



Física e inclusión

Fleisner, Ana

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

ARTICLE INFO

Received: 7 de septiembre de 2023

Accepted: 29 de octubre de 2023

Available on-line: 30 de noviembre de 2023

Keywords: Física, Universidad, Inclusión.

E-mail addresses:
ana.fleisner@unq.edu.ar;
afleisner@gmail.com

ISSN 2007-9842

© Instituto de Educación en Ciencias
A.C.

ABSTRACT

In the Department of Science and Technology of the University of Quilmes, many students are first-generation university students. For this reason, they have not inherited from their families – nor acquired in previous educational levels – an idea of what it means to be a university student or the skills necessary to successfully go through university education. This paper presents some proposals implemented in Physics courses aimed at developing the contents of the subject, also trying to promote the acquisition of those skills that are necessary to be able to conclude a university career. In this sense, including students with the profile described means a double challenge: to investigate and understand what knowledge students possess, but also which of them represent a base on which to build knowledge of both physics and the necessary knowledge to move through their academic life, and which represent epistemological obstacles.

En las carreras del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Quilmes, una gran cantidad de estudiantes, es primera generación de estudiantes universitarios. Por este motivo no han heredado de sus familias -ni adquirido en los niveles educativos previos- una idea de lo que implica ser estudiante universitario o las habilidades necesarias para transitar de manera exitosa la formación universitaria. Este trabajo presenta algunas de las propuestas implementadas en cursos de Física I tendientes a desarrollar los contenidos de la asignatura intentando, además, favorecer la adquisición de aquellas habilidades que resultan necesarias para poder concluir una carrera universitaria. En este sentido incluir estudiantes con el perfil descrito significa un doble desafío: indagar y comprender cuáles son aquellos saberes que las y los estudiantes poseen pero también, cuáles de ellos representan una base sobre la que construir los conocimientos tanto de física como los necesarios para transitar su vida académica y cuáles representan obstáculos epistemológicos.

I. INTRODUCCIÓN

En las carreras del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Quilmes (UNQ), una gran cantidad de las personas estudiantes, es primera generación de estudiantes universitarios. Por este motivo no han heredado de sus familias una idea de lo que implica ser estudiante universitario ni muchas de las habilidades necesarias para transitar de manera exitosa la formación universitaria. A esta situación se suma que, de manera general, la formación adquirida en los niveles educativos previos (OCDE, 2023) tampoco resulta ser la base adecuada sobre la cual construir el conocimiento específico de la carrera seleccionada, ni para favorecer la permanencia en el nivel universitario.

La UNQ, por una cuestión territorial -sus sedes se encuentran en el conurbano bonaerense- pero también como parte de una decisión política, intenta llegar a sectores de la sociedad históricamente postergados, sectores para los que no fue pensada y diseñada la universidad argentina en sus comienzos, a la vez que incluirlos a la vida universitaria sin que esto implique ofrecerles estudios de menor calidad académica.

Cabe recordar que el modelo de la universidad argentina de principios del siglo XIX, fue el propuesto por Wilhem von Humboldt para la universidad de Berlín -distinto del modelo francés- se destacaba por colocar a la universidad como el vehículo apropiado para desarrollar el ideal humanista y tendría por función asegurar el tránsito entre la educación formal y sistemática hacia el cultivo de la ciencia. Es decir, la universidad no constituía un centro de enseñanza sino de investigación. Desde ese entonces el sistema universitario ha pasado por diversas etapas, pero hoy tiene un número de estudiantes mucho mayor y sus ingresantes un perfil completamente distinto del que tenían en sus orígenes e, incluso, del de hace 15 años. En el año 2015 se sancionó la Ley 27204 que establece la responsabilidad “indelegable y principal del Estado en el nivel de educación superior”, considerándola un “bien público” y un “derecho humano”. Esta reforma explicita que ningún ciudadano puede ser privado del acceso a la Universidad por razones personales o de origen social y hace cargo al Estado de garantizar ese derecho. (Coraggio & Vispo, 2001).

En este nuevo escenario es necesario repensar y redefinir muchas cuestiones relativas a los contenidos que se enseñan, el modo en el que se trabaja pensando siempre en el perfil de la población estudiantil. En este sentido *incluir* a estudiantes con el perfil descrito -es decir, no dejar necesariamente fuera de toda posibilidad de aprender las cuestiones básicas de un curso-, significa un doble desafío. Por una parte, implica indagar y comprender cuáles son aquellos saberes que las y los estudiantes poseen, pero también, cuáles de ellos representan una base sobre la que construir los conocimientos tanto de física como los necesarios para transitar su vida académica y cuáles representan obstáculos epistemológicos.

Si bien la experiencia que puede brindar el contacto con el mundo es algo que toda persona posee, comprender que las disciplinas científicas se refieren no a ese mundo sino a uno distinto, -que representa al anterior construyendo para eso herramientas teóricas y formalismos lógico matemáticos adecuados-, requiere de un grado mayor de abstracción que la mera observación surgida de la experiencia, así como la posibilidad de construir lenguajes con los que referirse a este nuevo mundo (Fleisner y Sabaini, 2019).

En el presente trabajo se presentan algunas de las propuestas implementadas en cursos de Física I tendientes a desarrollar los contenidos de la asignatura intentando, además, favorecer la adquisición de aquellas habilidades que resultan necesarias para poder concluir una carrera universitaria -y que una gran mayoría de las y los estudiantes no poseen-.

En el diseño del mencionado curso de Física I hemos incluido, entre otros recursos, actividades indagatorias previas al desarrollo de los contenidos, la explicitación de los objetivos de cada guía de problemas y ejercicios así como de cada ejercicio en particular, actividades de seguimiento semanal continuo, actividades de interpretación de formalismos matemáticos y lenguajes simbólicos, traducción entre lenguajes y la confección colaborativa del primer informe de trabajo práctico de laboratorio (grupo de estudiantes y docente).

Entendiendo que el tipo de público en las aulas de física de la UNQ va variando muy rápidamente -casi de año a año-, el objetivo de este modo de trabajo es buscar, de manera continua y ajustada a los tiempos de las variaciones, conocer las características de los y las destinatarios/as de los cursos para -intentando no juzgar si son mejores o peores que en otra época- tenerlas en cuenta a la hora de diseñar el modo de desarrollo de los contenidos de la asignatura. Seguramente las condiciones de trabajo ideales, pensadas desde los orígenes del sistema universitario argentino, son otras, pero la *inclusión con calidad* exige entender para qué público se está trabajando y no seguir ofreciendo una educación a la que ese público no puede, por condiciones culturales, acceder.

II. METODOLOGÍA

Para recabar información sobre diversas características de las y los estudiantes -de los cuatro cursos de Física I que se dictan en la UNQ- se llevaron a cabo distintos relevamientos.

Se analizaron datos que posee la Universidad Nacional de Quilmes sobre el entorno familiar y cultural de las y los estudiantes, así como el grado de estudios de la familia de estudiantes. Los mismos provienen de los informes anuales

que elabora el espacio de Tutorías del Departamento de Ciencia y Tecnología (TutCyT) y que son compartidos con el Espacio de Formación Docente del mismo departamento (EFECT) y con la planta docente en general.

Se realizó una encuesta y entrevistas a estudiantes sobre hábitos de estudio para relevar el número de horas semanales que estudian, el espacio en el que estudian, la tecnología de la que disponen y el acceso a internet, el material con el que estudian los temas desarrollados en clase y el modo en el que encarar la resolución de ejercicios y problemas de aplicación. También se observó al estudiantado en las clases prácticas, prestando especial atención al modo en el que resuelven ejercicios y problemas.

Para conocer las herramientas matemáticas de las que disponen las personas estudiantes y si las usan exitosamente en distintos contextos, se realizó un trabajo conjunto con el área de Matemática Básica. A principio de cada cuatrimestre, desde principios del año 2022, se evalúa a estudiantes de Física I y Análisis Matemático II, a través de un conjunto de cinco ejercicios la capacidad de resolver ecuaciones lineales, cuadráticas, productos escalares y vectoriales, descomponer vectores en coordenadas cartesianas y derivadas.

Por último, se analizó el discurso de las personas estudiantes en informes de trabajos prácticos de laboratorio, en exámenes parciales y en entrevistas orales, en relación al lenguaje técnico disciplinar. Se analizó el significado atribuido a los términos específicos de la asignatura, en uso de dichos términos, la completitud de los esquemas argumentativos usados en la confección de los informes de laboratorio y en las fundamentaciones solicitadas en diversos ejercicios y problemas. Asimismo, se observó la cohesión del discurso y la estructura argumentativa en las exposiciones orales.

III. OBSERVACIONES

A continuación, se presenta un breve resumen de los resultados de las indagaciones llevadas a cabo.

Una gran cantidad de estudiantes de la UNQ son primera generación de estudiantes universitarios en su entorno familiar. Si bien las condiciones laborales de la población estudiantil son muy variables, trabaja menos de la mitad y, entre quienes lo hacen, la mayoría lo hace informalmente. La mayoría del estudiantado vive en la zona en la que está emplazada la sede central de la UNQ a no más de una hora de viaje en transporte público.

Normalmente estudian una escasa cantidad de horas por día y concentran mayor número de horas de estudio en épocas de exámenes parciales -que suelen ser las mismas para las distintas asignaturas que cursan-. Cerca de la mitad de las personas estudiantes consultadas disponen de un lugar adecuado para estudiar en sus propios domicilios y la otra mitad lo hace en la biblioteca de la universidad. De manera general, al resolver problemas y ejercicios, se enfocan en la resolución mecánica sin revisar de manera profunda los conceptos trabajados en clase. No consultan cotidianamente libros de texto y suelen buscar explicaciones cortas en diversos sitios en la Internet o analizar problemas ya resueltos por docentes o estudiantes más avanzados.

Respecto del manejo de operaciones matemáticas básicas necesarias para el aprendizaje de los temas de mecánica clásica elemental que se trabajan en la asignatura Física I, se observa que: la gran mayoría del estudiantado puede resolver una ecuación lineal (90%), una cantidad menor puede encontrar las raíces de una ecuación cuadrática (70%), alrededor del 20% deriva correctamente una función compuesta y muy pocos estudiantes pueden descomponer un vector en sus componentes cartesianas o calcular correctamente los productos escalares y vectoriales (10%). Algunas de las dificultades observadas, permiten suponer que el problema excede en mucho al deficiente manejo de herramientas matemáticas y que pueden estar asociadas al uso del lenguaje simbólico. Por ejemplo, se observa que, al descomponer un vector, si el ángulo indicado en la figura que se presenta no es el que está entre el eje de las x y el vector, las y los estudiantes asocian mecánicamente la componente en x con el coseno del ángulo y la componente y con el seno. Se observa también que en las derivadas de funciones compuestas no distinguen entre la variable y las constantes (a pesar de estar explícitamente señalado).

Comparando los mencionados resultados con los de relevamientos hechos desde el Observatorio en Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales (OEACEN) de la UNQ, desde el año 2011, se observa que las dificultades relevadas en las personas estudiantes han variado en los últimos años. Los años de aprendizaje de asignaturas como Análisis matemático y Álgebra y geometría analítica en forma virtual -debido al aislamiento producto de la pandemia por COVID 19-, han dejado como resultado un aprendizaje deficitario de operaciones matemáticas básicas y fundamentales.

Al analizar el discurso del estudiantado (en informes de TP, en exámenes parciales y entrevistas orales) se observa que algunas de las incomprensiones están asociadas a la atribución de significado cotidiano a términos específicos del lenguaje de la física, o a la imposibilidad de leer las expresiones matemáticas atribuyendo a cada símbolo el significado físico correspondiente. Por ejemplo, el estudiantado suele poder asociar la noción de trabajo con la integral del producto escalar entre un vector fuerza y otro que representa el desplazamiento, pero no siempre comprenden que el vector desplazamiento se refiere al del punto de aplicación de la fuerza. Esto dificulta entender cuando una fuerza realiza trabajo y cuando no. Se observa también dificultad en el manejo de estructuras lógicas básicas que van, desde comprender que para mostrar la falsedad de un enunciado basta con mostrar un contraejemplo, hasta diferenciar las partes o elementos de estructura de un argumento (Osborne, 2007). El análisis de los informes de laboratorio muestra la escritura deficitaria de una gran cantidad de estudiantes en cuanto a la estructura gramatical. Un ejemplo de esto es el intento por escribir oraciones largas, que contienen otras oraciones subordinadas, en las que terminan perdiendo la idea de cuál es el sujeto principal y, por lo tanto, utilizando verbos que no se corresponden con el mismo. En cuanto a la estructura de los informes se observan confusiones respecto de la información que tiene que constar en cada apartado, dificultad para elaborar un breve resumen y comprender qué significa explicitar una conclusión.

Resulta notable la escasa facilidad del estudiantado para hacer una breve presentación oral sobre los temas del curso que sea coherente, fluida y utilizando el lenguaje técnico disciplinar adecuado.

Dado el contexto definido por las características de la población de estudiantes de la UNQ -al menos en su mayoría-, se sostendrá que *incluir* significa entender la necesidad de trabajar simultáneamente distintas cuestiones, que van más allá del mero desarrollo de los temas de cada asignatura. Por este motivo, y teniendo la voluntad y el desafío de no quitar la posibilidad de transitar la vida universitaria a quienes no poseen los conocimientos previos ni los hábitos necesarios, se han diseñado una serie de propuestas tendientes a favorecer la adquisición de los mismos.

IV. PROPUESTAS

Dada la necesidad de trabajar sobre hábitos de estudio, desarrollos simbólicos/ formales y uso adecuado del lenguaje disciplinar, se ha desarrollado una serie de propuestas para el dictado de la asignatura Física I. Las propuestas que se han implementado -y la fundamentación de cada una de ellas- son las siguientes.

- Se elige el ritmo de trabajo y el grado de profundidad del desarrollo de resoluciones matemáticas en función de los conocimientos previos del estudiantado. Esto se debe a que no todos los grupos de estudiantes tienen las mismas características. Dado que se realizan, cada cuatrimestre, encuestas que permiten conocer el estado de conocimiento del que parten las y los estudiantes, se utiliza dicha información como punto de partida para la enseñanza de los temas de la asignatura. Esto permite además, identificar las dificultades y fortalezas de cada grupo. El trabajo conjunto entre los espacios TUTCyT y EFECT permite establecer qué apoyos extras son necesarios para el estudiantado ya que no se puede revertir en una sola asignatura dificultades estructurales evidenciadas tanto en los hábitos de estudio como en las herramientas cognitivas necesarias para transitar el estudio universitario.
- Para favorecer la adquisición de hábitos de estudio se establecen actividades que impliquen dedicación y sistematicidad en el cursado de la asignatura. Se hace un seguimiento continuo de las y los estudiantes. En este sentido resulta de gran utilidad el aula virtual que proporciona la universidad a todos los cursos de cada asignatura. En el aula, además de diversos recursos, se encuentra disponible un *plan de trabajo* con la

especificación de los temas que desarrollarán en cada clase y el tipo de actividad que se quedará pendiente como extra clase. También hay disponible un link a una planilla de seguimiento personal en el que consta la asistencia, las entregas realizadas y las calificaciones.

Cada semana se habilita en el aula virtual un problema sencillo que desee ser resuelto domiciliariamente y entregado a través del campus del que dispone cada curso. Estos problemas son evaluados individualmente, pero se realiza una puesta en común en el aula presencial la clase siguiente a la entrega. Las entregas no son obligatorias.

Se trabaja conjuntamente con el estudiantado en la elaboración del primer informe de trabajo práctico de laboratorio. Se comparte en Drive la plantilla guía de confección de informes con cada grupo de trabajo y la persona docente hace comentarios en la medida en la que las y los estudiantes vuelcan el contenido. Este trabajo permite entender a la escritura como un proceso y favorecer la adquisición tanto del lenguaje disciplinar específico como de estructuras lógicas adecuadas para escribir un informe.

- Con el objetivo de trabajar en la adquisición de aquellas herramientas formales que la gran mayoría del estudiantado no posee, se agregó material confeccionado por docentes del área de matemática básica en las aulas virtuales. El mismo consiste en videos explicativos sobre cómo realizar operaciones como productos entre vectores, derivadas, etc.
- Con la intención de favorecer la comprensión de las consignas y los enunciados de las distintas propuestas de trabajo, se incluyen en cada guía de ejercicios y problemas objetivos generales y particulares. Asimismo, se explicitan los alcances de habilidades cognitivas lingüísticas requeridas en cada actividad. Por ejemplo, se trabaja sobre la diferencia entre *describir* una relación entre magnitudes y *justificar* a través de una ley física. Además, se presenta cada concepto atendiendo a las distintas características que aportan información sobre su significado, trabajando sobre las ambigüedades que puedan surgir entre los términos que los designan y términos iguales usados en el lenguaje cotidiano. Se construye un glosario de términos que queda disponible en el aula virtual para favorecer la adquisición de lenguaje técnico específico que a su vez mejore el conocimiento conceptual y permita reproducir la estructura del discurso científico. Asimismo, se trabaja sobre el contenido físico de cada una de las relaciones formales utilizadas, ya sea la expresión de una ley, una definición o una relación entre magnitudes. Este contenido queda también disponible en el aula virtual como *ecuacionario* (Fleisner, A. & Sabaini, Ma. B., 2021). Estimular el buen uso del discurso 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.

IV. CONCLUSIONES

La conclusión principal que se desprende del análisis cruzado de los resultados académicos del estudiantado y los relevamientos hechos, es que deberemos entender por enseñanza inclusiva a aquel proceso que permita a la persona que estudia, aprender, independientemente de sus condiciones académicas previas. Las acciones y herramientas necesarias para tal desarrollo son necesariamente variables porque la población estudiantil lo es. Es decir, dado que la educación implica procesos dinámicos, las herramientas necesarias para lograr tránsitos exitosos en la universidad, deben ser modificadas en función de las circunstancias. Por lo tanto, no es posible comenzar un proceso de construcción de pensamiento teórico sin establecer el estado del que se parte.

Resulta imprescindible, si no se quiere excluir a una gran parte de la población estudiantil, trabajar detenidamente sobre los desarrollos matemáticos, el significado de los términos utilizados por la ciencia, la multiplicidad de lenguajes necesarios para comunicar -especialmente el simbólico-, y las estructuras formales de escritura y oralidad en ciencias. Asimismo, es necesario trabajar sobre la importancia de estudiar de manera continua y consciente a lo largo de todo el

curso, de desarrollar una actitud crítica y reflexiva en torno al contenido y a las metodologías empleadas en la resolución de problemas y un compromiso con el trabajo en equipo.

Las intervenciones de seguimiento y control, que otrora fueran más típicas del nivel medio en la educación argentina, resultan necesarias para evitar los altos niveles de desgranamiento en las carreras científico tecnológicas. Aun así los resultados distan mucho de ser exactamente los esperados: si bien el desgranamiento es menor cuando se emplean estas herramientas, sigue siendo alto el porcentaje de estudiantes que no concluyen la totalidad de las asignaturas que inician por cuatrimestre.

La aplicación de instrumentos como los controles semanales, las autoevaluaciones, el trabajo conjunto en el primer informe de laboratorio, etc. intenta favorecer la adquisición de aquellas herramientas conceptuales y actitudinales que el estudiantado no posee. Pero el objetivo mayor es lograr, a lo largo del ciclo inicial de las carreras una mayor autonomía y la correcta percepción de las necesidades individuales de estudio y dedicación de concentración y tiempo a la asignatura.

REFERENCIAS

Coraggio, J.L.& Vispo, A. Ed. (2001). Contribución al estudio del sistema universitario argentino, Buenos Aires, Miño y Dávila editores.

Fleisner, A. & Sabaini, Ma. B. (2019). Física y lenguaje: el significado de los términos de magnitudes. *Revista de Enseñanza de la Física*, **31**, N°. Extra 1, págs. 327-332.

Fleisner, A. & Sabaini, Ma. B. (2021). Glosarios y “ecuacionarios”: actividades para favorecer el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas en cursos virtuales de física universitaria. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* **8**, 22011 (2021).

OCDE (2023), “PISA Science Framework”, in PISA 2022 Assessment and Analytical Framework, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/1330e9b6-en>

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).