuales 3 grupos diferentes discuten con el docente la noción de conducción a través de la definición de calor abordada previamente. En la selección de episodios tuvimos en cuenta: la temática específica desarrollada y las características de cada uno de los grupos en cuanto al nivel de participación y el rendimiento académico de los alumnos y alumnas que los constituían, tanto en los episodios elegidos, como en las demás actividades.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS

El primer episodio, desarrollado en la segunda clase de la unidad, correspondió al intercambio discursivo entre el docente y un grupo de 3 alumnos de buen rendimiento académico y alto nivel de participación. Los alumnos habían iniciado una actividad propuesta por el docente: elaborar una definición de conducción a partir de la lectura del libro de texto. El episodio comprende 77 intervenciones, 31 de las cuales fueron del docente. En el segundo episodio, de la misma clase, participaron el docente y 4 alumnos, quienes habían iniciado la resolución de la misma actividad que el primer grupo. Este grupo se caracterizaba por su bajo nivel de participación y rendimiento. Durante su desarrollo el docente tuvo 65 intervenciones de las 154 del episodio. En el tercer episodio, extraído de la cuarta clase, intervinieron 4 alumnas con alto nivel de participación y regular rendimiento académico. De las 154 intervenciones, 63 fueron realizadas por el docente. En él se discutió la misma noción de conducción, pero en función de la resolución de una situación problemática tomada del libro de texto (Hewitt, 1999).

Teniendo en cuenta los tres niveles de análisis propuestos por Leitão (2003) (pragmático, argumentativo y epistémico) realizamos un primer análisis comparativo. Si bien el porcentaje de intervenciones del docente en los tres episodios es equivalente (aproximadamente un 40% del total), su carácter difirió en cuanto a las estrategias discursivas utilizadas y al tipo de acción predominante.

En el primer episodio, las acciones desarrolladas comprendieron los tres niveles. Poseyeron un alto nivel argumentativo y, desde el punto de vista pragmático, el docente llegó a proponer a los alumnos que eligieran su propia forma de organización para resolver la tarea. La discusión, iniciada por los alumnos, partió de la información tomada por ellos del libro de texto acerca de los metales como buenos conductores. Considerando el nivel argumentativo, la labor del docente consistió en contra-argumentar y reformular las hipótesis enunciadas por los alumnos en un proceso de mutuo completamiento y ajuste. Desde el punto de vista epistémico evidenció la importancia del análisis de la composición de la materia y del movimiento de sus partículas.

El segundo episodio estuvo signado por el silencio y la incompreensión. Las acciones discursivas fueron predominantemente de tipo epistémico. El docente condujo una serie de secuencias de preguntas directivas, que siguieron un típico patrón IRF (iniciación docente-respuesta de alumno-*feedback* docente), a fin de

que los alumnos elaboraran una definición de conducción. En diversos momentos se evidenció falta de comprensión del sentido de la transferencia de energía y su relación con la variación de temperatura, manifestada a través de silencios y respuestas erróneas.

En el tercer episodio, desde un punto de vista epistémico, se manifestó también la dificultad para comprender el sentido de la transferencia de energía en un proceso de conducción. Sin embargo, el nivel de participación de las alumnas y su alternancia de roles en cuanto a la comprensión/incomprensión de las situaciones, permitió al docente orientar y participar de un debate. Desde un nivel pragmático, las alumnas fueron las que plantearon sus dudas acerca de si lo que se “*transmite es el frío o el calor*” entre dos cuerpos (al analizar, utilizando un lenguaje cotidiano, la conducción en una varilla metálica sostenida por una mano que se introduce en la nieve). El docente fue brindando pautas (proponiendo el análisis de la variación de temperatura en cada cuerpo y estableciendo la relación entre temperatura y energía cinética promedio de las moléculas) y nuevos ejemplos para su resolución. El episodio tuvo un alto nivel argumentativo evidenciado en requerimientos de justificación, explicitación de la presencia de visiones opuestas y cuestionamientos a las hipótesis enunciadas, tanto por parte del docente como de las alumnas.

Un indicador de las distintas estrategias asumidas por el docente en atención a la diversidad de los grupos fue el carácter de sus preguntas. En los grupos del primer y tercer episodios las preguntas fueron abiertas (por ejemplo: “*¿Y por qué los metales serán buenos conductores?*”), en tanto que en el segundo exigieron una respuesta única a partir de la enunciación de opciones (por ejemplo: “*¿de cuál cuerpo a cuál cuerpo va a haber transferencia de energía?*”).

CONCLUSIONES

Este primer análisis comparativo de los episodios nos permitió identificar distintas estrategias discursivas usadas por un docente en función de la diversidad presente en su aula: utilización de distintos tipos de preguntas (desde absolutamente abiertas, pasando por la explicitación de condiciones hasta las de selección de opciones); traducción/reformulación de las hipótesis de los alumnos desde el lenguaje cotidiano al científico; conducción del análisis a través del establecimiento de relaciones conceptuales y el planteamiento de ejemplos; explicitación de existencia de visiones contrapuestas y pedido de justificación.

Tales estrategias fueron usadas reiteradamente a lo largo de los episodios, conformando ciclos de expresión-discusión-reformulación-cierre provisorio que permitieron llegar a las nociones científicas a través de aproximaciones sucesivas. De esta manera, y a través de esta diversidad de acciones, el docente guiaba la (re)construcción compartida (Edwards y Mercer, 1994) del conocimiento científico en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORDERO, S., DUMRAUF, A. y COLINVAUX, D. (2002). “Hay extraños en el aula...” La utilización de videgrabaciones en la investigación en educación en ciencias. *Revista de Enseñanza de la Física*, 15, 5-21
- DUMRAUF, A. y CORDERO, S. (2004). “¿Qué cosa es el calor?”: Interacciones discursivas en una clase de física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 3, 2. www.saum.uvigo.es/reec
- EDWARDS, D. y MERCER, N. (1994). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós/MEC.
- FOUREZ, G. (2002). Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, 8,2. www.if.ufrgs.br/public/ensino
- HEWITT, P. (1999). *Física Conceptual*. México: Pearson
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. y DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en clases de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 359-370
- LEITÃO, S. (2003). Arguing and learning. En: LIGHTFOOT, C., LYRA, M. & VALSINER, J. (Eds.). *Challenges and strategies for studying human development in cultural contexts*. Connecticut: Greenwood Publishing Group.
- VALSINER, J. (Eds.). *Challenges and strategies for studying human development in cultural contexts*. Connecticut: