



# Glosarios y “ecuacionarios”: actividades para favorecer el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas en cursos virtuales de física universitaria

**Ana Fleisner, María Belén Sabaini**

Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes. Roque Sáenz Peña 352. Bernal, Argentina.

## ARTICLE INFO

**Received:** 5 de septiembre de 2021

**Accepted:** 28 de octubre 2021

**Available on-line:** 30 de noviembre de 2021

**Keywords:** Física, Glosario, Lenguaje.

**E-mail addresses:**  
afleisner@unq.edu.ar  
msabaini@unq.edu.ar

ISSN 2007-9847

© 2021 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

During the last two years, in the context of the COVID-19 pandemic, Physics I classes in the Science and Technology department of Universidad Nacional de Quilmes were virtual, and we have been able to analyze the students' speech. We have highlighted difficulties in relation to the use of the symbolic language of science, the construction of arguments and, especially, in some difficulties related to oral discourse. Based on the results obtained in interviews with our students, we observed a high difficulty in the attribution of physical meaning to the different types of equations with which they work satisfactorily when solving problems. In this work we present two activities -formulated to help the development of the oral discourse and the construction of theoretical thinking- that consist of developing a glossary and a repository of equations, with the most significant mathematical terms and expressions studied in the course. In the resolution of the activities we observed an inadequate discursive development and a literal reading of the equations used.

L Durante los últimos dos años, transcurridos en contexto de pandemia, hemos desarrollado las clases de Física I de manera completamente virtual y nos hemos dedicado a analizar el discurso oral y escrito de estudiantes de dos cursos de Física I del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes. Hemos relevado las dificultades encontradas en relación al manejo del lenguaje simbólico de las ciencias y a la construcción de discurso argumentativo prestando especial atención a algunas dificultades vinculadas al discurso oral. En función de los resultados obtenidos en entrevistas realizadas a nuestros estudiantes, observamos una alta dificultad en la atribución de significado físico a los distintos tipos de ecuaciones con los que trabajan de manera satisfactoria al resolver problemas. En el presente trabajo presentamos dos actividades -formuladas para favorecer el desarrollo del discurso oral de los estudiantes y la construcción de pensamiento teórico- que consisten en la elaboración en el aula virtual de un glosario y de un repositorio de ecuaciones -“ecuacionario”-, con los términos y expresiones matemáticas más significativos estudiados en la asignatura. En la resolución de las actividades se observa un escaso desarrollo discursivo en los estudiantes y una lectura literal de las ecuaciones utilizadas.

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1 Enseñanza, lenguaje y pensamiento teórico

Proponer un modo de enseñanza que posibilite un aprendizaje con sentido y significado para los estudiantes, es decir, que favorezca el pensamiento, requiere un análisis de los saberes y lenguajes a enseñar que incluya discusiones epistemológicas, metodológicas y ontológicas.

Para enseñar a pensar e ir más allá de la mera transmisión de conocimientos, es necesario practicar una enseñanza desarrollante (Davidov, 1988) que forme en los estudiantes un pensamiento teórico, es decir, un pensamiento que posibilite comprender y dominar el proceso de origen y desarrollo de los sucesos y procesos del mundo por medio del análisis de las condiciones en que se producen los mismos.

El pensamiento teórico, a diferencia del pensamiento empírico, tiene formas específicas de generalización y abstracción tales, que posibilitan a los estudiantes la formación de conceptos en vez de un acercamiento fragmentado a la realidad en el que los objetos o fenómenos son representados por alguna de sus manifestaciones (en física, generalmente por una expresión matemática) y son resultado de la observación hecha por el sujeto (Kopnin, 1978). Una enseñanza que favorezca el desarrollo del pensamiento teórico posibilita identificar las particularidades esenciales del objeto o fenómeno y la conexión interna de sus aspectos y evita que el estudiante construya juicios aislados producto de la formación de conceptos resultantes de la experiencia sensorial (y de la asociación entre ésta y alguna expresión matemática), mas no de la esencia del objeto en su totalidad y su devenir, como es particularidad principal de los conceptos científicos.

Introducir y enseñar los conceptos de manera completa -como modo opuesto a la presentación teórica seguida de una serie de ejercicios de aplicación- favorece el desarrollo de pensamiento teórico ya que esta manera posibilita al sujeto comprender la esencia del objeto estudiado y hallar las conexiones internas de las propiedades de los objetos analizados, sus contradicciones y singularidades, como parte de un todo integrado. Separar la definición ontológica de un concepto de su representación formal permite comprender la diferencia entre los planos de significado físico y matemático (Fleisner y col. 2016, 2019). De acuerdo con Davidov (1988), el pensamiento teórico elabora los datos de la observación y los representa en forma de conceptos, expresados mediante diferentes sistemas semióticos, mediante procesos de deducción y análisis de las relaciones existentes entre las cosas al interior de un sistema - en particular, una teoría física -, identificando, cada una de las aristas necesarias para la definición de un concepto métrico, así como la relación parte-todo entre ellas. El concepto, aquí, actúa como forma de reflejo del objeto/ fenómeno y como medio de su estructuración; es decir, como una “acción mental especial” (Davidov, 1988).

El pensamiento teórico se desarrolla mediante una lógica que posibilita traspasar la mera identificación de los rasgos aparentes del objeto/fenómeno de la observación y su determinación como concepto a través de un término que lo designe (Moura, 2010). La tarea del pensamiento teórico es revelar la esencia del fenómeno, por medio del tránsito entre lo abstracto y lo concreto y, por lo tanto, las conexiones internas del fenómeno estudiado.

En cuanto al lenguaje y a la importancia que tiene en el contexto del proceso de aprendizaje de las ciencias acordamos con Vygotsky (1992) en que lenguaje y pensamiento no son independientes entre sí ni lo son del contexto en el que se producen. Las funciones psíquicas superiores -como el lenguaje- tienen un origen histórico-social y nacen en las interacciones que se producen en el proceso de comunicación entre las personas. El lenguaje es, entonces, parte integrante y producto del resto de capacidades cognitivas por lo que entendemos que es fundamental en el proceso de formación de conceptos y, por lo tanto, en la adquisición del tipo de pensamiento que se intenta favorecer desde la enseñanza.

Dado que el lenguaje científico es multimodal o, en términos de Lemke (1998) un “híbrido semiótico”, expresado en discursos científicos que son simultáneamente verbales, visuales, matemáticos, accionales, resulta necesario enseñar todas las lenguas de la ciencia en el aula: las palabras, los símbolos, las imágenes. Por otra parte, para favorecer el desarrollo de pensamiento teórico resulta indispensable facilitar el intercambio de ideas y las argumentaciones entre los alumnos, así como trabajar sobre sus formas idiosincrásicas de procesar la información científica. Las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas por lo que el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución, por este motivo, resulta fundamental la inclusión de los estudiantes en la ciencia a través de comunidades de práctica en las que circulen modos de discurso similares a los usados por las comunidades científicas (Sarda y Sanmartí Puig, 2000; Suppe, 1998 y Osborne, 2007).

Con el objetivo de transformar -al menos en parte- la práctica tradicional de enseñanza, desarrollamos dos actividades que intentan acompañar al estudiante en una transformación del pensamiento que transgreda la generalización

empírica (producto del simple establecimiento de relaciones mediante la sola percepción) y que posibiliten un análisis de aquellos conceptos aprendidos, esto es, hacia el desarrollo de un pensamiento teórico.

## II. METODOLOGÍA

### II. 1. Acerca de la asignatura

Física I es una asignatura cuatrimestral de las carreras Licenciatura en Biotecnología (Bio), Ingeniería en Alimentos (IngAl), Ingeniería en Automatización y Control Industrial (IACI) y Arquitectura Naval (Arq. N) de la Universidad Nacional de Quilmes. La misma forma parte del núcleo obligatorio del ciclo inicial de dichas carreras, estimando que los estudiantes la cursen en el segundo año de sus trayectorias. Se requieren 3 asignaturas correlativas previas: Introducción al Conocimiento de la Física y la Química, Álgebra y Geometría Analítica y Análisis Matemático I. La materia se dicta los dos cuatrimestres del año y, dado el contexto de aislamiento por COVID-19 en los últimos dos años, es dictada de manera 100% virtual. Física I es un curso básico de mecánica newtoniana. Sus contenidos buscan propiciar la construcción de conceptos fundamentales de la mecánica elemental de la partícula, de sistemas de partículas y de fluidos.

Asimismo, la asignatura tiene como objetivo favorecer un adecuado aprendizaje de los contenidos específicos de la disciplina, para promover capacidades tales como: diferenciar conceptos y leyes; integrar conceptos (en leyes) y leyes (en teorías), transferir los contenidos a la resolución de ejercicios y problemas, emplear adecuadamente las diferentes representaciones que utiliza la física y relacionar adecuadamente los desarrollos teóricos con el mundo. De esta manera, se pretende alentar una comprensión adecuada sobre la naturaleza y el conocimiento científico para promover capacidades para la construcción de interpretaciones adecuadas sobre los fenómenos, una comprensión profunda del significado físico que encierran las expresiones matemáticas, el modelado de situaciones reales teniendo claro el universo de validez y el marco teórico desde el que se lo va a estudiar.

### II. 2. Objetivos de las actividades

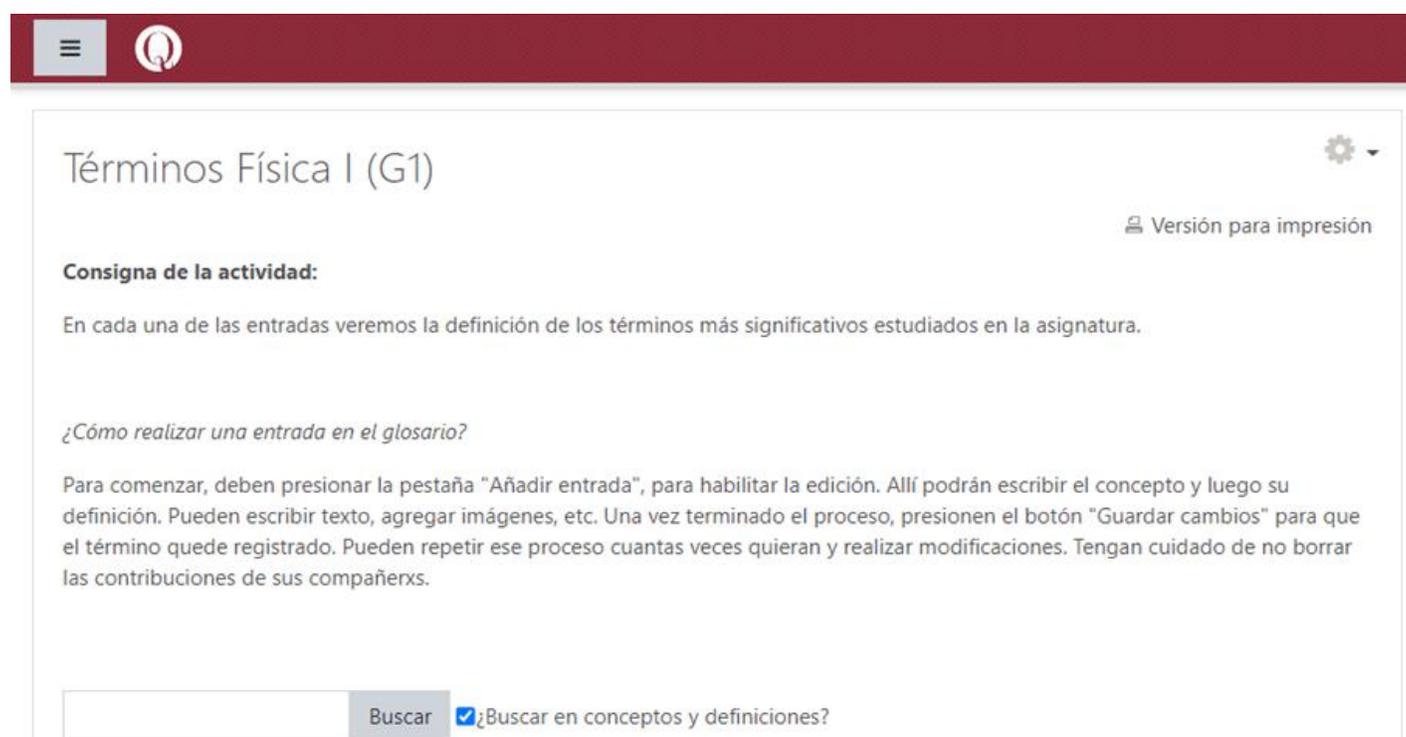
Las actividades propuestas tienen un doble objetivo: por un lado, pretenden favorecer la adquisición de habilidades cognitivo-lingüísticas y por otro -y derivado del primero- acompañar el desarrollo de pensamiento teórico en los estudiantes a través de la construcción del significado físico contenido en expresiones formales. Otorgarle importancia a las definiciones completas de los términos que designan magnitudes físicas, permite comprender que la representación formal de un concepto no agota todas las características esenciales del mismo. De igual modo, explicitar el contenido físico de una expresión formal permite comprender las relaciones contenidas entre diversas características de los conceptos involucrados no representadas en la expresión.

Por otro lado, las actividades se realizan en grupos porque entendemos que el trabajo colaborativo favorece la negociación de significados y, por lo tanto, la construcción simultánea de conocimiento y discurso disciplinar. Con el desarrollo del glosario se pretende favorecer la adquisición de la habilidad cognitivo-lingüística definir: las personas estudiantes deben delimitar aquella característica o propiedad que desean nombrar de modo tal que quede claramente identificada y señalarla utilizando vocabulario técnico disciplinar adecuado. Previamente deben identificar aquellos términos que en el contexto de la asignatura poseen un significado específico que no está contenido en el que se le atribuye en el lenguaje cotidiano. Conocer la definición de cada uno de los conceptos relevantes de la asignatura podría permitir identificar mejor la función que cumplen en las distintas ecuaciones en las que intervienen y los límites de validez de las mismas. Por su parte, para desarrollar el “ecuacionario”, se debe describir la estructura formal, definir cada una de las magnitudes representadas en la ecuación y justificar -en el sentido de elaborar una interpretación en clave física de la expresión formal o explicar la relación existente entre las magnitudes representadas en el lenguaje simbólico. La descripción de la estructura formal debería permitir entender el motivo por el que resulta adecuado representar una magnitud física a través de una operación matemática y extrapolar parte del significado matemático a la propiedad física.

### II. 3. Actividades y modo de trabajo

Las propuestas fueron desarrolladas con estudiantes de dos cursos de la asignatura Física I -uno para Bio y otro para IngA1, IACI y Arq.N. Las mismas se llevaron a cabo el primer cuatrimestre del 2021, durante el dictado virtual de la asignatura y fueron realizadas en grupos de 3 ó 4 estudiantes. Cada grupo decidió cuáles y cuántos de los términos relacionados con los contenidos de la asignatura eran los más significativos para incorporar a su glosario. Todos los estudiantes del grupo podían editar las entradas de los términos. De modo similar, los estudiantes escogieron las expresiones matemáticas para emplear en el “ecuacionario” y las incorporaron y definieron colaborativamente en el aula virtual. A modo de ejemplo, durante el desarrollo de las primeras clases, se eligieron algunos términos y algunas ecuaciones y se explicó en qué consiste una definición completa de un término físico y cómo debe “leerse” el contenido físico de una expresión matemática.

La primera actividad fue configurada en el campus virtual a través del recurso “glosario”. La Figura 1 es una imagen de la actividad en el aula virtual, donde se puede observar la consigna y una breve explicación de cómo realizar las entradas de los términos en dicho glosario. Si es necesario, este recurso permite añadir imágenes.



**FIGURA 1.** Imagen de la actividad glosario en el aula virtual.

Para la realización del “ecuacionario”-ver Figura 2- , se utilizó el recurso Wiki del campus virtual. Esta herramienta permite crear un único texto a partir del trabajo colaborativo de diferentes participantes. Además, los aportes e intervenciones escritas pueden ser enriquecidas con imágenes, audios u otros recursos multimedia habilitados en el aula. De esta manera, resulta muy útil la implementación de la herramienta Wiki para la realización del “ecuacionario” ya que favorece las competencias del trabajo colaborativo, evidenciando la necesidad de negociación entre los estudiantes del grupo en relación a la elección de los términos y el contenido a desarrollar. Asimismo, promueve la habilidad individual de expresión escrita, análisis y síntesis.



**FIGURA 2.** Imagen del repositorio de ecuaciones en el aula virtual.

Cabe aclarar que se crearon un glosario y un “ecuacionario” por grupo y fueron configurados de manera tal que el resto de los participantes no pudieran realizar intervenciones ni observar lo realizado por otros grupos.

Las actividades fueron habilitadas luego de la primera semana de clases y se cerraron al final del cuatrimestre. De esta forma, cada grupo podía ir incluyendo los términos o ecuaciones a medida que se iban desarrollando los contenidos en las clases. Asimismo, los docentes fueron añadiendo comentarios de lo realizado a fin de que los estudiantes pueden modificar, agregar y/o corregir lo necesario.

De esta manera, a lo largo del cuatrimestre, se observó el uso del lenguaje técnico disciplinar, el desarrollo de la habilidad de definir y la atribución de significado físico a las expresiones matemáticas utilizadas en las actividades propuestas.

### III. RESULTADOS PRELIMINARES Y ANÁLISIS

En las definiciones consignadas por los estudiantes en la actividad glosario se observa poco desarrollo discursivo propio. Generalmente copian de modo textual las definiciones (no siempre completas) que encuentran en los libros de texto.

Algunos estudiantes -aquellos que construyen definiciones más completas- agregan descripciones de las estructuras matemáticas que representan las magnitudes definidas. Por ejemplo, al definir velocidad como el cambio en la posición de un móvil respecto del tiempo, complementan la definición explicando que se trata de una magnitud vectorial, las unidades en las que puede ser expresada, la diferencia entre velocidad media e instantánea y la diferencia entre velocidad y rapidez. En cualquiera de los casos, la mayoría de las producciones de los estudiantes pueden encontrarse textualmente en páginas web. Por otra parte, persiste la lectura literal de las ecuaciones en la que se describe la operación matemática que representa la relación entre magnitudes, desatendiendo las particularidades de las magnitudes involucradas y el tipo de relación expresada por el signo igual. Este signo suele ser “leído” como “es” sin prestar atención a que una magnitud física no “es” una operación matemática, sino que puede ser representada a través de ella.

Algunos estudiantes explican cómo es posible calcular una magnitud sin explicar qué significado físico tienen ni esa magnitud ni las otras que intervienen en su definición o en las leyes que la involucran. Por ejemplo, en relación a la ecuación que permite calcular un torque, sostienen que el Torque o momento de una fuerza es una magnitud vectorial que se obtiene en base al producto vectorial entre el vector de posición del punto de aplicación de la fuerza respecto al centro de rotación y la fuerza mencionada. Se observan también dificultades relacionadas con la organización del

conocimiento. Por una parte resulta evidente la dificultad para clasificar, jerarquizar las ecuaciones y los términos importantes de la asignatura y para resumir la información relevante. Aunque algunas magnitudes -y sus definiciones- quedan contenidas en las definiciones de otras, vuelven a consignarlas sin establecer el vínculo que hay entre ellas. Por ejemplo, luego de haber definido velocidad y explicar que se denomina rapidez al módulo de la misma, crean otra entrada para el término rapidez. Todos los grupos de estudiantes incluyeron en el repositorio de ecuaciones entre 15 y 35 ecuaciones cuando aquellas que resultan fundamentales para el curso no son más de 10 y muchas de las ecuaciones consignadas se obtienen de otras -ya consignadas- como consecuencia de aplicar determinadas condiciones.

En cuanto a la clasificación se observan dificultades para distinguir entre términos que designan magnitudes y otro tipo de términos, como, por ejemplo, aquellos que designan tipos de movimientos. Asimismo se observa que los estudiantes no distinguen entre magnitudes utilizadas para describir el estado de un sistema físico de aquellas que pretenden explicar cambios en los estados de un sistema.

### III. REFLEXIONES Y MODIFICACIONES A FUTURO

El uso de glosarios y repositorios de ecuaciones específicas de la disciplina, pueden convertirse en recursos muy valiosos como estrategias de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, al igual que cualquier otro recurso, estas herramientas deben planificarse cuidadosamente para alcanzar los objetivos de enseñanza-aprendizaje buscados.

Con el fin de orientar a los estudiantes en la jerarquización de los términos y ecuaciones utilizados en la asignatura, señalaremos -al menos en toda la primera parte del curso- cuáles son los términos y ecuaciones que deben incluir, explicando por qué son los más significativos y relevantes. Asimismo, indicaremos cuáles son las categorías en las que conviene clasificar los términos y las ecuaciones en relación con la función que cumplen en el corpus de conocimiento de la mecánica newtoniana. Consideramos que la construcción de discurso científico y argumentativo se ve favorecida por la negociación de significados que tiene lugar en el contexto del trabajo colaborativo y que, a través del proceso de producción colectiva, se mejora también la escritura (Fleisner y col. 2017). Por este motivo pretendemos seguir fomentando la escritura colaborativa y las discusiones acerca del contenido físico de las ecuaciones empleadas en el curso por lo que propondremos una corrección entre grupos de estas actividades.

### REFERENCIAS

- Davidov, V. (1988). La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico. Investigación psicológica teórica y experimental. Moscú: Progreso.
- 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. 10 (4).
- 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.
- Fleisner, A. y Sabaini, Ma. B. (2019). Física y lenguaje: el significado de los términos de magnitudes. *Enseñanza de la Física*, 31.
- Kopnin, P.V. (1978). *A Dialéctica como Lógica y Teoría do Conhecimento*. Río de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Editorial Paidós.

Moura, M. O. (2010 Comp). *A atividade pedagógica na teoria Histórico- Cultural*. Brasilia: Liber libro.

Osborne, J. (2007). Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(1).

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.

Suppe, F. (1998). "Scientific Theories", in *Routledge Encyclopedia of Philosophy*. London: Routledge.

Vygotsky, L. (1992). *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza.