

Análisis del discurso argumentativo de los estudiantes de un curso universitario de física

Analysis of students' argumentative discourse in a university Physics course

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Ana Fleisner¹, Silvia Ramírez¹ y Ma. Belén Sabaini¹

¹Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Roque Sáenz Peña 352, CP B1876BXD, Bernal. Buenos Aires.

E-mail: afleisner@gmail.com

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar el discurso argumentativo de estudiantes universitarios de un curso de física. Se pretende establecer una relación entre dicho discurso y la comprensión de los contenidos de la disciplina. Se realiza el análisis de la respuesta de 25 estudiantes a una actividad escrita, reconociendo los componentes básicos de los argumentos, así como la estructura lógica de los mismos. Para ello se utilizan los modelos propuestos por Toulmin, Van Dijk y Adam. Por otro lado, se evalúa la pertinencia de los diferentes componentes argumentativos en relación a los contenidos conceptuales requeridos.

Los resultados muestran que en la mayoría de los casos se encuentran los componentes principales de los patrones de argumentación propuestos por los modelos utilizados, pero de manera incompleta. Muchos de los estudiantes presentan incomprensiones conceptuales. Se puede concluir que existe una relación entre el manejo del lenguaje conceptual y simbólico de la disciplina y la estructura del discurso argumentativo. Los discursos mejor estructurados resultaron ser los que mostraron mayor comprensión conceptual.

Palabras clave: Discurso argumentativo; Enseñanza de la física; Estudiantes universitarios.

Abstract

The aim of this work is to analyze the argumentative discourse of university students of a course of physics. We seek to establish a relationship between this discourse and the understanding of the contents of the discipline. The analysis of the response of 25 students to a written activity is performed, recognizing the basic components of the arguments, as well as the logical structure of the arguments. We use the models proposed by Toulmin, Van Dijk and Adam and we evaluate the relevance of the different argumentative components in relation to the required conceptual contents.

The results show that in most cases the main components of the argumentation patterns proposed by the models used are incomplete. Many of the students present conceptual misunderstandings. It can be concluded that there is a relationship between the conceptual and symbolic language of the discipline and the structure of argumentative discourse. The best-structured discourses turned out to be the ones that showed greater conceptual understanding.

Keywords: Argumentative discourse; Teaching physics; University students.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación en el que se analizan algunos factores que podrían incidir en el rendimiento académico de los estudiantes de los primeros cursos de química y de física de carreras científico tecnológicas. Dentro de esta investigación general, nos hemos centrado en las dificultades asociadas al manejo tanto del lenguaje conceptual como del simbólico. De manera más específica, en este trabajo abordamos la relación entre las mencionadas dificultades y la construcción de los discursos argumentativos de los estudiantes de física básica.

Expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia –dentro del nivel del aprendizaje que se pretende para cada asignatura– no es tarea sencilla para la mayoría de los estudiantes universitarios. Entre las posibles causas de este problema se pueden mencionar la falta de comprensión de los conceptos necesarios para responder a la demanda del docente, o la falta de dominio del género lingüístico correspondiente a dicha demanda. Muchos de los problemas de aprendizaje se deben a un desconocimiento tanto

del «patrón temático» como del «patrón estructural» propio del tipo de texto científico solicitado y de las interrelaciones entre ellos (Lemke, 1997).

En relación a esta problemática, desde la investigación educativa de la física se señalan distintos tipos de dificultades tales como: confusiones en los conocimientos; falta de diferenciación entre el significado que se le asigna a los conceptos en el ámbito cotidiano y en el científico (Campanario y Otero, 2000); inconvenientes en el manejo del lenguaje simbólico; fallas en la traducción de un lenguaje a otro y limitaciones para producir diferentes tipos de textos (atendiendo a la forma y a la pertinencia de los componentes de los mismos) (Macías y Maturano, 2017).

La comunicación en un curso de ciencias tiene características propias. Se entiende al discurso científico como un hecho multimodal. Se propone el término “híbrido semiótico” para expresar que estos discursos son simultáneamente verbales, visuales, matemáticos, accionales y se hace énfasis en la necesidad de enseñar todas las lenguas de la ciencia en el aula: las palabras, los símbolos, las imágenes (Lemke, 1998 en Márquez y otros, 2003). Desde el ámbito de la semiótica, favorecer el discurso argumentativo en los estudiantes, sobre sus formas idiosincrásicas de procesar la información científica, se revela como una cuestión fundamental para favorecer el aprendizaje. Según Sardà Jorge y Sanmartí Puig (2000) “...se piensa que... las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas y que el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución”.

El desarrollo de la habilidad cognitivo lingüística “argumentar” es de mucha importancia para los estudiantes de carreras científico tecnológicas, tanto para mejorar el aprendizaje de las diferentes disciplinas –haciéndolo más significativo– como para su posterior desempeño como profesionales.

Si bien existen numerosas definiciones para la habilidad “argumentar” en este trabajo se considera que argumentar es: “*Generar proposiciones, estableciendo relaciones entre ellas, que permitan defender una posición, examinando su fuerza y aceptabilidad*” (Martínez y Ospina, 2008).

Al argumentar se producen razones (argumentos) pertinentes al contenido y capaces de resistir los contra argumentos. El desarrollo de esta habilidad cognitivo lingüística abarca a otras menos complejas como definir, describir y justificar (Jorba y Sanmartí, 1996).

Entre los modelos existentes para estudiar al discurso argumentativo se encuentran el modelo de Toulmin (TAP), el de Adam (A) y el de Van Dijk (VD).

De acuerdo a Toulmin (1993), existen normas universales para construir y evaluar argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal. Este autor describe los elementos que constituyen a la estructura del discurso argumentativo, representa las relaciones funcionales entre ellos y especifica los componentes del razonamiento desde los datos hasta las conclusiones. El TAP se basa en un esquema de la argumentación, que contiene los siguientes componentes: *datos* (son hechos o informaciones factuales, que se citan para justificar y validar la afirmación); *conclusión* (es la tesis que se establece); *justificación* (son razones – reglas, principios...– que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión); *fundamentos* (es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación); *cualificadores modales* (aportan un comentario implícito de la justificación, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación); *refutadores* (también aportan un comentario implícito de la justificación, señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas).

El modelo de Toulmin, presenta el discurso argumentativo de forma descontextualizada. No tiene en cuenta que el discurso depende del receptor y de la finalidad con la cual se emite. El TAP es útil para conocer la estructura de una argumentación, pero no su validez (Driver y otros, 2000).

Según el modelo de Van Dijk (1978), desde el ámbito de lingüística textual, lo que define a un texto argumentativo es su finalidad: convencer a otra persona. En este modelo los componentes fundamentales son la justificación y la conclusión. La justificación se construye a partir de un marco general, en el contexto del cual toman sentido las circunstancias que se aportan para justificar las conclusiones. Estas circunstancias se refieren a hechos y a condiciones iniciales (puntos de partida) que el emisor considera que son compartidos por el receptor. Este autor caracteriza tres niveles de organización: la superestructura, la macroestructura y la microestructura de un texto argumentativo. Las superestructuras son las estructuras globales que caracterizan al tipo de texto. La macroestructura es el contenido del texto. Tanto las superestructuras como las macroestructuras semánticas se definen para el texto en su conjunto o para determinados fragmentos de éste. Las microestructuras están al nivel de las oraciones del texto, y se las denomina estructuras locales.

Adam (1992) propone un modelo de secuencia textual y de prototipo de texto argumentativo, incorpora el concepto de función persuasiva propia del tipo de texto. Según este autor, un texto argumentativo puede estar estructurado en diferentes secuencias de base: premisas, inferencias y conclusión. Siempre hay un tipo de secuencia que destaca y que define la estructura dominante del texto. Así, por ejemplo, en un texto argumentativo, pueden aparecer secuencias descriptivas, narrativas o de otros tipos, pero domina la secuencia argumentativa. Todo texto que se aproxime a este prototipo se podrá considerar argumentativo. Adam utiliza el modelo de Toulmin como base de la estructura argumentativa, pero analiza los textos

en términos de secuencias argumentativas encadenadas, de este modo, la conclusión de una secuencia podría ser una premisa de la siguiente.

Los vínculos entre el lenguaje técnico que utiliza la física, las estructuras matemáticas y los esquemas experimentales, sirven para describir, explicar y definir su objeto de estudio, el mundo al que se refiere y las herramientas a través de las cuales lo aborda. Por ello, consideramos que estableciendo de manera clara dichos vínculos, acercaremos a los estudiantes (y docentes) a una mejor comprensión de los modelos y teorías así como a una mejor interpretación de las definiciones y leyes de la física y las diferencias sustanciales entre ellas.

Debido a la falta de comprensión de diferentes temas de física básica que muestran los estudiantes surge la pregunta: dado que los discursos argumentativos más completos –en cuanto a la estructura lógica y a la referencia al marco teórico– evidencian mejor comprensión conceptual por parte de los estudiantes, ¿cuáles son los componentes faltantes en la argumentación de muchos de los estudiantes y qué problemas de comprensión evidencian?

A fin de responder nuestra pregunta en este trabajo se analizó la presencia de los componentes que, de acuerdo con el modelo de Toulmin, debe tener un texto argumentativo; la macroestructura del modelo de Van Dijk y el tipo de secuencia de la propuesta de Adam. Se evaluó tanto el aspecto formal de los textos elaborados por los estudiantes como la pertinencia de los mismos. Este análisis se realizó sobre las respuestas de los estudiantes de un curso de física básica a una actividad correspondiente al tema conservación del momento angular.

II. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de caso, exploratorio cualitativo e interpretativo, que buscó aclarar la relación entre el desarrollo de argumentación en clases de física, el uso del lenguaje disciplinar y la comprensión de contenidos en el contexto del estudio. Es cuasi experimental en tanto se interviene sobre un grupo de alumnos de la asignatura Física I de la Universidad Nacional de Quilmes. La misma es cuatrimestral, se dicta en ambos semestres y corresponde al segundo año de las carreras Ingeniería en Alimentos, Licenciatura en Biotecnología, Ingeniería en Automatización y Control, y Arquitectura Naval.

Se analizó el discurso de los estudiantes desde dos perspectivas: la especificada por Toulmin (1993) que plantea una revisión de la argumentación como una teoría del razonamiento práctico, y la proveniente de la lingüística textual, representada por los modelos de Van Dijk (1978) y Adam (1992) que plantea el análisis de las unidades comunicativas que van más allá de los límites de las oraciones gramaticales.

La actividad a través de la cual se analiza el modo de argumentación de los estudiantes en el presente trabajo se muestra en la figura 1. La misma formó parte del segundo parcial, escrito e individual, de la asignatura Física I, que constaba de 4 problemas para resolver. Los estudiantes dispusieron de 4 horas para el desarrollo completo del parcial (aproximadamente 1 hora para el desarrollo de la actividad analizada). Este parcial fue realizado por 25 estudiantes.

En las respuestas de los estudiantes a la actividad propuesta hemos analizado tanto la presencia de los componentes fundamentales de un texto argumentativo (TAP, VD y A) como la pertinencia del contenido de los textos (macroestructura VD) y las estructuras locales con las que se establecen las vinculaciones lógicas entre los componentes de los textos (microestructura en VD, premisas e inferencias en A). El objetivo didáctico de la actividad fue evaluar si los estudiantes son capaces de: a) definir el sistema cuyo movimiento pretenden describir; b) describir un movimiento en función de las magnitudes físicas adecuadas (magnitudes vinculadas al sistema), y; c) explicar dicho movimiento en función de leyes físicas en las que se relacionan las magnitudes vinculadas al sistema y al entorno. El contenido conceptual a evaluar fue la unidad correspondiente a movimiento de un sistema de partículas: Centro de masa. Velocidad del centro de masa y cantidad de movimiento lineal. Ley fundamental de la traslación de un sistema de partículas. Aceleración del centro de masa. Conservación de la cantidad de movimiento lineal. Cantidad de movimiento angular y momento de una fuerza para un sistema de partículas. Leyes de cambio y conservación de la cantidad de movimiento angular).

Dos patinadores, ambos de 50kg, se aproximan entre sí a lo largo de trayectorias paralelas separadas 3m y con velocidades iguales de 10m/s. Uno de ellos lleva una barra larga de peso despreciable de 3m de largo a la que sostiene por un extremo. El segundo, en el momento de encontrarse, toma el otro extremo de la barra. Describir cualitativamente y cuantitativamente el movimiento resultante.

FIGURA 1. Problema número 3 del Segundo Parcial de Física IA.

Dadas las características de la actividad propuesta correspondía establecer una hipótesis (H) respecto del movimiento de los patinadores. Los cualificadores modales (M) y los refutadores (R) son necesarios cuando las justificaciones no permiten aceptar una afirmación de manera inequívoca, sino provisional, en función de las condiciones bajo las cuales se hace la afirmación. Cabe señalar que no se evidenciaron en las resoluciones de la actividad de los estudiantes comentarios acerca de las condiciones de validez de las justificaciones. Por este motivo no se incluyen M y R en la tabla de resultados.

Para una mejor interpretación de los resultados contenidos en la tabla I, estableceremos el significado de las clasificaciones.

Respecto de los datos (D), se considera: completo (C) cuando el estudiante consigna correctamente los datos necesarios para resolver la actividad; incompleto (In) cuando en el texto no están consignados todos los datos requeridos; incorrecto (I) cuando el estudiante utiliza incorrectamente los datos involucrados o utiliza otros datos que no son necesarios para responder la actividad y, cuando no consigna los datos se señala como (no).

Respecto de la justificación (J), se considera: completa cuando el estudiante vincula adecuadamente el movimiento circular con las magnitudes *momento angular*, *momento de inercia*, *velocidad angular* y *torque*; incompleta cuando se vincula la posibilidad de giro sólo algunas de las magnitudes mencionadas; incorrecta cuando el estudiante vincula incorrectamente los datos con las magnitudes mencionadas y, cuando no justifica, se señala con (no).

Respecto de los fundamentos (F), se considera: completo cuando el estudiante vincula su justificación de manera adecuada al marco teórico correspondiente (en este caso particular cuando puede establecer que la magnitud L se mantiene constante siempre que no haya torques externos netos que puedan producir su variación); incompleto cuando el estudiante vincula parcialmente la justificación con el marco teórico correspondiente; incorrecto cuando fundamenta con conceptos que no son pertinentes (no corresponden al marco teórico adecuado) y (no) cuando no fundamenta.

Respecto de las conclusiones (C), se considera: completa cuando el estudiante logra llegar a la afirmación propuesta como hipótesis de una forma lógicamente válida y haciendo referencia al marco teórico; incompleta cuando están consignados de manera parcial los conceptos necesarios para arribar a la conclusión o cuando están parcialmente vinculados dichos conceptos con el marco teórico; incorrecta cuando la conclusión no se sigue de los datos contenidos en el enunciado y (no) cuando el estudiante no consigna en el texto ninguna conclusión.

Respecto de las premisas (P), se considera: completa cuando el estudiante utiliza los datos correctos y los vincula adecuadamente con las leyes físicas necesarias para justificar o apoyar a la conclusión; incompleto cuando los enunciados que se explicitan no son los necesarios para justificar o apoyar a la conclusión; incorrecta cuando los enunciados que se explicitan no son verdaderos y se señala con (no) cuando no explicita enunciados de partida para presentar su hipótesis respecto del movimiento.

Respecto de las inferencias (I), se considera: correcta cuando la conclusión se sigue lógicamente de las premisas; incompleta cuando se llega a la conclusión solamente con algunas premisas correctas; incorrecta cuando no hay relación entre las premisas y la conclusión se señala con (no) cuando no se establecen inferencias.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El análisis –realizado sobre las respuestas de los 25 alumnos– de la presencia de los componentes de TAP, de la macroestructura (VD) y del tipo de secuencia (A), así como la calidad y pertinencia de los mismos proporcionó como resultado los datos que se presentan en la tabla I.

TABLA I. Presencia, calidad y pertinencia de los componentes de los modelos argumentativos TAP, VD y A en las respuestas de 25 estudiantes a una actividad del primer parcial.

Modelo Componentes Calidad y pertinencia	TAP					VD		A		
	H	D	J	F	C	J	C	P	I	C
C	15	8	6	6	4	6	4	5	5	4
I	4	8	10	11	9	10	9	10	9	9
In	0	7	5	2	7	5	7	8	7	7
no	6	2	4	6	5	4	5	2	4	5
Total de respuestas	19	23	21	19	20	21	20	23	21	20

Los resultados muestran que muchos de los textos elaborados por los estudiantes son incompletos en cuanto a los componentes de los modelos de TAP, VD y A. Esto indica una carencia de seguimiento de un razonamiento formal en cuanto a la argumentación (inferir desde las premisas para obtener conclusiones) pero también un desconocimiento de las leyes físicas necesarias para explicar la rotación de los cuerpos y, sobre todo, la necesidad de fundamentar la variación o no de las magnitudes físicas que describen el movimiento rotacional a través de las leyes que corresponde.

Para poder responder correctamente el estudiante debe usar los siguientes conceptos (datos): sistema de cuerpos, cuerpo rígido, velocidad lineal, velocidad angular, cantidad de movimiento lineal, cantidad de movimiento angular, fuerza, torque de una fuerza, eje de rotación, distancia al eje de rotación y momento de inercia.

El 76% de los estudiantes establece una hipótesis para el movimiento de los patinadores. La mayoría de los estudiantes establece como hipótesis que los patinadores, luego de encontrarse, van a describir un movimiento circular. No todos logran explicitar la hipótesis que tienen pero la misma puede interpretarse por las anotaciones inconexas consignadas en las hojas de sus exámenes. Por ejemplo, algunos estudiantes no dicen explícitamente que los patinadores van a girar pero calculan una velocidad angular o dibujan una trayectoria circular. Aún formulando una hipótesis correcta, la mayoría de los estudiantes no logra construir un argumento en el que la misma quede demostrada de manera completa y adecuada a los contenidos que se han estudiado en el curso.

Sólo el 32% de los estudiantes utiliza todos los datos necesarios para desarrollar la actividad correctamente y sólo el 24% justifica la hipótesis que establece de manera correcta y vincula dicha justificación con el marco teórico adecuado (fundamentación). De este modo, sólo el 16% arriba a una conclusión completa y correcta. Señalaremos algunos de los modos de justificación y fundamentación más comunes en los estudiantes.

Muchos de los estudiantes piensan como un “choque” al encuentro entre los dos patinadores (uno de ellos con una barra) y, de modo automático, plantean la conservación de la cantidad de movimiento lineal. De este modo, aunque ya han supuesto un movimiento rotacional para los patinadores luego del encuentro, describen el movimiento rotacional a través de una magnitud que sólo puede describir un movimiento de traslación. De acuerdo al esquema de razonamiento que usan muchos de los estudiantes, parecería que consideran innecesario el uso del concepto de momento angular. Resultados similares muestran Peñalba y del Río (2005).

Algunos de ellos explican que no hay fuerzas netas externas al *sistema* (de entre estos, algunos explicitan qué cuerpos toman como “sistema” pero la mayoría no) pero no todos identifican cuáles son las fuerzas presentes y qué interacciones están siendo representadas por ellas. Todos los que plantean la conservación de la cantidad de movimiento lineal no reparan en que no pueden explicar de este modo la rotación que propusieron como hipótesis para los cuerpos.

Otros estudiantes plantean que cuando los dos patinadores toman la barra por sus extremos “se provoca un movimiento circular ya que *aparece* una fuerza central sobre los dos cuerpos, por lo que éstos giran alrededor de un eje que pasa por el centro de la barra”. Si bien es correcta la afirmación, no les permite calcular la velocidad angular con la que giran en función del dato de la velocidad lineal que cada patinador tenía antes del encuentro y, por lo tanto, no les permite describir cuantitativamente el movimiento. Esto evidencia que, muchas veces, no distinguen entre las magnitudes que permiten describir un movimiento de aquellas que permiten explicar el mismo.

Muchos estudiantes escriben ecuaciones matemáticas a modo de fundamentación sin explicitar el contenido físico de las mismas. Por ejemplo, escriben $\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$ pero no explicitan cuáles son las fuerzas que

generan torque y respecto de qué punto lo hacen, ni cuál es el sistema cuyo momento angular está representado por L . Observamos que la complejidad propia del uso de nuevos conceptos y sus formalizaciones, pero también la desvinculación con la que suelen presentar (tanto los docentes como los libros de texto) la dupla concepto–formalización del mismo, generan dificultades en los estudiantes. Entendemos que la representación formal o matemática de un concepto físico funciona como *el lenguaje* que permite tanto al científico como al estudiante estructurar su discurso y comunicarse. Por este motivo estamos de acuerdo con Karam y Pietrocola (2009) en la importancia de favorecer desde la enseñanza tanto las habilidades técnicas del uso de la matemática como herramienta, como las habilidades estructurantes –en particular la interpretación del lenguaje–.

En el contexto universitario cabe esperar que los estudiantes refuercen sus argumentos haciendo referencia explícita al marco teórico (fundamentación). En la mayoría de sus respuestas describen el movimiento (luego del encuentro los patinadores giran con una determinada velocidad angular que puede calcularse en relación con la velocidad lineal de los mismos, previa al encuentro) sin apelar a los conceptos del marco teórico que les permitiría explicar la rotación de los cuerpos (ley de conservación del momento angular).

IV. CONCLUSIONES

Estudiar el desarrollo del discurso argumentativo de estudiantes en un aula de física básica y analizar su relación con la comprensión de los contenidos disciplinares es uno de los objetivos principales de nuestra investigación. Los resultados obtenidos nos permiten evaluar las dificultades de los estudiantes en la construcción de argumentos, la incomprensión de algunos de los contenidos fundamentales de la asignatura y también el vínculo entre ambos problemas. Hemos observado que, de modo general, los estudiantes no utilizan los datos contenidos en las afirmaciones que deben explicar. Constatamos también que justifican sus afirmaciones utilizando para ello definiciones de magnitudes estudiadas en la asignatura pero no logran fundamentar atendiendo a las leyes y los modelos del marco teórico estudiado, a través de los cuales se establecen vínculos entre las magnitudes que sirven para describir el estado de movimiento de un sistema y aquellas que permiten explicar la variación o constancia de las anteriores. Las dificultades que presentan los estudiantes para utilizar correctamente las ecuaciones matemáticas que representan enunciados de la física proviene, entre otros factores, de dificultades asociadas a la interpretación del contenido físico en los enunciados de igualdad.

Por otra parte el modo en el que, por regla general, los estudiantes construyen textos que intentan ser argumentativos, evidencia una falta de comprensión sobre el modo en que se genera y se comunica el conocimiento científico.

Sostenemos que conocer al discurso argumentativo de los alumnos es potencialmente útil para mejorar la actividad del profesor (introducir modificaciones en el material didáctico, en el desarrollo de la clase y en la selección de libros de texto para abordar los contenidos a desarrollar) con el fin de promover la argumentación en sus cursos.

REFERENCIAS

- Adam, J. M. (1992). *Les textes: types et prototypes*. París: Nathan.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: MEC.
- Karam, R. y Pietrocola, M. (2009). Habilidades técnicas versus habilidades estructurantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico, *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2, 181–205.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Lemke, J. (1998). Multiplying Meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. En: Martin J. y Veal R. (Eds), *Critical and Functional Perspectives on Discourses of Science*. London: Routledge, 87–113.
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 371–386.
- Martínez, J. y Ospina, N. (2008). La potencialización de habilidades cognitivolingüísticas en la enseñanza/aprendizaje de la primera ley de la termodinámica asociada a procesos físico-químicos, en profesores en formación inicial de licenciatura en química. Proyecto de Grado. Proyecto Curricular de Licenciatura en Química. Facultad de Ciencias y Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- Peñalba, R. y del Río, T. (2005) ¿Qué comprenden los estudiantes universitarios cuando enseñamos el momento angular? *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII CONGRESO.
- Sardà Jorge, A y Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 405–422.
- Toulmin, S. E. (1993). *Les usages de l'argumentation*. París: PUF.
- Van Dijk, T. A. (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.