



Dificultades en la conceptualización y en la construcción del discurso oral en la enseñanza de la física universitaria

Ana Fleisner, Ma. Belén Sabaini.

Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Roque Saenz Peña 352, B1876BXD, Bernal, Buenos Aires, Argentina.

ARTICLE INFO

Received: 22 July 2020

Accepted: 21 August 2020

Available on-line: 30 November 2020

Keywords: Educación Universitaria, Física, discurso oral.

E-mail addresses: Incluir las direcciones electrónicas de cada autor.

ISSN 2007-9847

© 2020 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

For several years, as part of the research Project- The language of the exact and natural sciences: a fundamental factor in teaching and learning-, we have analyzed the discourse of our students. We usually research written discourse, as it is the way to evaluate our students (tests, laboratory reports). In different works we relieve the difficulties found in relation to the management of the symbolic language of the sciences and in the construction of argumentative discourse, especially chemistry and physics at the university level. The arrival of this pandemic scenario and the consequent mandatory social isolation in Argentina (especially in the bonaerense conurbano area in which our university is established) forced us to transform, radically and in a very short period of time, the modality of our classes. In the course of the first semester - and depending on some of the new activities raised - we have been able to discuss some issues related to the orality of our students. We have noted that our students generally find it very difficult to express themselves correctly when trying to explain a problem, even though they have managed to solve it analytically satisfactorily. In this work we intend to present and analyze some of the difficulties observed in the oral discourse of students from two physics I courses of the Department of Science and Technology of the National University of Quilmes.

Desde hace ya varios años - en el marco del proyecto de investigación: El lenguaje de las ciencias exactas y naturales: un factor fundamental en la enseñanza y el aprendizaje- nos dedicamos al análisis del discurso de nuestros estudiantes. Habitualmente investigamos mucho más sobre el discurso escrito que sobre el oral, dado que es el modo a través del cual solemos evaluar a nuestros estudiantes en las diferentes asignaturas de ciencias básicas de carreras científico-tecnológicas (exámenes, informes de trabajos prácticos de laboratorio). En diferentes trabajos hemos ido relevando las dificultades encontradas en relación al manejo del lenguaje simbólico de las ciencias y con la construcción de discurso argumentativo, especialmente de la química y la física a nivel universitario. La llegada de este escenario de pandemia y el consecuente aislamiento social obligatorio en Argentina (especialmente en la zona de conurbano bonaerense en la cual está establecida nuestra universidad) nos obligó a transformar, de manera radical y en un lapso de tiempo muy corto, la modalidad de nuestras clases. En el transcurso del primer cuatrimestre -y en función de algunas de las nuevas actividades planteadas- hemos podido analizar algunas cuestiones vinculadas a la oralidad de nuestros estudiantes. Hemos observado que, de modo general, a nuestros estudiantes les cuesta mucho expresarse correctamente cuando intentar explicar un problema, aun cuando han logrado resolverlo analíticamente de manera satisfactoria. En el presente trabajo pretendemos presentar y analizar algunas de las dificultades observadas en el discurso oral de estudiantes de dos cursos de Física I del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes.

I. INTRODUCCIÓN

A consecuencia de la pandemia de COVID-19, el estado argentino decidió imponer el aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO) como medida para mitigar la diseminación del virus. Se procedió entonces al cierre de los centros educativos de todos los niveles, desde mediados de marzo de 2020. Las clases en los distintos niveles educativos de la Argentina debieron transformarse de manera radical y en un lapso de tiempo muy corto.

La Universidad Nacional de Quilmes dispone de los recursos necesarios para sostener una educación virtual, por lo que se retrasó dos semanas el inicio de las clases y se procedió a la capacitación de los docentes.

Algunos de los cursos de Física I (mecánica newtoniana) de la mencionada universidad debieron modificar la modalidad de sus clases no sólo en cuanto a la presencialidad sino también respecto de la estructura de trabajo: las clases dejaron de ser teóricas prácticas y se separaron en presentaciones teóricas separadas de las clases de resolución de problemas; dejaron de presentarse actividades introductorias tendientes a la verificación del estado de conocimiento previo de los estudiantes; los trabajos prácticos de laboratorio se modificaron en número y estructura y se modificó el modo de evaluación, incluyendo en esta nueva etapa, una entrevista oral individual (vía aplicaciones para videoconferencias) que no se usaba en la presencialidad. Estas modificaciones nos permitieron observar situaciones que pasaban desapercibidas en la modalidad presencial.

En el presente trabajo se presenta una descripción de las dificultades en el manejo del discurso oral observadas en estudiantes de dos cursos de Física I de la Universidad Nacional de Quilmes. Dichos estudiantes cursaron, durante el primer cuatrimestre de 2020 su tercer cuatrimestre en la universidad para las carreras de Licenciatura en Biotecnología, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Automatización y Control Industrial y Arquitectura Naval.

Durante este primer cuatrimestre, atravesado por el aislamiento social dispuesto por la situación de pandemia, el curso de Física I se dictó de manera totalmente virtual. Previo al inicio del curso, el equipo docente se contactó con todos los estudiantes inscriptos e indagó sobre las posibilidades de conexión a internet y disponibilidad de tiempo y espacios adecuados de cada estudiante en sus domicilios. En función de los datos obtenidos se procedió a la toma de decisiones respecto de la estructura del curso.

Las clases teóricas y las clases de problemas se dieron de manera sincrónica en los horarios que habían sido pautados en la oferta académica. Se modificaron las guías para ejercitación y se redujo el número de trabajos prácticos experimentales. Se realizaron sólo aquellos trabajos experimentales que no requerían de equipamiento especial. Los trabajos prácticos experimentales de la asignatura Física I están enfocados en acercar a los estudiantes a la toma de medidas directas e indirectas, a la evaluación de las incertezas inherentes a toda medición y a conocer la estadística necesaria para evaluar los resultados de las medidas. Se procedió entonces, para poder desarrollar algunas de estas actividades de modo remoto, a simplificar las guías de los trabajos prácticos.

Física y lenguaje

Desde hace varios años investigamos acerca de las diversas dificultades que presentan los estudiantes universitarios en relación con el lenguaje de la física. Particularmente hemos trabajado sobre la comprensión y manejo del lenguaje simbólico (Wainmaier y Fleisner, 2015), del manejo del lenguaje disciplinar (Fleisner y Sabaini, 2019), la interpretación de enunciados, la asignación de significado físico a estructuras matemáticas (Fleisner y col., 2016) y la construcción de textos argumentativos (Fleisner y col., 2017; Sabaini y Fleisner, 2018). A partir del análisis de exposiciones orales y de textos producidos por los estudiantes, pudimos identificar incomprensiones que provienen de la atribución errónea de significado a ciertos términos propios de la física pero que son también usados en nuestro lenguaje cotidiano, de una lectura incorrecta del significado físico de las expresiones matemáticas usadas en clase y que repercuten en una incorrecta construcción de textos argumentativos.

En el presente trabajo evaluamos las incomprensiones arriba mencionadas en el discurso oral de estudiantes de la asignatura Física I de la Universidad Nacional de Quilmes.

I. a. Lenguaje disciplinar

El aprendizaje comprensivo de la física por parte de los estudiantes de cursos básicos del nivel universitario, implica adquirir un cuerpo de conocimientos con características sustancialmente diferentes al “conocimiento común” (Bachelard, 1972; Astolfi, 1994; Lemke, 1998) que, aunque no necesariamente tiene un valor epistémico mayor, requiere de conceptos designados por términos claros y precisos. El lenguaje utilizado en Física requiere, además, conocer las estructuras matemáticas usadas por esta disciplina para representar estructuras conceptuales que versan sobre el “mundo”.

Muchas de las dificultades de aprendizaje que enfrentan los estudiantes de física están relacionadas con el lenguaje particular de la disciplina. Quizás la más frecuentemente nombrada es la dificultad asociada al manejo del lenguaje simbólico. Pero esta es una dificultad que se presenta luego de haber sido sorteada una anterior: la de desambiguación de algunos términos de la física, es decir, la de atribución de significado físico a términos ampliamente utilizados en el lenguaje cotidiano (De Pro Bueno, 2003).

Como todo lenguaje técnico, el lenguaje de la física es mucho más preciso que el lenguaje utilizado en la vida cotidiana y su aprendizaje requiere un diseño de actividades apropiadas y una reflexión didáctica específica para los diferentes momentos del proceso. Es decir, resulta fundamental que el docente introduzca las especificidades del lenguaje científico ateniendo al contexto en el que lo usa –formulación inicial de las teorías, introducción de un nuevo concepto, análisis de los resultados de un trabajo práctico de laboratorio, presentación de ciencia ya consolidada– y que enseñe las particularidades que el mismo tiene cuando se lo usa para describir, explicar, interpretar, argumentar y proponer hipótesis.

La adquisición del conocimiento científico se favorece con el intercambio de opiniones y la negociación de significados entre estudiantes y docente (Gómez Moliné y Sanmartí, 2000; Vygotsky, 1978).

I. b. Discurso argumentativo

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.

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. 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). 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. 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. 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.

I.c Significado físico

Desde la geometrización introducida en la modernidad, el lenguaje matemático fue empelado en la física para cuantificar, estructurar y expresar enunciados sobre sucesos y procesos del “mundo físico”. Sin embargo, el profundo vínculo que relaciona a la física con la matemática no debilita las sustanciales diferencias entre ambas ciencias. Aunque habitualmente se piense a la matemática como el lenguaje de las ciencias, la matemática cuando es usada en física es un dialecto distinto de dicho lenguaje (Redish, 2005). Los recursos formales – matemáticos y lógicos – son fundamentales en el análisis y la descripción de la naturaleza, pero su uso exige considerar particularmente en la enseñanza, las diferencias sustanciales entre enunciados formales y fácticos (Salinas, 2002).

Desde hace tiempo la investigación educativa en ciencias da cuenta de que los estudiantes conciben a la física como un conjunto de fórmulas y símbolos; advierten sobre las serias dificultades de los estudiantes universitarios para interpretar el significado de los formalismos matemáticos que usan (Lawson y Mc Dermott 1987; Hammer, 1994) y resaltan la importancia de que ellos comprendan que, a diferencia de lo que ocurre en matemática o en lógica, las "fórmulas" de la física son fórmulas interpretadas fácticamente (Ragout y Cárdenas, 1999). En tal sentido Cudmani et al., 1995, pág. 239 afirman que "muchas de las dificultades de aprendizaje son consecuencia de haber vaciado de significado físico a las relaciones matemáticas con que se simbolizan los enunciados de leyes y de un manejo de estas expresiones como meros algoritmos de cálculo".

II. METODOLOGÍA

Se analizó el discurso de 28 estudiantes (de dos cursos) de Física I de la Universidad Nacional de Quilmes. En el curso para la carrera de Biotecnología turno mañana, se inscribieron 23 estudiantes de los cuales se presentaron al primer examen parcial 22 y al segundo 17. En el curso destinado a estudiantes de Ingeniería en Automatización y Control Industrial y Arquitectura Naval, se inscribieron 16 estudiantes y se presentaron a los dos parciales 11. Se observó el uso del lenguaje técnico disciplinar, la completitud en cuanto a componentes del discurso argumentativo y la atribución de significado físico a las expresiones matemáticas utilizadas.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Aunque no es la temática del presente trabajo, cabe señalar que el rendimiento académico -así como el desgranamiento típico de los cursos de Física I en la Universidad Nacional de Quilmes- no se modificó de modo significativo con el cambio de modalidad. El número de estudiantes inscriptos en Física I durante el primer cuatrimestre de cursado virtual fue similar a los de los cuatrimestres presenciales anteriores. El desgranamiento en ambos cursos también es similar al observado durante la modalidad presencial.

La siguiente tabla (Tabla I) muestra los resultados del análisis del discurso de los estudiantes.

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).

TABLA I. Resultados.

MB: muy bien, B: bien, R: regular, M: mal. C: complete, I: incompleto, A: adecuado, I: inadecuado.

Características	Uso del lenguaje disciplinar				Componentes del discurso argumentativo		“lectura” del significado físico de expresiones formales.	
	MB	B	R	M	C	I	A	I
N° de entrevistas orales	7	8	6	7	12	16	10	18

La primera observación que surge del análisis de los discursos de los estudiantes (escuchados en las entrevistas) es acerca de la dificultad que tienen para establecer el significado de los términos que usan, independientemente del contexto en el que los estén usando. Definir es una habilidad cognitivo lingüística básica y de menor complejidad que fundamentar o argumentar. Muchos estudiantes son capaces de encontrar diferencias en los significados de los términos en contextos distintos (cotidiano y de la física) pero no logran establecer el significado de manera correcta en ninguno de los dos contextos. Como ejemplo se puede mencionar el siguiente: un estudiante resuelve correctamente un ejercicio de tiro oblicuo: dibuja el vector velocidad inicial \vec{v}_0 e identifica como única fuerza presente durante todo el movimiento al peso del cuerpo. Pero, al explicar y describir el movimiento dice: “la pelota tiene inicialmente la *fuerza* que le da la mano” señalando el vector \vec{v}_0 .

Se observa una gran dificultad para construir definiciones, es decir, expresar características necesarias y suficientes para que un concepto no se pueda confundir con otro, con ayuda de otros términos que se supone ya conocidos. Resulta comprensible la dificultad de establecer una definición en el contexto cotidiano para los términos de la física ya que, como muchos estudiantes señalan, se utilizan indistintamente términos distintos (específicos, o no, de la física) para referir una misma noción o un mismo término para referir nociones muy diversas. Pero resulta más llamativa la dificultad en la construcción de definiciones en el ámbito de la física siendo que, en el caso del ejemplo, velocidad y fuerza son magnitudes que caracterizan una el estado de movimiento del sistema y la otra la interacción del sistema de estudio con el medio.

En relación con el discurso argumentativo, observamos que los argumentos de nuestros estudiantes suelen ser incompletos en cuanto a los componentes e incorrectos en relación con la estructura lógica. Esta incompletitud e incorrección están asociadas al patrón estructural del discurso pero tienen un correlato con el desconocimiento (o mala interpretación) del patrón temático. Veamos un ejemplo: un estudiante resuelve correctamente un problema en el que se le pide que diga si hay (y en tal caso, que la encuentre) variación de su energía cinética de un que, teniendo una cierta velocidad inicial, se desplaza una cierta distancia sobre una superficie con rozamiento hasta quedar detenido. Al ser indagado sobre el motivo por el que cambia la energía cinética del cuerpo dice: “La energía cinética cambia porque cambia la velocidad del móvil”.

Si bien es cierto que la velocidad del objeto cambia, ese cambio no es el motivo por el cual varía la energía cinética del cuerpo. La energía cinética cambia porque el cuerpo interactúa con algún otro cuerpo y, producto de esa interacción se ejerce sobre el primero una fuerza cuyo punto de aplicación se desplaza, es decir, hay un trabajo ejercido sobre el cuerpo en cuestión. Se observa que el estudiante no tiene en cuenta todos los datos que deben estar presentes en su argumento y que arriba a una conclusión verdadera (la energía cinética del cuerpo varía) haciendo una inferencia incorrecta.

Por último, de la observación de los discursos orales de los estudiantes surge que la “lectura” del significado físico de expresiones formales que hacen, suelen ser literales en cuanto al formalismo matemático, y desprovistas de interpretación disciplinar.

Como ejemplo: al pedirle a un estudiante que explique el significado físico de la expresión matemática que representa la definición de la magnitud *trabajo*, el estudiante dice: “El trabajo es el producto escalar de una fuerza por un desplazamiento”.

El estudiante está haciendo una traducción literal de una relación matemática y se está dejando de lado el contenido físico involucrado en la relación, tal vez, a consecuencia de entender que el significado de un concepto físico queda completamente delimitado por su representación matemática. Se mezclan entonces dos planos debido a una interpretación incorrecta del verbo *ser*: el plano de los conceptos físicos y el plano de las estructuras formales. El estudiante desconoce que una relación de identidad matemática utilizada para representar una determinada relación entre conceptos físicos, no implica identidad entre los conceptos, ni entre ellos mediados por una operación matemática.

A la dificultad que surge de confundir un concepto con su representación matemática se le suma la del uso cotidiano (en nuestro lenguaje natural) del término que designa el concepto. Los alumnos suelen asociar el “trabajo” a un esfuerzo y a un “gasto de energía”, de modo tal que muchos piensan que siempre que actúe una fuerza necesariamente habrá un “esfuerzo” asociado y, por tanto, un trabajo.

Este tipo de ejemplos se repiten frecuentemente en los discursos de los estudiantes. Muchos no logran resolver bien los ejercicios, pero incluso entre los que los resuelven correctamente, algunos no pueden justificar verbalmente las relaciones funcionales utilizadas en la resolución o explicar, el significado físico de las mismas.

IV. CONCLUSIONES

Los motivos que nos llevaron a relevar, describir y analizar las dificultades en el manejo del discurso oral que presentan los estudiantes de Física I de la UNQ fueron básicamente dos. Por una parte, creemos en la necesidad de compartir experiencias relacionadas con la virtualidad forzada por la situación de pandemia. La virtualización de asignaturas experimentales significó un grado importante de dificultad para el estudiante no habituado a esta modalidad, pero también para el docente que debió convertir, en cuestión de días, su tradicional material de trabajo. A pesar de las dificultades, creemos que la experiencia fue (y sigue siendo) sumamente enriquecedora. Por otra parte, y en relación con el enriquecimiento mencionado, hemos podido corroborar más allá de los discursos prefabricados, que la educación implica procesos dinámicos que pueden y deben ser modificados en función de las circunstancias. En antiguo examen oral -modificado en función de las nuevas necesidades- puede volver a resultar una forma útil de evaluar aspectos no evaluados a través de un examen escrito, y muy importantes para el desarrollo intelectual de nuestros estudiantes. Pero más allá de la evaluación para la acreditación, estimular el discurso oral en torno a los contenidos de la asignatura puede favorecer el desarrollo del pensamiento teórico en los estudiantes, a través de la producción de discurso argumentativo y actuando sobre sus formas idiosincrásicas de procesar la información científica.

REFERENCIAS

- Adam, J. M. (1992). *Les textes: types et prototypes*. París: Nathan.
- Astolfi, J. P. (1994). *El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos*, *Enseñanza de las Ciencias* 12, 206-216.
- Bachelard, G. (1972). *Formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Vrin, Paris (1938). Trad. cast: *La formación del espíritu científico*. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo, (Siglo veintiuno editores, México).
- Cudmani, L., Salinas, J. y Pesa, M. (1995). *Distintos tipos de constantes en física y aprendizaje significativo de la disciplina*, *Enseñanza de las Ciencias* 13, 237-247.

- De Pro Bueno, A. (2003). *La enseñanza y el aprendizaje de la física*. En, Jiménez Aleixandre, M^a P., Pedrinaci Rodríguez, E., Viera Sánchez, A., Caamaño Ros, A., de Pro Bueno, A. y Oñorbe de Torre, A. *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial GRAO.
- Fleisner, A., Ramírez, S. y Viera, L. (2016). *El lenguaje de la física: la importancia de la información contenida en los conceptos métricos*. Latin-American Journal of Physics Education. México DF: Board. vol.10 (4). 43061 - 43068.
- Fleisner, A., Ramírez, S., Sabaini, Ma. B. (2017). *Análisis del discurso argumentativo de los estudiantes de un curso universitario de física*. Enseñanza de la Física, 29, 139 – 144.
- Fleisner, A. y Sabaini, Ma. B. (2019). *Física y lenguaje: el significado de los términos de magnitudes*. Enseñanza de la Física, 31, 327-332.
- Gómez-Moliné, M. y Sanmartí, N. (2000). *Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje*. Educación Química, 11(2), 266-273.
- Hammer, D. (1994). *Epistemological beliefs in introductory Physics*, Cognition and Instruction 12, 151-183.
- Lawson, R. y Mc Dermott, L. (1987). *Student understanding of work-energy and impulse-momentum theorems*, American Journal of Physics 55, 811-817.
- Lemke, J. L. (1997). *Multiplying Meaning: visual and verbal semiotics in scientific text*. En J.R. Martin & R. Veel, Eds., Reading Science, Routledge, London, pp.87-113.
- Ragout, S. y Cardenas, M. (1999). *El lenguaje de la Física universitaria y su relación con algunos problemas de aprendizaje*. Memorias de la Décimo Primera Reunión Nacional de Educación en Física. Mendoza, Argentina, pp. 182-188.
- Redish, E. (2005). *Problem Solving and the Use of Math in Physics Courses*. Proceedings of ICPE, Delhi, India.
- Sabaini, Ma.B. y Fleisner, A. (2018). *Textos argumentativos en los informes de trabajos prácticos de laboratorio*. Enseñanza de la Física, 30, 199-209.
- Salinas, J. (2002). *Lenguaje matemático y realidad material en la enseñanza y en el aprendizaje de la Física*. VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de la Física. Aguas de Lindota, Brasil.
- Toulmin, S. E. (1993). *Les usages de l'argumentation*. París: PUF.
- Van Dijk, T. A. (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. London: Harvard University Press.
- Wainmaier, C. y Fleisner, A. (2015). *Interpretación del lenguaje simbólico de la física: las "lecturas" de los estudiantes*. Latin-American Journal of Physics Education, vol. 9 (2). 2501/1- 2501/8.