

El lenguaje de las ciencias: su importancia en la formación de docentes de carreras científico tecnológicas

Ana Fleisner⁽¹⁾, Liliana Viera⁽²⁾ y Silvia Ramírez⁽³⁾

^{1, 2, 3} Universidad Nacional de Quilmes

¹ afleisner@unq.edu.ar

² lviera@unq.edu.ar

³ sramirez@unq.edu.ar

Resumen

Este trabajo describe una experiencia en el marco del Diploma de Posgrado en Enseñanza de las Ciencias en Carreras Científico Tecnológicas (Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes). En el curso *El lenguaje de las ciencias en carreras científico tecnológicas* se trabajó sobre el papel del lenguaje en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Como marco teórico se utilizaron trabajos de investigación en didáctica de las ciencias exactas y naturales y en filosofía del lenguaje. Se abordaron los siguientes contenidos: el discurso oral y escrito en el aula y en los libros, el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano, la construcción del significado de los términos de género natural, habilidades cognitivo-lingüísticas, distintos modelos de argumentación y representaciones. Desde dicho marco y analizando su propia práctica docente, los participantes reconocieron confusiones en los conocimientos asociadas al lenguaje, imprecisiones en el significado asignado a los conceptos en el ámbito científico, dificultades en el manejo de los lenguajes simbólicos específicos de las disciplinas y en la transferencia de un lenguaje a otro y limitaciones en la interpretación y producción de textos disciplinares. La reflexión acerca de la importancia del lenguaje quedó reflejada en las propuestas superadoras que los participantes presentaron como trabajos finales.

Palabras clave: lenguaje de las ciencias; formación docente; universidad.

Marco teórico

Las didácticas de las ciencias exactas y naturales buscan comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje integrando conocimientos aportados por disciplinas tales como la psicología cognitiva, la sociología, la epistemología y la historia de las ciencias, los estudios antropológicos sobre la construcción de conocimiento científico y las investigaciones del campo de la lingüística.

Los estudiantes universitarios muestran serias dificultades en el aprendizaje de las ciencias exactas y naturales. Resultados de la investigación educativa advierten que las mismas son multicausales. Entre los aspectos asociados al lenguaje, se puede mencionar: confusiones entre el significado asignado a los conceptos en los ámbitos cotidiano y científico, imprecisiones en el uso de términos técnicos, problemas en el manejo de los lenguajes simbólicos específicos de las disciplinas, dificultades en la traducción de un lenguaje a otro (Galagosky y col., 2009) y limitaciones en la producción de textos que requieren la utilización de diferentes habilidades cognitivas lingüísticas (Viera y col., 2011).

El profesorado de ciencias constata a menudo las dificultades que tiene la mayoría de los estudiantes para 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. Muchas veces es difícil precisar si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos necesarios para responder a la demanda del docente, o a un no dominio del género lingüístico correspondiente a dicha demanda. El problema trasciende el ámbito de los conocimientos conceptuales y, en cambio, se sitúa en el ámbito metacognitivo de saber qué entienden los alumnos por definir, describir, explicar, justificar y argumentar. En palabras de Lemke (1997), se podría decir que muchos de los problemas de aprendizaje del alumnado 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.

Desde el ámbito de la semiótica social, que se interesa por cómo las personas elaboran y utilizan los signos para construir la comunicación en una comunidad concreta, se sostiene que la construcción de significados en el aula -entendido como proceso dinámico donde las acciones son socialmente compartidas y contextualizadas- se produce a través de las palabras que se dicen, los diagramas que se dibujan, las fórmulas que se escriben, los experimentos que se realizan. Asimismo se reconoce que el discurso científico es en sí mismo multimodal. Lemke (1997) propone el término “híbrido semiótico” para expresar que los discursos científicos son simultáneamente verbales, visuales, matemáticos, accionales y hace énfasis en la necesidad de enseñar todas las lenguas de la ciencia en el aula: las palabras, los símbolos, las imágenes. Por otro lado facilitar las argumentaciones entre los alumnos, sobre sus formas idiosincrásicas de procesar la información científica, aparece desde este ámbito como una cuestión central para favorecer el aprendizaje. Según Sarda y Sanmartí Puig (2000, pp 405) “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.”

En el caso particular de la formación de científicos y tecnólogos, el desarrollo de la capacidad de argumentar en ciencias adquiere importancia no solamente por su relación con el aprendizaje significativo de las diferentes disciplinas, sino también por su perfil profesional.

Aprender ciencias exactas y naturales requiere conocer el contenido conceptual de cada disciplina. Este contenido lleva asociado un lenguaje propio dentro de formas discursivas propias de la ciencia que conectan, mediante argumentaciones, formas específicas de observar, hablar y hacer.

Resulta fundamental que los docentes conozcan, además de los contenidos disciplinares a enseñar, las particularidades del lenguaje con el que dichos contenidos están conectados. Conocer las particularidades de cada lenguaje disciplinar favorece la comprensión de la importancia que el lenguaje tiene no sólo en la comunicación en ciencia sino también en la construcción de conocimiento.

Metodología

Dado que el lenguaje juega un papel importante, tanto en la construcción del conocimiento científico como en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, se diseñó un curso en el que se abordaron diferentes aspectos vinculados con el mismo. Estuvo dirigido a docentes universitarios y preuniversitarios vinculados con carreras científico tecnológicas. La duración fue de 30 horas, modalidad presencial, realizándose un encuentro cada dos semanas.

En esta primera experiencia los participantes fueron investigadores del Departamento de Ciencia y Tecnología (CONICET/ Universidad Nacional de Quilmes, UNQ) que se desempeñan como docentes del Ciclo Inicial de dicho Departamento y de la Escuela Secundaria de Educación Técnica de la UNQ.

El curso tuvo como objetivo general el análisis crítico del papel del lenguaje en el aula de ciencias exactas y naturales, entendiendo al mismo como uno de los principales obstáculos en la enseñanza y el aprendizaje. Las disciplinas abordadas fueron Física, Química, Matemática y Biología.

Se desarrollaron contenidos tendientes a favorecer la comprensión de la problemática de cada disciplina en relación con el lenguaje y a promover la introducción de modificaciones superadoras en las prácticas aúlicas.

Se trabajó inicialmente sobre las similitudes y diferencias entre los lenguajes científico y cotidiano –básicamente desde la concepción de Bachelard (1978)– y las nociones de sentido y referencia de un término contenidas en la obra de Frege (1892) aplicándolas al caso de los términos de género natural (magnitudes físicas, especies biológicas y sustancias químicas). Se abordó la multiplicidad de lenguajes contenida en el discurso científico (textos, expresiones matemáticas, gráficos) y la conversión entre dichos lenguajes.

Se reflexionó también sobre las ideas dominantes acerca del discurso científico y de la ciencia.

En segundo lugar se trabajó sobre las habilidades cognitivo lingüísticas, el significado de algunas de ellas y ejemplos de ellas dentro de las ciencias naturales.

Se presentaron distintos modelos de argumentación: Toulmin (1993), Van Dijk (1978), Adam (1992) y su potencial uso para construir y evaluar textos argumentativos. Se trabajó especialmente la argumentación y algunas estrategias para promoverla en ciencias naturales utilizando como principal ejemplo la estructura y función de los informes de trabajos prácticos de laboratorio.

En los diferentes encuentros se plantearon actividades individuales y/o grupales disparadoras de la reflexión y la discusión sobre los diferentes contenidos. Luego de la puesta en común, los docentes abordaron la fundamentación teórica correspondiente.

Finalmente, los asistentes realizaron el análisis de distintos materiales didácticos (guías de estudio, guías de trabajos prácticos de laboratorio, libros de textos y evaluaciones) y utilizando el marco teórico provisto.

La evaluación se realizó teniendo en cuenta la participación de los asistentes en todas las actividades planteadas en el taller y a través de una evaluación final integradora. La misma consistió en la elaboración grupal de una propuesta superadora para su práctica áulica. Cada grupo hizo una presentación oral en la que expuso su proyecto de trabajo final. En esta instancia tanto los docentes como los demás asistentes hicieron diferentes aportes. Luego se les dio un plazo de dos meses para la presentación escrita de la propuesta. Las propuestas fueron revisadas y se realizaron las devoluciones pertinentes. La versión final fue recibida 15 días después. Se presentaron cinco (5) trabajos finales a los que denominaremos A, B, C, D y E.

Resultados y análisis

Se realizó el análisis de los trabajos finales de los asistentes al curso, teniendo en cuenta la presentación, la estructura lógica del trabajo, la coherencia interna, el marco teórico utilizado, el lenguaje, la calidad de la propuesta superadora, la posibilidad de aplicación de la propuesta en el contexto del aula, la citación de referencias dentro del cuerpo del texto y las referencias del marco teórico.

En el análisis e interpretación de los trabajos finales de los participantes, se evidenciaron:

- la importancia atribuida al lenguaje disciplinar específico;
- sus concepciones acerca de la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y el conocimiento científico;
- dificultades similares a las que refieren de sus estudiantes en aspectos formales para la construcción de textos.

A continuación se presentan, a modo de ejemplo, algunas de las frases utilizadas por los participantes del curso en sus trabajos finales y se expone nuestra interpretación sobre las ideas que subyacen en cada una.

Importancia del lenguaje disciplinar específico

Se observó en todos los trabajos presentados (tanto en primeras como en segundas versiones) la atribución de importancia al manejo del lenguaje.

“...esta guía pretende que el alumno tome conciencia de los diferentes lenguajes empleados durante la redacción del informe: el lenguaje específico disciplinar, el lenguaje representativo para mostrar los resultados obtenidos en tablas o gráficos, la traducción entre lenguajes que debe realizar en las explicaciones y el análisis de los resultados y las ecuaciones aplicadas para los diferentes cálculos.”(en Trabajo A)

“...aprender ciencias requiere la apropiación de las formas lingüísticas en que se formaliza la cultura científica...es por eso que elaboramos esta propuesta superadora fundamentada en la importancia del lenguaje en los procesos de enseñanza y de aprendizaje” (en Trabajo B)

“...proponemos que ellos [los estudiantes] diseñen y redacten un protocolo de TP, acortando la brecha entre lo teórico y práctico. ... los alumnos ...deben adquirir los conocimientos del tema a resolver o problema a trabajar...De esta manera conjugamos actividades que estimulan las habilidades cognitivo lingüísticas y los conocimientos de química.” (en Trabajo D)

“...este grado de acompañamiento intenta ser un inicio de solución a dificultades que presentan los estudiantes respecto de la redacción del informe de laboratorio, por plantear deficiencia de comprensión y habilidad a nivel de lectoescritura en general y en particular, el desarrollo de explicaciones, descripciones, definiciones y justificaciones.” (en Trabajo E)

Concepciones acerca de la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y el conocimiento científico

Los siguientes ejemplos fueron extraídos de las primeras versiones de trabajo final presentadas por los asistentes.

“...cuando se trabaja en una clase se produce una interacción social que tiene determinada estructura y en la que se producen construcciones de significado. Estos nuevos significados promueven la alfabetización científica, la cual se considera un proceso social que busca la formación en conocimientos y prácticas derivadas de la comunidad de las ciencias...” (en Trabajo E).

En este párrafo los autores advierten que los significados se construyen en el aula y la importancia de que dicha construcción esté basada en conocimientos y prácticas pactadas por la comunidad científica. Reconocen a la enseñanza y el aprendizaje como una interacción social, lo que permite suponer que poseen una concepción socio-constructivista de la enseñanza y el aprendizaje.

“Los profesores en ciencia debemos contribuir a la construcción de conocimientos a través de la investigación y transmitir el cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad científica a nuevas generaciones a través de la docencia.” (en Trabajo B).

A diferencia de lo evidenciado en el párrafo del Trabajo E, en esta cita se supone que el proceso de enseñanza es una transmisión desde el docente hacia el estudiante, en la que sólo el primero construyó conocimientos exclusivamente a través de la investigación. No se reconoce a los procesos de enseñanza y de aprendizaje como interacciones sociales. Se supone al proceso de aprendizaje como una consecuencia directa del proceso de enseñanza. Lo que nos permite suponer una visión tradicional de la educación.

“...puede establecerse una diferencia categórica entre una educación general (asignaturas de los primeros años de cursado) y una científica (asignaturas de los últimos años y trabajos finales)...” (en Trabajo B).

En el curso, hemos escuchado a varios participantes establecer una diferencia tajante entre los modos de construcción y el valor social del conocimiento “científico” y otros conocimientos. Resulta llamativo en este párrafo que los autores consideren conocimiento general a los contenidos de las disciplinas científicas básicas (Matemática, Física, Química y Biología) y conserven la denominación de “científico” para los contenidos aplicados de dichas ciencias básicas. En este párrafo se evidencia claramente que los autores entienden por *conocimiento científico* al conocimiento específico propio de las disciplinas del ciclo superior de las diferentes carreras universitarias.

“...el hablar y el escribir son fundamentales en el aprendizaje, constituyen una manera de poner orden en nuestros conocimientos (ideas, conceptos, modelos, teorías), de darles sentido y relacionarlos. Por lo tanto, los profesores deben ofrecer espacios para que los alumnos hablen y escriban sobre sus conocimientos, si se pretende que los alumnos vayan comprendiendo el mundo de la ciencia. Un buen resumen de estas ideas aparece en la frase atribuida a Einstein: “No entiendes realmente algo a menos que seas capaz de explicárselo a tu abuela”” (en Trabajo B).

Reconocen la importancia del lenguaje en el proceso de aprendizaje para que los contenidos sean significativos. Presentan al docente como un organizador de espacios tendientes a favorecer la comprensión del mundo científico y no como parte esencial de la construcción de conocimientos ni de la negociación de significados. Al replicar la afirmación atribuida a Einstein desconocen la importancia del contexto en el que se da una negociación de significados así como las ideas previas de los participantes en la negociación. Sin la guía del docente los estudiantes podrían construir conocimientos significativos para ellos, no validados por la comunidad científica.

Dificultades en la construcción de textos

Los docentes participantes tienen exigencias para con sus estudiantes al momento de evaluar informes que no se autoimponen en la confección de sus propios trabajos finales. Se observan incorrectas estructuraciones y conexiones entre las partes de algunos trabajos, escaso manejo del lenguaje técnico correspondiente, citas incorrectas, descuido en la organización de los textos.

En todos los trabajos, salvo en el Trabajo D, se incluyen autores entre las referencias que no se encuentran citados en el cuerpo del texto. Esto puede atribuirse en algunos casos a una distracción. Pero dado que los autores incluidos –entre las referencias pero no en el cuerpo del texto- formaban parte de la bibliografía obligatoria para el curso, lo atribuimos a una dificultad para generar un marco teórico que contenga las ideas fundamentales de dichos autores y sea además consistente con la propuesta que presentan.

Se observa en las primeras versiones de todos los trabajos finales una incorrecta estructuración (confusión entre lo que deben consignar en la introducción y en la metodología, falta de conclusiones, escaso análisis de los efectos que pretenden lograr con las modificaciones introducidas a su material de trabajo):

- el título del Trabajo A no se corresponde con el contenido, se consigna parte de la introducción en la fundamentación y no se usa la introducción para contextualizar la propuesta;
- el Trabajo B carece de introducción y contextualización de la propuesta, contiene en el Resumen objetivos que luego no son desarrollados, el manejo del vocabulario técnico es deficiente;
- el trabajo D no posee conclusiones ni comentarios finales, de modo que no queda explicitado los logros pretendidos con la propuesta superadora elaborada;
- en el trabajo C los autores no analizan en profundidad ninguna de las afirmaciones fuertes que hacen ni las sitúan adecuadamente en referencia al marco teórico, el manejo del vocabulario técnico es deficiente, así como el uso de preposiciones y conectores;
- en general el Trabajo E presenta una correcta estructura, salvo por la ubicación de los objetivos que se explicitan a continuación de la metodología.

Evaluación de la experiencia

Luego de nuestras devoluciones observamos una mejora significativa en los trabajos finales presentados por los participantes en cuanto a la estructura y al lenguaje técnico utilizado.

Se considera que la experiencia constituyó un aporte significativo a la formación de los docentes de carreras científico – tecnológicas en la medida que los mismos pudieron asociar dificultades frecuentes en su práctica con un aspecto pocas veces contemplado: el lenguaje.

Las actividades desarrolladas en el curso permitieron a los participantes conocer y diferenciar algunas habilidades cognitivo lingüísticas (definir, describir, explicar, justificar y argumentar). De este modo identificaron que muchas de las respuestas incorrectas de sus estudiantes se debían a dificultades de interpretación de consignas (por ejemplo cuando malinterpretan el significado de justificar) y la necesidad de que el docente explicita la definición de la habilidad requerida.

Los participantes percibieron la vinculación específica que existe entre los contenidos de cada disciplina y el lenguaje en el que éstos deben ser expresados.

Se observa también que aún persisten entre los docentes universitarios ideas de causalidad lineal entre enseñar y aprender, que las ciencias básicas (que para los participantes de este curso son física, matemática, química y biología) forman parte de los saberes generales y que sólo la aplicación de éstas puede ser denominada Ciencia. Por otra parte, conciben a las disciplinas que estudian los procesos de enseñanza y de aprendizaje como de menor grado de complejidad. Por este motivo, entendemos que muchas de las dificultades encontradas en la producción de los trabajos finales podrían estar asociadas a esta concepción de la investigación educativa.

Si bien se trata de docentes investigadores con una vasta producción en sus disciplinas, reproducen las dificultades que identificaron en sus estudiantes.

De lo antedicho se desprende la necesidad de una formación continua de los docentes universitarios en aspectos vinculados en general con la didáctica de las ciencias y en particular con el lenguaje.

Referencias bibliográficas

- Adam, J.M. (1992). *Les textes: types et prototypes*. París: Nathan.
- Bachelard, G. (1978). Conocimiento común y conocimiento científico, en *El racionalismo aplicado*, versión castellana de Irene A. Ramos, Buenos Aires: Paidós, 99-13.
- Dijk, T.A. Van (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.
- Frege, G. (1892). Sobre sentido y referencia. Publicado en *Zeitschrift für Philosophie und philosophische, Kritik*, Nueva Serie, N° 100, 25-50.
- Galagosky, L., Bekerman, D. (2009): La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 8(3).
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós, Barcelona.
- Sardà, A; Sanmarti 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. (1a. ed. *The uses of Argument*, 1958).
- Viera, L., Ramírez, S., Rembado, F., (2011). Análisis comparativo del desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas en estudiantes de cursos universitarios de química. *Educación en la Química*, 17 (1), 50-56.