

Refinando el principio de Arquímedes mediante la experimentación en clase, un análisis desde la progresividad del discurso

Refining Archimedes' principle through classroom experimentation, an analysis from discourse progressiveness

Nicolás Baudino Quiroga¹ y Enrique A. Coleoni¹

¹Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.

*E-mail: nicolas.baudino@unc.edu.ar

Recibido el 15 de junio de 2021 | Aceptado el 1 de septiembre de 2021

Resumen

Se presenta un estudio de caso de una clase real durante la cual los estudiantes analizan la situación de un recipiente con agua, ubicado sobre el platillo de una balanza. Se les pregunta si se alterará (y cómo) la lectura de la balanza al colocar en el agua un cuerpo de madera que flota. La pregunta de investigación es qué rol ocupa el experimento en el mecanismo social de la progresividad. El análisis muestra que el experimento puede incidir fuertemente en la dinámica discursiva en el aula. En el caso analizado opera como un elemento que fija una parte de la estructura semántica. El estudio enriquece la comprensión de las interacciones en el aula y de cómo podrían fomentarse; a la vez, aporta información acerca de cómo generar las condiciones para que un experimento tenga relevancia desde el punto de vista de aprendizaje de conceptos y pueda ser interpretado en profundidad por los estudiantes.

Palabras clave: Experimento; Progresividad discursiva; Aula real.

Abstract

A case study of a real class is presented during which students analyze the situation of a container of water, located on the pan of a balance. They are asked if (and how) the scale reading will be altered by placing a floating wooden body in the water. The research question is what role the experiment occupies in the social mechanism of progressivity. The analysis shows that the experiment can strongly influence the discursive dynamics in the classroom. In the case analyzed, it operates as an element that fixes a part of the semantic structure. The study enriches the understanding of interactions in the classroom and how they could be fostered; at the same time, it provides information about how to generate the conditions for an experiment to be relevant from the point of view of learning concepts and can be interpreted in depth by students.

Keywords: Experiment; Discourse progressiveness; Real classroom.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la investigación y las propuestas pedagógicas muestran un creciente interés por las interacciones discursivas que se producen en las aulas de ciencias (Howe y Abedin, 2013). Este interés puede vincularse con las ideas de Vygotsky (1962) acerca de cómo ocurre el aprendizaje. Según él, las funciones psicológicas superiores ocurren

primero a nivel social y luego a nivel individual. La transmisión y adquisición de conocimientos es posible cuando la interacción -plano intersicológico- conduce a la internalización -plano intrapsicológico-. Esta interiorización se produce a través de los recursos semióticos que cada individuo comparte con la comunidad, de los cuales el lenguaje hablado es el más relevante. Si bien la ciencia es especialmente multimodal en su lenguaje (Tang, 2016; Márquez *et al.* 2003), la mayor interacción de nuestras ideas se genera a través de la oralidad.

Este paradigma de aprendizaje tuvo repercusión en los documentos curriculares de numerosos países, en Argentina desde el año 2004, se emitió un documento denominado Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP), en el que se presentan objetivos como:

La planificación y ejecución sistemática de exploraciones para investigar algunos de los fenómenos naturales (p. 12) y

La formulación de hipótesis escolares sobre determinados fenómenos naturales y la comparación de esas hipótesis con las elaboradas por sus compañeros, con argumentos basados en los modelos y teorías escolares estudiados. La búsqueda de diferentes estrategias para poner a prueba estas hipótesis. (p. 12)

El experimento es un dispositivo instruccional que permite considerar las diferentes hipótesis surgidas en la indagación colectiva en el aula. Numerosos trabajos dan cuenta de las ventajas de utilizar los experimentos, tanto para el aprendizaje de conceptos, como para el aprendizaje del método científico, cuyas etapas de predicción y explicación (previa y posterior al experimento, respectivamente) son fenómenos colectivos que deben tener un lugar central en las clases (Liew y Treagust 1998, Hart *et al.* 2000, Coştu, Ayas y Niaz 2012). A pesar de esto, la mayoría de los profesores sigue confiando en un enfoque de transmisión, en el que los escasos experimentos se utilizan como una forma de apoyar las explicaciones dadas por ellos mismos sobre las leyes y las fórmulas (Bigozzi 2014)

En paralelo a ese hecho, observado en las aulas, la investigación sobre la enseñanza de la física en nuestro país está fuertemente orientada a los enfoques individuales del aprendizaje, en contraposición a los socio-culturales (Baudino *et al.* 2017). Sin embargo, recientemente se han publicado trabajos que se enfocan en estos (Baudino y Coleoni 2020, Cutrera, Massa y Stipcich 2020, Furci, González, Trinidad y Peretti 2020).

Este estudio pretende avanzar en la comprensión de cómo son las interacciones en el aula y cómo se pueden gestionar para que resulten productivas. En particular, apunta a brindar, desde el análisis del discurso, elementos que ayuden a entender cómo generar las condiciones para que un experimento tenga relevancia desde el punto de vista de aprendizaje de conceptos y pueda ser interpretado en profundidad por los estudiantes.

II. LA PROGRESIVIDAD DEL DISCURSO EN AULAS DE CIENCIA

Para dar sentido a la idea de progresividad en el discurso resulta útil comenzar por el trabajo de Bereiter (1994). Allí, el autor cuestiona la mirada posmoderna según la cual, al no existir un punto de vista objetivo para juzgar si algo es verdadero, no puede haber progreso posible en la ciencia porque no hay forma de demostrar que un punto de vista sea mejor que otro. En respuesta a estas ideas, Bereiter argumentó que el supuesto clave de la ciencia no es la verdad objetiva, sino la progresividad, el discurso científico avanza con movimientos que van de un lado a otro, a medida que se vuelve más profundo y asertivo en términos de comprensión y predicción del mundo que nos rodea. Afirma que este progreso viene determinado por el grado en que los participantes consideran que las nuevas ideas son mejores que las anteriores. Por lo tanto, no es necesaria ninguna referencia a la verdad objetiva para que la ciencia sea progresiva. Para el autor esta forma de ver la ciencia como un discurso progresivo tiene una aplicación directa en la educación. Si bien en una clase el objetivo no es producir un avance científico, lo importante es que los discursos locales sean progresivos en el sentido de que se generen entendimientos nuevos para los participantes y que éstos los reconozcan como superiores a su entendimiento anterior. Según Bigozzi (2014) los estudiantes, al igual que los científicos, deben trabajar para avanzar en el conocimiento, probar y refinar las hipótesis y sustituir progresivamente las teorías antiguas e inválidas; y eso sólo es posible si se produce una simetría en la interacción. Las ideas de los alumnos deben considerarse tan válidas como las expuestas en el libro de texto o por el profesor.

Un objetivo de relevancia en el aprendizaje de ciencias en el secundario es la capacidad de construir explicaciones lógicas y coherentes basadas en principios científicos (Cutrera y Massa, 2020). La comprensión de cómo se van construyendo progresivamente esas explicaciones está ligada a la semántica que es el estudio del significado tal y como se expresa a través del lenguaje. Para hablar de ciencia, o de cualquier otro tema, tenemos que expresar las relaciones entre los significados de los distintos conceptos; la semántica es el estudio de cómo utilizamos el lenguaje para hacerlo. Es un campo de estudio profundo, sutil y muy útil (Lemke, 1990). En ese sentido Clarà (2019) propone que los estudiantes van desarrollando una estructura semántica común (ESC), en la que todos los miembros de la clase son partícipes. La progresividad del discurso en las aulas que da lugar al desarrollo de esta estructura semántica, se da a través de un mecanismo social que, propone este autor, tiene los siguientes componentes:

Dirección: es el impulso que da lugar a la interacción. A menudo la dirección es fomentada por el profesor, consiste en una pregunta o comentario que cambia el flujo de la discusión y tiende a cambiar la atención colectiva o a provocar una nueva actividad.

Inferencias: son ideas aportadas por los participantes que proporcionan un punto de partida para la construcción de una estructura semántica que intenta dar respuesta a la pregunta formulada. Esta estructura semántica se enriquece con la incorporación de sucesivas inferencias.

Observaciones: son el cuestionamiento por parte de los alumnos de una parte o de toda la estructura semántica construida a partir de esas inferencias. La característica que distingue a una observación de una inferencia es que las observaciones deben ir precedidas de una o varias inferencias. En otras palabras, la existencia de una observación es un indicador de que se está produciendo una interacción de ideas. Las observaciones son fundamentales para que todos los hablantes den significado y perfeccionen la ESC.

Consenso: La articulación entre inferencias y observaciones tiene éxito si se alcanza un consenso, o un acuerdo sobre una ESC entre todos los participantes.

Fijación: Consiste en la creación de un dispositivo que genera una ratificación explícita de la estructura semántica compartida. Un ejemplo de este artefacto es lo que se escribe en la pizarra y lo que copian los alumnos. Es una síntesis o explicitación de aquello sobre lo que se ha llegado a un consenso y, en general, es un movimiento discursivo realizado por el profesor.

Estos elementos se combinan en un ciclo de progresividad en el que los entendimientos individuales se van convirtiendo en entendimientos colectivos en la medida en que ocurren las inferencias y observaciones hasta llegar a un consenso. Una vez fijado el consenso es posible comenzar una nueva dirección que abre un nuevo ciclo.

III. LA EXPERIMENTACIÓN EN LAS AULAS DE CIENCIAS

En las clases de ciencias que tienen una propuesta de enseñanza por indagación, el experimento tiene un rol muy importante. King *et al.* (2015) mostraron que en las clases con experimentos y demostraciones los estudiantes expresaban más emociones positivas que en otras clases y que recordaban lo sucedido al final del ciclo lectivo. Por otro lado, Cerini, Murray y Reiss (2003), en una encuesta a más de 1.400 estudiantes de distintas edades, encontraron que el 71% eligió "*hacer un experimento en clase*" como uno de los tres métodos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias que les resultaba "*más agradable*". La realización de experimentos parece tener la potencialidad de volver las clases más atractivas y motivantes.

Durante la experimentación en las aulas, es deseable que ocurran dos tipos de aprendizajes: el aprendizaje del método científico como forma de adquirir conocimientos y el aprendizaje de los conceptos y las ideas. En ese sentido Abrahams y Millar (2008) realizaron un amplio estudio acerca de la efectividad de la experimentación y encontraron -entre otras cosas- que quienes diseñan las actividades prácticas de las clases de ciencias pocas veces tienen presente el reto cognitivo que supone relacionar la información que brindan los experimentos con las ideas científicas.

Katchevich, Hofstein, y Mamlok-Naaman (2013) se centraron en el proceso mediante el cual los estudiantes construían argumentos en el laboratorio de química, mientras realizaban diferentes tipos de experimentos. Encontraron que los experimentos de tipo indagación tienen el potencial de servir como una plataforma eficaz para la formulación de argumentos, debido a las características especiales de este entorno de aprendizaje. El discurso que tiene lugar durante los experimentos de tipo indagatorio resultó ser rico en argumentos, mientras que el de los experimentos de tipo confirmatorio resultó ser escaso en argumentos. Además, se comprobó que los argumentos que se desarrollaban en un experimento de tipo indagatorio se generaban durante la construcción de hipótesis, el análisis de los resultados y la elaboración de conclusiones.

Estos trabajos nos muestran que no alcanza con incluir en las clases experiencias de laboratorio, sino que dependiendo de cómo estén diseñadas esas actividades, tendrán distinta efectividad para el aprendizaje de los estudiantes. Desde la perspectiva de la progresividad del discurso, podemos decir que los datos que se obtienen al realizar un experimento no son un generador de progreso *per se*, sino que proporcionan información que, si es discutida críticamente, puede conducir eventualmente al progreso (Bigozzi, 2014). Esa información proporcionada por el experimento influye en el ciclo de progresividad y dependiendo de cómo sea gestionado por el docente puede, incluso, hacer colapsar el ciclo.

De esta manera nuestra pregunta de investigación es: ¿es posible servirse de la progresividad discursiva para entender mejor las condiciones en que un experimento favorece aprendizajes en el aula? Para responder a esta pregunta, analizaremos dos aspectos constitutivos de la misma, de manera diferenciada: ¿cuáles son las condiciones en las que un experimento acompaña más eficientemente el ciclo de progresividad? Y, ¿qué rol ocupa el experimento en la construcción de la ESC?

IV. CONTEXTO Y OBTENCIÓN DE DATOS

El contexto en el que se desarrolla la actividad es una escuela secundaria dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. El perfil de los alumnos es mayoritariamente de clase media con padres profesionales y la mayoría de sus egresados ingresan a la universidad. Por otro lado, los estudiantes tienen diversos espacios de participación política y activismo social reconocidos y promovidos por la escuela. Esto es relevante para entender que los estudiantes generalmente están dispuestos a participar en las discusiones en el aula. Los cursos en los que se realiza la investigación se encuentran en el último año antes de la graduación y es un curso obligatorio para los estudiantes que han elegido una formación orientada a las ciencias naturales. Esta institución tiene la característica de tener un año más para la graduación, por lo que los estudiantes tienen 18 y 19 años.

Durante 2016 y 2017 se grabaron en video 9 sesiones de clase que suman un total de 9: 16 horas. En el transcurso de esos dos años se realizaron numerosas reuniones con la docente en las que se analizaban en conjunto las clases grabadas y se planificaban las futuras actividades. La clase elegida para este trabajo es la última de todas las grabadas y tiene la particularidad de haber sido íntegramente planificada por la docente. Para el análisis se transcribió la clase en su totalidad y se seleccionaron algunos fragmentos para ilustrar nuestro análisis. Todos los nombres utilizados en las transcripciones son ficticios.

Al comienzo de la clase, la docente dibuja en el pizarrón un recipiente con agua arriba de una balanza y plantea la siguiente pregunta: *si se pone un pedazo de madera en el agua (que quedará flotando en la superficie) la balanza, ¿registrará una lectura mayor, menor o igual a la que registraba antes?*

VI. RESULTADOS

En la discusión que tienen los estudiantes sobre el problema surgen tres hipótesis claras: la balanza marcará el mismo peso, es decir, no alterará su lectura, la balanza marcará más, pero no la suma de los dos pesos y la balanza marcará la suma de los pesos. Cada una de las subsecciones va a abordar una de las hipótesis distintas que los estudiantes consideran. En cada una de ellas se identificarán las inferencias y observaciones que se ponen en juego para dar forma a la ESC

A. Aumenta pero no es igual al peso

La primera hipótesis que surge es llevada adelante por Ana. Ella afirma que la balanza registrará un aumento del peso pero que la lectura final de la balanza no alcanzará a ser la suma de los dos pesos (el del agua más el de la madera). Como veremos a lo largo de toda la clase, el agua y el concepto de empuje generan confusión en los estudiantes:

Ana: —Aumenta pero no es igual [la nueva lectura] al peso de la madera más el [peso del] agua

Mario: —Yo no entiendo por qué no marcaría lo mismo

Ana: —Porque ¿Viste cuando levantas una persona en el agua es más liviana que cuando la levantas en la tierra?

Juan: —Pero la balanza no está en el agua (Min 7: 14)

Esta transcripción muestra un primer ciclo de *inferencias y observaciones*. Ana comienza explicitando una inferencia, cuando Mario la cuestiona, ella esboza un argumento conectado con la experiencia cotidiana. La inferencia que Ana aporta, y sobre la cual sugiere dar forma a la estructura semántica es “la balanza registra un aumento pero no igual al peso de la madera porque las cosas son más livianas en el agua”. Para ella el agua es un agente que tiene el efecto de “hacer más livianas las cosas” y por eso impide que la lectura de la balanza aumente en una cantidad igual al peso de la madera. A lo largo de la clase esta idea aparece de manera recurrente. Al final de la transcripción, Juan hace una *observación* a esa inferencia diciendo que la balanza no está en el agua.

B. No varía porque el empuje anula el peso

En esta transcripción aparecerá una inferencia que se conecta con la observación hecha por Juan, vamos a ver cómo el hecho de que el empuje anule al peso genera una conclusión errada y cómo la docente ayuda a generar la estructura semántica a pesar de saber que tiene una falla:

Noé: —No varió porque la fuerza de empuje del agua es igual a la del peso entonces como que lo anula

Juan: —No! es la fuerza de acción y reacción

Noé: —Entonces, no genera un peso más [está tan convencido, que no escucha lo que le está diciendo J]

Docente: —Dicen que es igual, porque la fuerza de empuje del agua...

Noé: —Claro, anula el peso de la madera

Docente: —Y entonces, el peso total...

Noé: —Seguiría siendo igual

Docente: —Bien, esa es una idea. (Min: 31: 23)

La estructura semántica desarrollada por Noé es “*El empuje anula el peso de la madera, entonces la lectura de la balanza no varía*”. Juan intenta hacer una observación a Noé, sin embargo no es escuchado por su compañero. Es destacable cómo la docente interviene para ayudar a que Noé desarrolle su idea. Mediante una estrategia incentiva al estudiante a explicitar con más claridad su inferencia y al mismo tiempo ayuda a que el resto de sus compañeros comprenda lo que dice y tome postura al respecto. De hecho, inmediatamente un compañero suyo dirá “*Me retracto y apoyo esa idea*”. Además veremos que haciendo esto la docente puede detectar qué partes del razonamiento fallan y cuáles pueden ser tomadas como válidas, más adelante veremos que ella usa esto para guiar a los estudiantes hacia el consenso.

C. Se suman los pesos porque aparece una reacción a la fuerza de empuje

En los dos extractos anteriores hemos visto cómo Juan hace observaciones a las inferencias de sus compañeros, en este caso será él quien realice las inferencias y sus compañeros las observarán.

Juan: —Lo que vos vas a sentir en la balanza es la fuerza de reacción al empuje. El empuje es para arriba, entonces la reacción es para abajo, que es el mismo valor que el peso. El peso está anulado, pero la fuerza de reacción que tiene el mismo valor que el peso.

Bruno: —Y si el peso del objeto está anulado, ¿por qué va a pesar más el sistema?

Juan: —Está anulado. La fuerza de reacción del empuje, que va para arriba, va para abajo! Ponele yo tengo mi cartuchera, está el peso y mi mano que hace fuerza

Bruno: —Pero es diferente en el agua. (Min 38: 00)

En este fragmento se incorpora a la estructura semántica la interacción entre los cuerpos a través del concepto de acción y reacción. La estructura semántica desarrollada sería “*La balanza registra el peso del agua más la fuerza de reacción del empuje*”. Ellos entienden cómo funciona el principio de acción y reacción, o cómo se suman/cancelan fuerzas sobre cuerpos en equilibrio. El problema que están resolviendo es cómo es el mecanismo mediante el cual el agua transmite (o no) fuerzas tal como lo haría un cuerpo rígido/sólido. No es trivial para ellos entender que la tercera ley de Newton opera de la misma manera en el agua que en una superficie. Llegado a este punto, habiendo transcurrido una hora de debate en la clase, la docente decide que es un buen momento para hacer el experimento.

D. El rol del experimento en la construcción de la ESC

La docente, primero, pone en la balanza el tarro con agua y luego la madera para que los estudiantes anoten los pesos. Se genera gran expectativa, los estudiantes están todos muy atentos de lo que va a medir la balanza. Al comprobar que lo que mide es la suma del agua y la madera, muchos festejan. La docente decide no terminar la clase allí, a pesar de que el experimento pareciera dar por concluida la discusión, debido a que la pregunta inicial ya está resuelta.

Docente: —Escucho argumentos ¿Quién fue el que hizo referencia a que el peso?... Ah, acá al fondo

Noé: —Sí, me equivoqué (Risas)

Docente: —No, no, no. No es así de simple

Noé: —¿Cómo que no?

Docente: —Vamos a ver... No fue lo que vos esperabas, vamos a ver qué pasó con ese peso que decían que se anulaba, si la fuerza de empuje es anulada o equilibrada por el peso del bloque... ¿Cómo argumento entonces que la balanza marcó el peso de los dos? (Min 51: 00)

En términos del ciclo de progresividad podemos decir que el experimento es un artefacto que cataliza el consenso y la fijación del qué (*la balanza marca la suma del agua y la madera*), pero todavía no se ha alcanzado un consenso sobre el porqué. De manera que lo que la docente demanda es que se elabore la ESC en la que todos acuerden por qué la balanza marca lo que marca. Ella da por válido que la fuerza de empuje y el peso se anulan y el experimento muestra que los dos pesos se suman, entonces hay algo que falta. Esto da la pauta de que se logró generar un escenario discursivamente favorable para que el experimento fuera provechoso para que los estudiantes aprendan. A continuación mostraremos cómo los estudiantes realizan inferencias:

Mario: —O sea que la fuerza de empuje, sería: el agua le ejerce una fuerza a la madera, esa sería la fuerza de empuje y al agua le ejercen una fuerza, la madera. Es la misma fuerza que hace el objeto, de acción y reacción.
 Docente: —A cada fuerza, a cada acción...
 Noé: —Le corresponde una reacción de igual módulo y sentido opuesto. Aaaaah, por eso es el total de las dos
 María: —¿Sería la misma que el peso?
 Juan: —Mismo módulo
 Docente: —Son iguales en módulo...
 Sara: —En distinto sentido. (Min 58: 00)

A partir de la discusión incentivada por la docente, muchos estudiantes dan sentido a lo observado en el experimento, si bien no podemos afirmar que todos hayan comprendido completamente, la cantidad de estudiantes que participaron indica que, efectivamente, han construido una ESC que da una respuesta refinada. La ESC además es fijada en el pizarrón, Juan y Bruno dibujan las fuerzas que actúan tal como se muestra en la figura 1 y el resto de los estudiantes está de acuerdo.

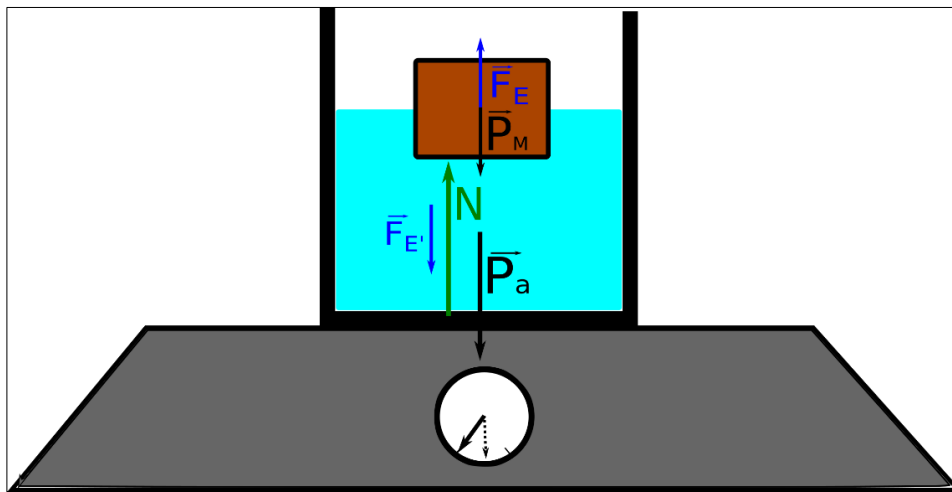


FIGURA 1: Diagrama de fuerzas dibujado por los estudiantes, donde PA es el peso del agua, PM es el peso de la madera, FE es la fuerza de empuje, FE' es la reacción a la fuerza de empuje y N es la normal

VI. CONCLUSIONES

El análisis de una clase con la lente de la progresividad del discurso nos ha permitido comprender con mayor detalle qué sucede en distintos momentos de una clase; cuáles son las distintas inferencias y observaciones de los estudiantes y cómo gestiona el discurso grupal para que ellos consigan construir una ESC que dé respuesta a la pregunta dada.

A lo largo de toda la clase podemos notar que para muchos estudiantes el agua es una suerte de pantalla o freno que de alguna manera impide que la balanza registre una parte o la totalidad del peso de la madera. A través del análisis del ciclo de progresividad se comprende cómo los estudiantes van proponiendo inferencias y a través de las observaciones las van descartando, refinando o proponiendo otras, esta forma les permite conservar ideas que son provechosas, como por ejemplo que el empuje anula al peso, les permite incorporar fuerzas de reacción que no estaban incorporadas al principio y dar cuenta de cómo son los mecanismos físicos mediante los cuales sucede lo que sucede. Esto lo que me permite ver es cómo hay un aprendizaje conceptual, la idea de acción y reacción ahora se ha extendido a otro contexto.

Como señala Bigozzi (2014), los experimentos deben acompañar el conflicto sociocognitivo de los alumnos, es decir, brindar información una vez que está explícita la confrontación de diferentes enfoques o sistemas de pensamiento que tienen lugar durante la interacción social. Un resultado experimental “antes de tiempo”, carece de anclaje discursivo y perderá relevancia desde el punto de vista del aprendizaje de conceptos. Para comprender el rol que ocupa el experimento en la construcción de la ESC podemos diferenciar dos partes de la misma: Qué es lo que pasa y por qué pasa lo que pasa. De esta forma el experimento es un artefacto que marca un punto de inflexión en el proceso del aprendizaje conceptual. Por un lado, fija una parte de la estructura semántica, una vez realizada la experiencia, ya no hay discusión acerca de *qué* sucederá; sin embargo, y dada la manera en que es gestionado por la docente, permite que los estudiantes continúen aportando inferencias hasta alcanzar un consenso acerca de *porqué* eso sucede. Esta función es mucho más rica, en términos de aprendizaje, que el hecho de confirmar o descartar una hipótesis.

A pesar de los cambios en los objetivos especificados en los planes de estudio y del interés de muchos profesores por hacer más participativas las prácticas en el aula, no es fácil modificar las formas tradicionales de enseñanza. En buena medida, este reto implica la modificación de los roles socialmente establecidos a lo largo de los años de escolarización. Es por esto que, si queremos apoyar a los profesores en la reforma de su método de enseñanza, más que echar un vistazo a las listas de estrategias de instrucción, es importante explorar ejemplos de enfoques de enseñanza claramente inspirados en los principios de la indagación y revelar el proceso subyacente (Bigozzi, 2014). Con este trabajo esperamos aportar desde el análisis del discurso en las aulas a la comprensión de cómo los profesores pueden hacer uso del experimento en el aprendizaje de conceptos.

REFERENCIAS

- Abrahams, I., Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International journal of science education*, 30(14), 1945-1969.
- Baudino Quiroga, N., Coleoni, E. A. (2020). Understanding improved interactions in a Physics classroom through the lens of discourse progressiveness. *International Journal of Science Education*, 42(16), 2696-2715.
- Bereiter, C. (1994). Implications of postmodernism for science, or, science as progressive discourse. *Educational psychologist*, 29(1), 3-12.
- Clarà, M. (2019). Building on each other's ideas: A social mechanism of progressiveness in whole-class collective inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 28(3), 302-336.
- Coştu, B., Ayas, A., Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40(1), 47-67.
- Cutrera, G., Massa, M. B., Stipcich, M. S. (2020). Interacciones discursivas en el trabajo didáctico con explicaciones. Un estudio de caso centrado en la estructura de las explicaciones científicas escolares. *Revista de enseñanza de la física*, 32(2), 19-29.
- Furci, V., González, A., Trinidad, O., Peretti, L. (2020). Análisis discursivo de la potencialidad didáctica de una propuesta CTIM. *Revista de enseñanza de la física*, 32(2), 43-55.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(7), 655-675.
- Katchevich, D., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. (2013). Argumentation in the chemistry laboratory: Inquiry and confirmatory experiments. *Research in science education*, 43(1), 317-345.
- Liew, C. W., Treagust, D. F. (1998). The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement.