

Desarrollo de competencias de comunicación y argumentación mediante informes de laboratorio

Development of communication and argumentation skills through the laboratory reports

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Silvia Bravo^{1,2,3}, Marta Pesa^{1,2,3}

¹Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Avenida Independencia 1800, CP 4000, Tucumán. Argentina.

²Instituto de Física del Noroeste Argentino (CONICET-UNT), Avenida Independencia 1800, CP 4000, Tucumán. Argentina.

³Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional, Rivadavia 1050, CP 4000, Tucumán. Argentina.

E-mail: sbravo@herrera.unt.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta un estudio diacrónico del desarrollo de competencias de comunicación y de argumentación de un grupo de estudiantes de Licenciatura en Física durante el cursado de un semestre de laboratorio de electromagnetismo. Se definen indicadores para evaluar el grado de desarrollo de las competencias y se realiza un seguimiento durante un semestre mediante una rúbrica, analizando los reportes escritos de cada una de las actividades experimentales que se abordan. Los resultados muestran que el desarrollo de estas competencias es un proceso lento y evolutivo, registrándose avances y retrocesos en la marcha.

Palabras clave: Informes de laboratorio; Competencias de comunicación; Competencias de argumentación.

Abstract

This paper presents a diachronic study of the development of communication and argumentation skills in undergraduate students in physics during the course of a semester of the electromagnetism laboratory. Indicators are defined to assess the degree of development of the competences and a follow-up is carried out during a semester through a rubric, analyzing the written reports of each of the experimental activities that are addressed. The results show that the development of these competences is a slow and evolutionary process, with advances and setbacks in progress.

Keywords: Laboratory reports; Communication competences; Argumentation competences.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, después de haber superado visiones positivistas, se considera a la ciencia como una construcción social, resultado de complejos procesos de investigación, de comunicación y debate dentro de una comunidad disciplinar, donde se promueven discusiones orientadas a resolver controversias y lograr acuerdos. En ese contexto, se consideran fundamentales para el avance del conocimiento las actividades discursivas, tales como el análisis crítico de datos y evidencias, su relación dialéctica con marcos teóricos, la evaluación de alternativas y la justificación de afirmaciones y conclusiones (García Mila y Andersen, 2007). Se plantea de esta forma un desafío a los docentes, de generar espacios para que los estudiantes se apropien de un conjunto de conocimientos y estrategias que los ayuden a integrarse a una cultura disciplinar discursiva, re-construyendo y construyendo conocimiento (Carlino 2006).

Para Lemke (1997), aprender ciencias implica la apropiación paulatina de un lenguaje, entendido como “*un sistema de recursos para construir significado*”. Este particular lenguaje es el que proporciona la semántica necesaria, ya que “*cualquier concepto o idea particular tiene sentido sólo en términos de las relaciones que tiene con otros conceptos e ideas*”. Asociado a ese lenguaje hay nuevas formas de ver y pensar el mundo, frecuentemente antagónicas con el saber de sentido común, las cuales forman parte de la cultura científica.

Estos planteos guardan coherencia con los aportes de las teorías psicológicas cognitivistas de aprendizaje que ponen de manifiesto la importancia del lenguaje y la negociación de significados durante el proceso de aprendizaje significativo de conceptos. Según Vigotsky (1991), “*el lenguaje es ante todo un medio de comunicación social, un medio de expresión y de comprensión que combina la función comunicativa con la de pensar*”. Vergnaud (1996) también señala la importancia de la explicitación de los teoremas y conceptos en acción a través del lenguaje, como posibilidad de *objetivizar* el conocimiento, justificar respuestas en el abordaje de situaciones, y discutir la consistencia, validez y pertinencia de las conclusiones.

La habilidad de dar a conocer y publicar los resultados y logros de las investigaciones, aspectos esenciales del progreso científico, se considera así una meta de aprendizaje esencial en carreras de ciencias, para acceder e integrar la comunidad científica. En palabras de Bunge (1988), “*el conocimiento científico no es inefable sino expresable, no es privado sino público*”. La comunicabilidad es posible gracias a su precisión y es a su vez una condición necesaria para la contrastabilidad de los datos científicos y de las hipótesis y modelos.

Íntimamente ligadas a las habilidades de comunicación se encuentran las competencias para la argumentación científica, entendidas como el potencial para establecer conexiones entre afirmaciones y datos a través de justificaciones, o para evaluar afirmaciones de conocimiento a la luz de las evidencias, tanto empíricas como teóricas. Es lo que hace a las afirmaciones científicas diferentes de las opiniones.

Algunos autores (Driver; Newton y Osborne, 2000; Duschl y Osborne, 2002) insisten en que la educación científica debiera promover la argumentación por ser una dimensión fundamental del aprendizaje de las ciencias y de la enculturación en el discurso científico. Representa procesos cuya meta es la resolución racional de preguntas y la adquisición de conocimiento. Otros autores centran su significado en la justificación, considerando al argumento como una instancia de razonamiento que pretende justificar una conclusión sustentándola en razones y preservándola de objeciones.

Las competencias o habilidades de comunicación y argumentación que se han señalado no se generan espontáneamente, se necesita generar espacios con objetivos explícitos para que los estudiantes las construyan gradualmente. El laboratorio es un ámbito propicio para el desarrollo de estas competencias mediante la elaboración grupal de informes, por la potencialidad cognitiva, epistémica y social de esta actividad, en cuanto implica, por un lado, abordar situaciones y generar operaciones complejas de diferenciación e integración conceptual (Moreira 2006), y por otro, desarrollar un proceso dialéctico entre los conocimientos construidos y el texto específico a desarrollar (Carlino, 2006). La capacidad por desarrollar por escrito ideas y conceptos implica comprenderlos con un nivel de profundidad mayor que cuando simplemente se los estudia.

En este trabajo se analiza el desarrollo gradual de estas competencias en un laboratorio de física básica, donde los estudiantes aprenden los fundamentos de la presentación de un trabajo sistemático e integrado, a través de la elaboración de informes (reportes) grupales para cada actividad realizada. Se realiza un seguimiento temporal durante cuatro meses, durante los cuales los estudiantes desarrollan trabajos experimentales en el área de electromagnetismo.

II. MARCO TEÓRICO

A. El laboratorio de física

El trabajo de laboratorio se considera desde tiempos remotos una actividad importante en la educación. Actualmente se incluye la actividad de laboratorio, con mayor o menor énfasis, en todos los currículos de ciencia. Específicamente en el nivel universitario, existen cursos de laboratorio en todos los currículos de formación de científicos, ingenieros y docentes de ciencias.

En el caso de los cursos introductorios de física su principal objetivo es convertirlo en un espacio de resolución de problemas y abordaje de experiencias significativas, como pequeñas investigaciones; profundización de aspectos teóricos, realización de inferencias y puesta en evidencia de las interrelaciones entre conceptos, hipótesis, teorías y observaciones (André, Pesa y Meneses, 2006). Además, la posibilidad del trabajo en grupo, orientado y guiado por el docente, hace hoy del laboratorio un lugar para el intercambio social, la exploración y expansión de las ideas y es de hecho un lugar para la maduración personal y el desarrollo cognitivo.

Pero más que promover el método científico, Hofstein y Kind (2012) consideran que el laboratorio debería centrarse en cómo sabemos lo que sabemos y por qué creemos ciertas afirmaciones en lugar de otras alternativas. Esta cuestión está obviamente vinculada con los criterios de racionalidad y el establecimiento de vínculos entre aspectos teóricos y evidencia empírica.

B. Los procesos de comunicación y de argumentación

El papel de la argumentación en la construcción del conocimiento científico se encuentra estrechamente relacionado con una visión del aprendizaje de las ciencias como una construcción social orientada a la apropiación de prácticas de una comunidad, que promueve modos de comunicación requeridos para sostener un discurso científico. Los procesos de argumentación en el aula contribuyen a fortalecer algunas dimensiones del aprendizaje tales como:

Desarrollo de los procesos cognitivos y metacognitivos: Estos enfoques se fundamentan en el aprendizaje cooperativo de Vigotsky (1991) a partir de la noción de génesis social de la comprensión individual y en la teoría de la argumentación de Toulmin (1995). La argumentación en el contexto de una clase donde los estudiantes participan de una comunidad de aprendices da sustento al desarrollo de procesos cognitivos superiores, donde el razonamiento se hace público (Castorina y Dubrovsky, 2004). Además, la comprensión de los significados de las cosas del mundo, de las personas con las que nos relacionamos y de nosotros mismos, se construye a partir de situaciones compartidas y vivenciadas con otros sujetos. Se basa en la construcción de afectos y conocimientos, en la confrontación de puntos de vista y en el descubrimiento y creación de nuevos sentidos y significados. En este proceso el lenguaje juega un rol central porque ofrece los conceptos y las formas de organización de lo real, que constituyen los elementos mediadores entre el sujeto y los objetos de conocimiento (Castorina y Dubrovsky, 2004).

Desarrollo de competencias comunicativas y de pensamiento crítico: Esta dimensión se sustenta en la teoría de la acción comunicativa (Radl Philipp, 1998) y en la perspectiva sociocultural (Vigotsky 1991). Se concibe a la clase como un espacio de comunicación y de allí, la importancia del lenguaje en el aprendizaje de conceptos, por ejemplo, para la asignación de significados. En cuanto al pensamiento crítico, se vincula no sólo con el contraste de las ideas y teorías con la evidencia disponible, sino también con la emancipación y el empoderamiento, con la capacidad de elaborar y reflexionar ideas en cuestiones de relevancia social en la vida de los estudiantes.

Desarrollo del lenguaje científico y la capacidad de hablar y escribir en el lenguaje científico: Esta dimensión se vincula con el desarrollo de competencias vinculadas al uso interpretativo del lenguaje y su rol en la construcción de significados (Scott y otros, 2007). Se nutre de los estudios teóricos del lenguaje y de la semiótica social y supone que el conocimiento no se produce sólo en la interioridad de una conciencia individual, sino que se articula con el lenguaje y la acción (Candioti De Zan y otros, 2005). Lemke (1997) puntualiza la importancia del habla y de la escritura científica como prácticas sociales fundamentales para el acceso a una cultura científica. Los textos científicos son producto de complejos procesos de organización, para describir ideas, formular argumentaciones para sostener las afirmaciones y enunciados. Es en ese proceso que las ideas no sólo se clarifican, reconstruyen y estructuran sino por sobre todo se interiorizan (Sanmartí, 2007). El producto se convierte en una representación externa, más estable en el tiempo, y factible de ser revisado, corregido, re-ordenado y frecuentemente resignificado.

Desarrollo de criterios epistémicos de construcción y la evaluación del conocimiento: El aprendizaje científico implica también un aprendizaje epistémico, la apropiación de prácticas asociadas con la producción, comunicación y evaluación del conocimiento. Esta mirada cambia el foco de la enseñanza, centrándose más en los procesos que en los productos, poniendo énfasis no solo en el aprendizaje de conceptos, sino también en el desarrollo de instrumentos, criterios, modelos y reglas que los estudiantes pueden usar para investigar y evaluar los enunciados científicos (Duschl, 1998; 2007).

Bases para el desarrollo del razonamiento, particularmente para la selección de teorías con criterios racionales: Se considera a la actividad científica como una empresa racional y como una construcción social. Según Siegel (2010), la racionalidad se vincula con lo que tomamos como evidencia para sustentar alguna hipótesis científica o procedimiento. Es decir, se vincula con un compromiso con la evidencia, la consistencia y la imparcialidad en la enunciación de las afirmaciones e ideas.

El análisis de cada una de estas dimensiones del aprendizaje muestra el potencial de la enseñanza explícita de los procesos de argumentación en el aprendizaje de las ciencias. Los profesores deben disponer de oportunidades para recoger, supervisar y evaluar las ideas de los estudiantes y proporcionar retroalimentación del aprendizaje para favorecer su desarrollo. Según Vergnaud (2013), las competencias tienen un carácter evolutivo: a medida que la persona acumula recursos, la movilización y la combinación de los mismos evoluciona con el tiempo para asegurar su eficacia en situaciones cada vez más complejas.

III. METODOLOGÍA DE TRABAJO EN EL LABORATORIO

La asignatura Laboratorio III de la Licenciatura en Física es semestral, con una carga horaria de 8 horas semanales. Durante el desarrollo del trabajo experimental en el laboratorio los estudiantes siguen una guía semi-estructurada orientadora del trabajo. Trabajan en grupos pequeños de dos o tres integrantes, guiados y orientados por el docente y cada grupo dispone de instrumental adecuado para el desarrollo de las actividades. Durante el desarrollo de las clases son frecuentes, además, las discusiones de núcleos de dificultad y síntesis parciales del colectivo general. Los temas que se abordan en el cursado son los siguientes:

- Tema 1: Estudio de la dependencia entre corriente y tensión para un material conductor. Medición de resistencias eléctricas;
- Tema 2: Variación de la resistencia con la temperatura;
- Tema 3: Partículas cargadas en campos electromagnéticos;
- Tema 4: Carga y descarga de un condensador;
- Tema 5: Oscilaciones eléctricas.

Finalizado el trabajo cada grupo pequeño dispone de una semana para la elaboración y presentación del informe de trabajo. Los estudiantes consultan una ficha informativa de apoyo docente donde se describen los ítems fundamentales a abordar en un informe.

Si bien la ficha informativa es orientadora y brinda criterios para la elaboración del informe como un trabajo coherente y consistente, en general, la complejidad de la tarea exige a los alumnos corregir y completar hasta alcanzar las competencias comunicativas y epistémicas adecuadas a la carrera. El informe escrito se presenta en una primera versión, donde el docente señala puntos a ser corregidos o completados tanto en referencia a su estructura, consistencia, como a los procesos de argumentación expuestos en el mismo.

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este trabajo se seleccionan como unidades de análisis los informes de las actividades experimentales realizadas por cuatro grupos de trabajo. Se analizan los procesos de comunicación y argumentación que siguen los estudiantes en la elaboración de reportes escritos, para identificar logros y dificultades durante el proceso, en las cinco unidades temáticas que ya se han mencionado.

Con respecto a la muestra escogida para la investigación, desde el punto de vista de Hernández y otros (2010) tiene el carácter de muestra por oportunidad y de muestra homogénea. Se trata de un grupo de alumnos de licenciatura en física asignados a los docentes investigadores durante el semestre en que se realiza la observación, dentro del formato de trabajo en el laboratorio.

El análisis está centrado en el desarrollo de competencias comunicativas de los informes escritos y en los procesos de argumentación que se desarrollan en cada uno de ellos, en un estudio diacrónico.

Si bien existen diversos instrumentos adecuados para evaluar resultados de aprendizaje complejos, Blanco (2008) destaca que las rúbricas, por su versatilidad y su potencialidad didáctica, han recibido más atención, tanto desde el punto de vista teórico como práctico. Constituyen un conjunto de criterios de calidad relacionados con las competencias a evaluar, determinados por descriptores o indicadores que suponen distintos niveles de logro o desempeño (García Sanz, 2014). Para el análisis de los informes se propone una rúbrica, que contempla dos dimensiones de análisis de las competencias (de comunicación y de argumentación) y sus correspondientes sub-dimensiones.

1. Dimensión Competencias Comunicativas
 - a) Explicitación de objetivos o delimitación del problema
 - b) Explicitación del Marco teórico
 - c) Diseño y planificación de la experiencia
 - d) Presentación de resultados (recolección de datos y procesamiento)
 - e) Elaboración de conclusiones
 - f) Identificación de aspectos abiertos en la investigación
 - g) Adecuación de las referencias bibliográficas.
 - h) Estructura y coherencia de la presentación.
2. Dimensión Competencias de Argumentación:
 - a) sustento y justificación de las afirmaciones o conclusiones con base en los datos disponibles.
 - b) articulación de las afirmaciones con el marco teórico específico.

Tomando como base las calificaciones universitarias, cada una de estas sub-dimensiones se valoran en una escala ordinal con cuatro niveles: Insuficiente (1), Aprobado (2), Distinguido (3) y Sobresaliente (4).

- 1) Insuficiente: El estudiante no posee un nivel suficiente de dominio de la competencia;
- 2) Aprobado: El estudiante desempeña los criterios de calidad de forma aceptable;
- 3) Distinguido: El estudiante demuestra un buen dominio de la competencia evaluada;
- 4) Sobresaliente: El estudiante manifiesta poseer un nivel de competencia excelente.

La clasificación en cada uno de los niveles de logro de las competencias de comunicación y de argumentación requiere un consenso previo de los docentes acerca de los criterios de calidad con los cuales serán valorados y un análisis exhaustivo de los distintos niveles que se podrían encontrar en cada ítem para cada una de las actividades evaluadas, a fin de establecer acuerdos.

En cuanto a las competencias de argumentación en las actividades experimentales, están relacionadas a la planificación y selección de instrumentos y a la utilización de los datos y el marco teórico para elaborar conclusiones. Para llegar a un acuerdo sobre la clasificación en un determinado nivel se realiza previamente un estudio de las instancias de argumentación que se necesitan durante el desarrollo de cada una de las actividades, desde la planificación de la experiencia hasta la elaboración de conclusiones e identificación de aspectos abiertos. Como ejemplo, en la actividad “Variación de la Resistencia con la Temperatura”, los estudiantes deberían realizar procesos de argumentación para seleccionar un método de medición de las resistencias que tenga la sensibilidad adecuada para poner de manifiesto las variaciones que se esperan observar y para caracterizar un material con base en los resultados encontrados (incremento de la resistencia con la temperatura, variación lineal o no lineal, etc.). Ello implica el estudio de posibles modelos que explican el comportamiento de diferentes materiales y búsqueda bibliográfica del orden de magnitud de los parámetros involucrados en las relaciones entre resistencia y temperatura.

A modo de ejemplo de la metodología de trabajo en la valoración, se presenta en la tabla I, los criterios consensuados para clasificar el nivel de logro en el ítem *estructura y coherencia de la presentación*. Se realiza un consenso similar para valorar los demás ítems.

TABLA I. Criterios consensuados para clasificar el nivel de logro en “Estructura y coherencia de la presentación”.

<i>Estructura y coherencia de la presentación</i>			
<i>Sobresaliente</i>	<i>Distinguido</i>	<i>Aprobado</i>	<i>Insuficiente</i>
El informe incluye todas las secciones descriptas en la guía de elaboración, con sus correspondientes títulos y subtítulos. Las secciones se presentan en una estructura lógica y comprensible para el lector. La descripción realizada de la actividad, materiales e instrumentos debe permitir a otro estudiante repetir el experimento y obtener los mismos resultados mostrados en el informe.	Faltan o no se encuentran debidamente identificadas una o dos secciones del informe. Se observan pequeñas fallas en la estructuración que algunas ocasiones hacen que el lector deba retroceder en la lectura. Faltan solo algunos detalles en las descripciones, que plantean dudas al lector que quiera replicar la experiencia.	Faltan o no se encuentran debidamente identificadas varias secciones del informe. Se observan fallas en la estructuración que obligan al lector a comenzar la lectura varias veces para comprender la secuencia de la experiencia. Faltan detalles en las descripciones, que plantean varias dudas al lector que quiera replicar la experiencia.	Falta la mayoría de las secciones o no se encuentran debidamente delimitadas por títulos y subtítulos. No se evidencia una estructura lógica que permita al lector seguir el desarrollo de la experiencia. La descripción es incompleta y falta información relevante que permita replicar la experiencia.

V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de las valoraciones de las competencias de comunicación y de argumentación se presentan en las tablas II, III, IV y V. Se consignan los resultados de la primera presentación del informe, para cada actividad.

TABLA II. Análisis de competencias de comunicación y argumentación en los informes del Grupo A.

		<i>Nivel de logro</i>				
		<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
<i>Comunicación</i>	Explicitación de objetivos o delimitación del problema	2	2	2	2	2
	Explicitación del Marco teórico	2	2	3	2	3
	Diseño y planificación de la experiencia	3	2	4	2	3
	Presentación de resultados	3	3	4	3	3
	Elaboración de conclusiones	3	2	2	2	2
	Identificación de aspectos abiertos en la investigación	1	1	2	1	2
	Adecuación de las referencias bibliográficas	3	2	2	2	3
	Coherencia y estructura de la presentación	2	2	2	2	2
<i>Argumentación</i>	Sustento y justificación de las afirmaciones o conclusiones con base en los datos disponibles	3	3	2	2	2
	Articulación de las afirmaciones con el marco teórico específico	2	2	2	2	2
	Valoración media	2,4	2,1	2,5	2,0	2,4

TABLA III. Análisis de competencias de comunicación y argumentación en los informes del Grupo B.

		<i>Nivel de logro</i>				
		<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
<i>Comunicación</i>	Explicitación de objetivos o delimitación del problema	2	2	2	3	3
	Explicitación del Marco teórico	3	3	4	3	4
	Diseño y planificación de la experiencia	3	2	3	3	2
	Presentación de resultados	3	3	4	3	3
	Elaboración de conclusiones	3	3	3	2	3
	Identificación de aspectos abiertos en la investigación	2	1	2	2	2
	Adecuación de las referencias bibliográficas	3	3	3	3	3
	Coherencia y estructura de la presentación	3	2	2	2	2
<i>Argumentación</i>	Sustento y justificación de las afirmaciones o conclusiones con base en los datos disponibles	3	3	3	3	3
	Articulación de las afirmaciones con el marco teórico específico	3	2	3	2	2
	Valoración media	2,8	2,4	2,9	2,6	2,7

TABLA IV. Análisis de competencias de comunicación y argumentación en los informes del Grupo C.

		<i>Nivel de logro</i>				
		<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
<i>Comunicación</i>	Explicitación de objetivos o delimitación del problema	1	2	2	2	2
	Explicitación del Marco teórico	2	2	3	3	2
	Diseño y planificación de la experiencia	3	2	2	2	2
	Presentación de resultados	1	2	2	3	3
	Elaboración de conclusiones	2	2	3	3	2
	Identificación de aspectos abiertos en la investigación	1	2	1	1	1
	Adecuación de las referencias bibliográficas	2	2	2	2	2
	Coherencia y estructura de la presentación	1	2	2	1	2
<i>Argumentación</i>	Sustento y justificación de las afirmaciones o conclusiones con base en los datos disponibles	2	2	3	2	2
	Articulación de las afirmaciones con el marco teórico específico	2	2	2	3	2
Valoración media		1,7	2,0	2,2	2,2	2,0

TABLA V. Análisis de competencias de comunicación y argumentación en los informes del Grupo D.

		<i>Nivel de logro</i>				
		<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
<i>Comunicación</i>	Explicitación de objetivos o delimitación del problema	3	2	3	2	3
	Explicitación del Marco teórico	3	2	4	3	4
	Diseño y planificación de la experiencia	3	2	3	3	2
	Presentación de resultados	3	4	4	3	3
	Elaboración de conclusiones	3	3	3	2	3
	Identificación de aspectos abiertos en la investigación	2	2	2	2	2
	Adecuación de las referencias bibliográficas	3	3	3	3	3
	Coherencia y estructura de la presentación	2	2	2	2	3
<i>Argumentación</i>	Sustento y justificación de las afirmaciones o conclusiones con base en los datos disponibles	3	3	3	2	3
	Articulación de las afirmaciones con el marco teórico específico	2	3	3	3	2
Valoración media		2,7	2,6	3,0	2,5	2,8

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se trata de un análisis preliminar sobre el desarrollo de competencias de comunicación y de argumentación en la elaboración de informes escritos durante el primer semestre del cursado. Los resultados presentados muestran que:

- a) A pesar de todas las instancias de devolución de los informes precedentes, donde se identifican aquellos aspectos que necesitan ser completados o corregidos, la presentación del informe de una nueva actividad no siempre se traduce en una mejora de los logros.
- b) Los niveles de logro en cada una de las sub-dimensiones se incrementan o disminuyen a medida que los estudiantes abordan distintas situaciones problemáticas
- c) Las sub-dimensiones “*identificación de aspectos abiertos en la investigación*” y “*coherencia y estructura de la presentación*” son las que manifiestan los valores de logro más bajos, a lo largo de todas las actividades.
- d) Las valoraciones medias o integrales de cada informe revelan avances y retrocesos en la marcha y ninguna de ellas alcanza la categoría de Distinguido.

En resumen, los resultados muestran que los estudiantes tienen avances y retrocesos tanto en el desarrollo de las habilidades para estructurar la comunicación de sus resultados, como para la adquisición de criterios de racionalidad en la sustentación de afirmaciones o procedimientos.

Cabe entonces preguntarse: ¿por qué resulta tan difícil para los estudiantes la apropiación de estas prácticas asociadas con la producción, comunicación y evaluación del conocimiento científico?

Por un lado, existe evidencia de que el desarrollo de las competencias de comunicación y de argumentación es un proceso largo y complejo, ya que implica apropiarse de una cultura y no sólo de una escritura específica (Carlino, 2006). Una cultura de describir y estructurar ideas y formular argumentaciones para sostener las afirmaciones y enunciados.

La elaboración de un informe de laboratorio como actividad de desarrollo de competencias de comunicación y argumentación científica, requiere la construcción de habilidades de discriminación conceptual, de diferenciación de etapas y procesos, de desarrollo de capacidades de argumentación explicitando evidencias que muestren la validez del paso de los datos a las conclusiones, es decir, procesos de integración, síntesis y evaluación, todos ellos procesos cognitivos superiores (Vigotsky, 1991).

Por otro lado, influye la dificultad en la comprensión de los marcos conceptuales y, más aún en establecer las relaciones entre los problemas reales y los referenciales teóricos. En efecto, temáticas como oscilaciones eléctricas, alejadas de los referentes cotidianos perceptuales, donde la conceptualización requiere el estudio integral de un sistema con interacción de variables, resultan muy complejas a la hora de elaborar un informe. Se podría decir que los avances y retrocesos en el nivel de logro de cada ítem evaluado también tienen que ver con la complejidad de las situaciones abordadas y las diferencias propias de cada actividad experimental en cuanto a la planificación, medición y modelos involucrados en los fenómenos que se abordan.

Esta última conjetura es un aspecto abierto, que requiere profundizar la investigación con un diseño adecuado y el empleo de otros instrumentos. En efecto, se requiere complementariedad de los instrumentos para que la información permita la emisión de juicios de valor más acertados, precisos y justos. En este sentido, se pretende continuar este estudio con el mismo grupo de estudiantes para seguir el desarrollo de estas competencias durante el siguiente semestre, complementando la información obtenida con las rúbricas, con la utilización de algunos otros instrumentos como la observación, entrevistas, portafolio, etc.

REFERENCIAS

- André, M., Pesa, M. y Meneses, J. (2006). Desarrollo conceptual acerca de ondas mecánicas en un laboratorio guiado por el modelo MATLAB. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 5(2), 260-288.
- Blanco, A. (2008). Las rúbricas un instrumento útil en la evaluación de competencias. En Prieto, L., Blanco, A., Morales, P. y Torre, J. C. (Coord.) *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado*. Barcelona: Octaedro-ICE de la Universidad de Barcelona.
- Bunge, M. (1998). *La ciencia su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Candioti de De Zan, M., Migueles, M., Quinteros, M., Herrera, M. y Aymá, A. (2005). La construcción del significado en la problemática curricular. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, (31), 161-195.
- Carlino, P. (2006). *Escribir, leer y aprender en la universidad*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica de Argentina.

- Castorina, J. A. y Dubrovsky, S. (2004). La enseñanza y la teoría psicológica socio-histórica. Algunos problemas conceptuales. En: *Psicología, cultura y educación. Perspectivas desde la obra de Vigotsky*. Buenos Aires: Ediciones Novedades educativas, 81-104.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, E. (1998). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 3-20.
- Duschl, R. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria. En: Erduran S. y Jimenez Aleixandre M. P. *Argumentation in Science Education*. England: Springer, 159-178.
- Duschl, R. y Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- García Mila, M. y Andersen, C. (2007). Cognitive foundations of learning argumentation. En: Erduran, S. Y Jimenez Aleixandre, M. P. *Argumentation in Science Education*. England: Springer, 29-46.
- García Sanz, M. P. (2014). La evaluación de competencias en Educación Superior mediante rúbricas: un caso práctico. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 87-106.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta Edición. México: McGraw Hill.
- Hofstein, A., y Kind, P. (2012). Learning in and from Science Laboratories. En: B. Fraser y otros (Eds.), *Second International Handbook of Science. Education*. 189-208.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Moreira, M. A. (2006). A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Fundação Universidade de Brasília.
- Radl Philipp, R. (1998). La teoría del actuar comunicativo de Jürgen Habermas: un marco para el análisis de las condiciones socializadoras en las sociedades modernas. *Papers*, (56), 103-123. http://www.infoamerica.org/documentos_pdf/habermas02.pdf
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En: *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del curriculum*. Madrid: MEC - Colección Aulas de Verano, 1-20.
- Scott, P., Ametller, J., Mercer, N. y Kleine Staarman, J. (2007). *An investigation of dialogic teaching in science classrooms*. New Orleans: NARST.
- Siegel, H. (2010). Critical thinking. *International Encyclopedia of Education*, 6, 141-145.
- Toulmin, S. (1995). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press.
- Vergnaud, G. (1996). A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do GEMPA*, (4).
- Vergnaud, G. (2013). ¿Por qué la teoría de los campos conceptuales? *Infancia y Aprendizaje*, 36(2), 131-161.
- Vigotsky, L. (Traduc. J. Nieto). (1991). *A Formação social da mente*. Brasil: Martins Fontes.