

## Experimentación y aprendizaje: un análisis desde la progresividad del discurso

Nicolás Baudino Quiroga<sup>1</sup>, Enrique Andrés Coleoni<sup>1,2</sup>

[nicolas.baudino@unc.edu.ar](mailto:nicolas.baudino@unc.edu.ar) , [enrique.coleoni@unc.edu.ar](mailto:enrique.coleoni@unc.edu.ar)

<sup>1</sup>Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina

<sup>2</sup>Instituto de Física Enrique Gaviola. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina.

### Resumen

En este trabajo presentamos un estudio de caso, realizado sobre una muestra incidental, en el que analizamos el mecanismo social que genera la progresividad discursiva en un aula de Física. Mediante esa progresividad los estudiantes avanzan en la construcción de una Estructura Semántica Común (ESC). Nuestra pregunta de investigación es qué rol ocupa un experimento en ese mecanismo social de la progresividad. Mediante el análisis del caso bajo estudio, logramos describir el impacto que tiene ese artefacto que es el experimento en la dinámica discursiva en el aula. En el caso analizado opera como un elemento que fija una parte de la ESC. En la discusión previa, los estudiantes discuten *qué* sucederá con un sistema físico particular y *por qué* sucederá. Una vez llevado a cabo el experimento, ya no hay discusión acerca de *qué* sucederá. Sin embargo deben alcanzar un consenso acerca de *por qué* eso sucede. Creemos que nuestro trabajo aporta información acerca de cómo son las condiciones en las que un experimento puede tener relevancia en el aprendizaje de conceptos.

**Palabras clave:** Experimentación; Aula real; Análisis del discurso, Progresividad del Discurso.

### Experimentation and learning: an analysis from discourse progressiveness

#### Abstract

In this paper we present a case study, on an incidental sample, in which we analyze the social mechanism that generates discursive progressiveness in a Physics classroom. Through this progressiveness, students advance in the construction of a Common Semantic Structure (CSS). Our research deals with the role an experiment plays in the social mechanism of progressiveness. The analysis in our case study shows us that the experiment is an artifact that can strongly influence the discursive dynamics in the classroom. In the case analyzed, it operates as an element that fixes a part of the CSS. Prior to the experiment, students discuss *what* will happen to a particular physical system, as well as *why* that will happen. Once the experiment is done, there is no more discussion about what will happen. However, students need to reach a new consensus about why it happens. We believe that our work provides information about the conditions under which an experiment is relevant to concept learning.

**Keywords:** Experimentation; Real Class; Discourse Analysis, Discourse Progressiveness

### Experimentação e aprendizagem: uma análise da progressividade do discurso

#### Abstrato

Neste artigo apresentamos um estudo de caso, realizado sobre uma amostra incidental, no qual analisamos o mecanismo social que gera a progressividade discursiva numa sala de aula de Física. Através desta progressividade, os estudantes avançam na construção de uma Estrutura Semântica Comum (CS). A nossa questão de investigação é que papel desempenha uma experiência no mecanismo social da progressividade. Através da análise do caso em estudo, conseguimos descrever o impacto que o artefacto da experiência tem sobre a dinâmica discursiva na sala de aula. No caso analisado, funciona

como um elemento que fixa uma parte do CES. Na discussão anterior, os estudantes discutem o que irá acontecer a um determinado sistema físico e porque é que isso irá acontecer. Uma vez realizada a experiência, não há mais discussão sobre o que irá acontecer. No entanto, devem chegar a um consenso sobre a razão pela qual isso acontece. Acreditamos que o nosso trabalho fornece informações sobre as condições em que uma experiência pode ter relevância para a aprendizagem de conceitos.

**Palavras-chave:** Experimentação; Sala de aula real; Análise do discurso; Progressividade do discurso.

## **Expérimentation et apprentissage : une analyse de la progressivité du discours**

### **Résumé**

Dans cet article, nous présentons une étude de cas, réalisé sur un échantillon fortuit, dans laquelle nous analysons le mécanisme social qui génère la progressivité discursive dans une classe de physique. Grâce à cette progressivité, les étudiants avancent dans la construction d'une structure sémantique commune (SSC). Notre question de recherche est de savoir quel es le rôle d'une expérience dans le mécanisme social de la progressivité. Grâce à l'analyse du cas étudié, nous sommes parvenus à décrire l'impact que l'artefact de l'expérience a sur la dynamique discursive dans la classe. Dans le cas analysé, il fonctionne comme un élément qui fixe une partie de l'SSC. Dans la discussion précédente, les élèves discutent de ce qui va arriver à un système physique particulier et pourquoi cela va se produire. Une fois l'expérience réalisée, il n'y a plus de discussion sur ce qui va se passer. Cependant, ils doivent parvenir à un consensus sur la raison pour laquelle cela se produit. Nous pensons que notre travail fournit des informations sur les conditions dans lesquelles une expérience peut être pertinente pour l'apprentissage de concepts.

**Mots clés:** Expérimentation ; classe réelle ; analyse du discours, progressivité du discours.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas, la comunidad de investigadores en enseñanza de las ciencias ha mostrado un creciente interés por las interacciones discursivas que se producen en las aulas (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 se producen primero a nivel social y luego a nivel individual. La transmisión y adquisición de conocimientos son posibles cuando la interacción -plano interpsicológico- 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), es a través de la oralidad que se genera la mayor interanimación de nuestras ideas (Aguiar, Mortimer & Scott 2010).

En las aulas, estos contextos dialógicos de alta interanimación de ideas pueden ser promovidos de diferentes maneras. Una de ellas es a través del uso de experimentos. Estos promueven la consideración de diferentes hipótesis, que surgen como parte de un proceso de indagación colectiva. Numerosos trabajos dan cuenta de las ventajas de utilizar los experimentos tanto para el aprendizaje de conceptos, como para el aprendizaje del modo de indagación propio de la actividad científica. Señalan que tanto la etapa previa (Predicción) como la posterior (Explicación) al

experimento son fenómenos colectivos que deben tener un lugar central en las clases (Hart et al. 2000, Coştu, et al. 2012). A pesar de esto, en las aulas de ciencias sigue habiendo una mayoría de profesores que continúan 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).

Se puede categorizar la investigación sobre el aprendizaje de las ciencias desde perspectivas que van de lo individual a lo social (diSessa, Levin, & Brown 2015). Estas perspectivas se diferencian en sus marcos teóricos, unidades de análisis y orientaciones para la enseñanza. En particular la investigación en enseñanza de la Física en nuestro país está fuertemente orientada al enfoque individual, no abundan trabajos que tengan un abordaje socio-cultural del aprendizaje (Baudino et al. 2017). Recientemente se han publicado algunos trabajos que abordan el aprendizaje desde esta perspectiva colectiva. Baudino y Coleoni (2020) comparan dos clases equivalentes determinando qué movimientos discursivos de la docente son más eficientes para el aprendizaje. Cutrera et al. (2020) analizan a través del discurso de qué manera los estudiantes logran construir explicaciones lógicas y coherentes. Por su parte Furci et al. (2020) estudian la potencialidad de una propuesta didáctica a través de diversos aspectos de la dinámica discursiva en el aula. El presente estudio pretende sumarse a estos aportes. Desde el análisis del discurso, brindaremos

elementos para entender mejor cómo un experimento puede resultar relevante para el aprendizaje de conceptos y permitir una interpretación en profundidad por parte de los estudiantes.

## 2. LA PROGRESIVIDAD DEL DISCURSO EN AULAS DE CIENCIA

Un constructo que resulta particularmente útil para abordar el análisis del discurso que ocurre durante procesos de aprendizaje colectivos es la progresividad discursiva. Para comenzar a dar sentido a esta idea, resulta útil considerar 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. Esto lleva a que no hay manera de decidir si unas ideas son mejores o peores que otras. En respuesta a este planteo, 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 sean localmente progresivos en el sentido de que se generen entendimientos nuevos para los participantes y que ellos 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 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 et al. 2020). Entender cómo se van construyendo progresivamente esas explicaciones está ligado 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, y la semántica es el estudio de cómo utilizamos el lenguaje para hacerlo (Lemke 1990). En ese sentido Clarà (2019) propone que los estudiantes van desarrollando una Estructura Semántica (una estructura de conocimiento) Común (ESC), en la que todos los miembros de la clase son partícipes. La progresividad del discurso que da lugar al desarrollo de esta ESC, 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 promovida 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.

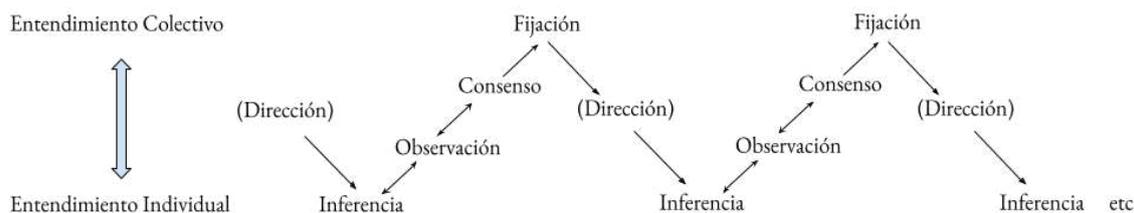
**Inferencias:** Son ideas aportadas por los participantes que dan sustancia a la ESC, cuyo fin es dar respuesta a la pregunta formulada. La ESC se enriquece con la incorporación de sucesivas inferencias.

**Observaciones:** Son el cuestionamiento por parte de los alumnos de una parte o de toda la ESC 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. La existencia de una observación es un indicador de que se está produciendo una interanimación de ideas. Las observaciones son fundamentales para que todos los participantes 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 ESC. 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, tal como muestra la Figura 1.



**Figura 1:** Ciclo de progresividad. Tomado de Clarà (2019)

### 3. LA EXPERIMENTACIÓN EN AULAS DE CIENCIAS

En las clases de ciencias, la actividad experimental ofrece grandes potenciales por diferentes razones. En su trabajo, King et al. (2015) mostraron que en clases con experimentos y demostraciones los estudiantes expresaban más emociones positivas que en otras clases, y que recordaban más lo sucedido al final del ciclo lectivo. Por otro lado, Cerini et al. (2003) realizaron una encuesta a más de 1.400 estudiantes (de distintas edades), y 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". Parece entonces que la realización de experimentos es una actividad que tiene la potencialidad de volver las clases más atractivas y motivantes.

Podemos distinguir al menos dos tipos de aprendizaje que es deseable que ocurran durante la experimentación en las aulas; por un lado, el aprendizaje de una forma de adquirir conocimientos propia de la actividad científica y por otro, el aprendizaje de los conceptos y las ideas. Abrahams y Millar (2008) realizaron un amplio estudio en el que se preguntan acerca de la efectividad de la experimentación y entre otras cosas encuentran 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 et al. (2013) se centraron en el proceso mediante el cual los estudiantes construían argumentos en el laboratorio de química mientras realizaban diferentes tipos de experimentos. Se encontró que los experimentos de tipo indagación tienen el potencial de servir como una plataforma eficaz para la formulación de argumentos. 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.

Estos trabajos permiten advertir que no alcanza con incluir en las clases experiencias de laboratorio, sino que dependiendo de cómo estén diseñadas esas actividades y cómo sean utilizadas, estas 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 puede favorecer al ciclo de progresividad o, dependiendo de cómo es gestionado por la docente, podría por el contrario hacer colapsar el ciclo. De esta manera nuestras preguntas de investigación son:

*¿Es posible servirse de la progresividad discursiva para entender mejor las condiciones bajo las cuales un experimento puede favorecer 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 discursiva?*

*¿Qué rol ocupa el experimento en la construcción de la Estructura Semántica Común?*

### 4. CONTEXTO Y METODOLOGÍA

El estudio de caso es un abordaje de investigación que abarca numerosas concepciones sobre la investigación cualitativa. Su característica básica es que aborda de forma intensiva una unidad. Ésta puede referirse a una persona, una familia, un grupo, una organización o una institución (Stake 1998). En este trabajo, y dadas las preguntas que se intentan responder, la unidad de análisis será el grupo clase.

El estudio de caso se destaca por la búsqueda de la comprensión de la realidad del objeto de estudio. Según Stake (1998) "El estudio de caso es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular". Desde una perspectiva interpretativa, Pérez Serrano (1994) afirma que "su objetivo básico es comprender el significado de una experiencia". El aula tiene la particularidad de ser un espacio muy común, en el sentido que es un lugar transitado por la mayoría de la población durante un período importante de su vida, pero a la vez lo que ocurre en cada escuela, con cada docente y en cada cohorte siempre es diferente, no hay ninguna clase exactamente igual a otra. Esta singularidad resulta

particularmente notoria en situaciones de aula en las que se busca la participación de los estudiantes. La variedad de ideas, el nivel y tipo de involucramiento de cada participante, las emociones que surgen y las formas que tiene el docente para gestionar la clase son únicas. Los estudios de caso están ligados al conocimiento de lo particular, de lo idiosincrásico. Es por esto que se vuelve fundamental hacer una descripción del contexto en el que suceden los hechos. Yin (2009) enfatiza la necesidad de contextualización del objeto de investigación, al entender que un estudio de caso es una investigación empírica dirigida a investigar un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real. Es decir, no es posible separar las variables de estudio de su contexto.

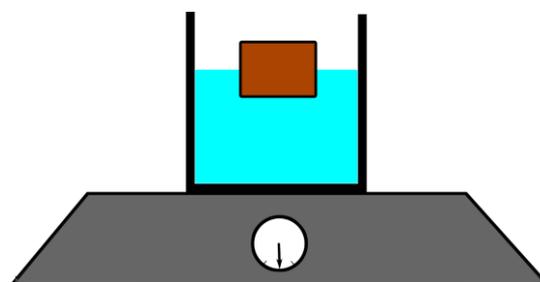
El contexto en el que se desarrolla nuestra investigación es una escuela secundaria dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba, en la ciudad de Córdoba, Argentina. El perfil de los alumnos es mayoritariamente de clase media con padres profesionales y la mayoría de sus egresados ingresan a la universidad. 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. Es por estas características que elegimos esta institución para realizar nuestra investigación. Los cursos que estudiamos 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. El plan de estudios en la institución es más largo que el común de las instituciones de la misma ciudad. Los estudiantes ingresan a la edad de 10-11 años y egresan luego de 8 años, con 18-19 (que es la edad de los estudiantes involucrados en el estudio).

Durante 2016 y 2017 se grabaron en vídeo un total de 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 analizaron en conjunto las clases grabadas y se planificaron las futuras actividades. La clase elegida para este trabajo es la última de todas las grabadas y tiene la particularidad de que en esta clase el experimento juega un lugar de protagonismo en las actividades que propone la docente. Para el estudio se transcribió la clase en su totalidad y se seleccionaron algunos fragmentos para ilustrar nuestro análisis. Para el análisis interpretativo, se plantean dos momentos. El primero, es una revisión individual en la cual cada investigador analiza los fragmentos de video seleccionados y hace explícitas sus interpretaciones de lo que allí ocurre. En un segundo momento, de puesta en común, se contrastan y analizan las interpretaciones individuales hasta alcanzar un consenso. La ventaja principal de esta mirada colectiva es que ayuda a neutralizar la tendencia de cada investigador a ver lo que está condicionado o incluso quiere ver.

Todos los nombres utilizados en las transcripciones son ficticios. Además, cabe aclarar que se pidió autorización a los adultos a cargo de los estudiantes para obtener los registros audiovisuales, se asumió y respetó el compromiso de que la información obtenida sólo se usaría con fines del análisis para la investigación y todos los sujetos involucrados estuvieron al tanto de que se tomaban los registros y del fin para el cual se lo hacía.

El problema planteado, que utiliza la docente como disparador para analizar las fuerzas que intervienen en una situación de flotación, es el siguiente: Un recipiente con agua está colocado en una balanza. Si se coloca 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?

Luego de hacer el dibujo de esto en el pizarrón (ver Figura 2), la docente retoma la pregunta, para cerciorarse de que ha sido entendida y se dispone a acompañar la discusión de los estudiantes.



**Figura 2:** Recipiente con agua arriba de una balanza al que se le coloca una madera

## 5. 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 (el del recipiente con agua y el de la madera) 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. Las tablas de cada sección muestran de manera conjunta los turnos de habla y la ESC que se infiere a partir de ellos.

### 5.1 Aumenta, pero no es igual al peso

La primera hipótesis que surge es propuesta por Ana. Ella afirma que la balanza registrará un aumento en su lectura pero que no alcanzará a ser la suma de los dos pesos (agua más madera). Como veremos a lo largo de todas las subsecciones del análisis de resultados, el agua y el concepto de empuje generan confusión en los estudiantes:

	Alocución	Estructura Semántica Común
--	-----------	----------------------------

1	Ana	<i>Aumenta pero no es igual [la nueva lectura]al peso de la madera más el [peso del] agua</i>	La balanza registra un aumento menor al peso de la madera
2	Mario	<i>Yo no entiendo por qué no marcaría lo mismo</i>	
3	Ana	<i>Porque ¿Viste cuando levantás una persona en el agua es más liviana que cuando la levantas en la tierra?</i>	La balanza registra un aumento menor al peso de la madera <b>porque las cosas se hacen más livianas en el agua</b>
4	Juan	<i>Pero la balanza no está en el agua</i>	Las cosas se sienten más livianas en el agua <b>pero la balanza no está en el agua</b>

**Tabla 1:** minuto 7:14 de la clase

Esta transcripción muestra un primer ciclo de *inferencias y observaciones*. Ana (turno 1) comienza explicitando una inferencia. Cuando Mario la cuestiona (turno 2), ella esboza un argumento conectado con la experiencia cotidiana (turno 3). La inferencia que Ana aporta, y sobre la cual sugiere dar forma a la ESC 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 este fragmento Juan hace una *observación* a esa inferencia (turno 4) señalando que la balanza no está en el agua. Para sostener su afirmación (a continuación), Ana intenta utilizar una herramienta conocida por ellos que es la sumatoria de fuerzas:

		Alocución	Estructura Semántica Común
5	Ana	<i>Como es mayor la fuerza de empuje que la fuerza que ejerce el peso sobre la balanza, no va a sumar lo mismo</i>	<b>El empuje es mayor al peso entonces</b> la balanza registra un aumento pero no igual al peso de la madera
6	Mario	<i>El empuje no es mayor porque si no saldría... para arriba</i>	El empuje <b>no</b> es mayor al peso
7	Ana	<i>Si fuera igual, se quedaría en el medio, no flotaría ni se iría al fondo</i>	El empuje es mayor al peso <b>si fuera igual se quedaría en el medio del agua</b> . Entonces la balanza registra un aumento pero no igual al peso de la madera

**Tabla 2:** minuto 15:00 de la clase

Este episodio inicia con una nueva inferencia de Ana: “el aumento de la lectura será menor al peso de la madera porque el empuje es mayor al peso de la madera”. La ESC ha variado respecto de la anterior: “la balanza registra un aumento, pero no igual al peso de la madera porque *el empuje es mayor al peso*”. Es decir, se mantiene el *qué va a pasar* (la lectura va a aumentar, menos que lo que pesa la madera) y ha cambiado el *porqué va a pasar* (porque el empuje es opuesto al peso y de mayor magnitud). Cuando Juan observa esa inferencia: el empuje no puede ser mayor porque si la suma de fuerzas es distinta de cero, los objetos no están en equilibrio, Ana responde a esta observación defendiendo su inferencia, diciendo que el empuje es igual al peso de la madera solo cuando esta está totalmente sumergida en el agua (de hecho, según ella, es por eso que queda en el seno del líquido).

Ana está tan aferrada a su inferencia que no advierte que esa idea conlleva a un problema de equilibrio de fuerzas. Esta inferencia no es acompañada por sus compañeros, por el contrario, como veremos en el siguiente fragmento, uno de ellos se hace eco de la observación de Juan y genera una inferencia distinta.

## 5.2 No varía la lectura porque el empuje anula el peso

En esta transcripción aparecerá una inferencia que se conecta con la observación hecha por Juan en el apartado anterior. Vamos a ver cómo el hecho de que el empuje anule al peso genera una conclusión errada y cómo la docente ayuda a afianzar la ESC más allá de que tiene una falla:

		Alocución	Estructura Semántica Común
1	Noé	<i>No varió porque la fuerza de empuje del agua es igual a la del peso entonces como que lo anula</i>	La fuerza de empuje del agua es igual al peso de la madera entonces lo anula.
2	Juan	<i>No! es la fuerza de acción y</i>	

		<i>reacción</i>	
3	Noé	<i>Entonces, no genera un peso más [está tan convencido, que no escucha lo que le está diciendo Juan]</i>	
4	Docente	<i>Dicen que es igual, porque la fuerza de empuje del agua...</i>	
5	Noé	<i>Claro, anula el peso de la madera</i>	
6	Docente	<i>Y entonces, el peso total...</i>	
7	Noé	<i>Seguiría siendo igual</i>	La fuerza de empuje del agua es igual al peso de la madera entonces lo anula. <b>Por lo tanto el peso total que registra la balanza seguirá siendo igual al que marcaba antes de colocar la madera.</b>
8	Docente	<i>Bien, esa es una idea</i>	
9	Bruno	<i>Me retracto y apoyo esa idea</i>	

**Tabla 3:** minuto 31:23 de la clase

La ESC expresada por Noé es “El empuje anula el peso de la madera, entonces la lectura de la balanza no varía”. En este caso podemos notar una diferencia con las inferencias de Ana. Noé está convencido de que el empuje anulará el peso y en consecuencia la balanza no registrará un aumento. Por el contrario, Ana está convencida de que la balanza registrará un aumento menor a la suma de los dos pesos y a partir de ese convencimiento es que formula sus inferencias. Juan intenta hacer una observación a Noé (hay una fuerza de reacción al empuje), 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 de “revoicing” (O’ Connor, M. y Michaels, S. 1993) 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.

### 5.3 Se suman los pesos porque aparece una reacción a la fuerza de empuje

En este extracto aparece con mayor protagonismo la idea de que la fuerza de empuje (ejercida por el agua sobre la madera) tiene un par (en el sentido de acción-reacción) que está ejercido por la madera sobre el agua. A su vez, esta fuerza extra, hecha por la madera sobre el agua, hacia abajo, hará aparecer un incremento en la lectura de la balanza, numéricamente igual al peso de la madera.

		Alocución	Estructura Semántica Común
1	Juan	<i>Si yo levanto algo, empujo con los pies para abajo. Si el agua empuja para arriba, el agua empuja para abajo también</i>	Si algo/alguien empuja para arriba, hace la misma fuerza para abajo
2	Bruno	<i>Pero Juan ¿Para acción y reacción no tenés que tener una superficie?</i>	
3	Juan	<i>La superficie es la de abajo [cara inferior del cubo]</i>	Si el agua empuja para arriba, hace la misma fuerza para abajo <b>a la superficie</b>
4	Bruno	<i>Pero no la toca</i>	<b>La madera</b> empuja para abajo, <b>pero no toca</b> a la superficie del fondo
5	Juan	<i>Pero la fuerza está hecha por el agua!</i>	
6	Franco	<i>Juan, ¿Cómo se transmite el peso [de la madera] al agua? ¿No tendría que estar sumergido? [Tocando el piso]</i>	
7	Juan	<i>El peso [de la madera] está anulado, pero la fuerza de reacción [al empuje] tiene el mismo valor que el</i>	Si el agua empuja para arriba, hace la misma fuerza para abajo a la superficie y <b>esa fuerza tiene el mismo valor que el</b>

		<i>peso.</i>	<b>peso</b>
8	<i>Bruno</i>	<i>Y si el peso del objeto está anulado, ¿por qué va a pesar más el sistema?</i>	La madera empuja para abajo <b>pero ese peso está anulado</b>
9	<i>Juan</i>	<i>¡La fuerza de reacción al empuje, que va para arriba, va para abajo! Ponele yo tengo mi cartuchera, está el peso y mi mano que hace fuerza</i>	<b>Por la fuerza de reacción al empuje</b> , si el agua empuja para arriba, hace la misma fuerza para abajo a la superficie y esa fuerza tiene el mismo valor que el peso
10	<i>Bruno</i>	<i>Pero es diferente en el agua. No hay fuerza del agua para abajo.</i>	La madera empuja para abajo pero ese peso está anulado <b>y no hay fuerza del agua para abajo</b>

**Tabla 4:** minuto 33:45 de la clase

En este segmento, Juan hace una inferencia: el agua se comporta de la misma manera que lo haría un cuerpo sólido. Es decir, el efecto de ubicar la madera sobre el agua es el mismo que se produciría si en lugar de agua hubiera un cuerpo sólido. Esto se evidencia en las analogías que usa en los Turnos 1 y 9: tanto la persona que levanta ‘algo’ como la mano que sostiene la cartuchera transmiten, hacia abajo, una fuerza del mismo módulo que la que ejercen hacia arriba. En el turno 5, explicita que el agua *es* un agente que ejerce fuerzas (en este caso hacia abajo, sobre la balanza). En el Turno 7 Juan hace explícita otra inferencia: la fuerza que la madera hace sobre el agua (hacia abajo) es la reacción al empuje (ejercido por el agua hacia arriba, sobre la madera) y por lo tanto de igual módulo que éste y que el peso de la madera. Junto con la inferencia anterior, van a dar lugar a una ESC que permite prever que la lectura de la balanza aumentará en una cantidad igual al peso de la madera. “El peso de la madera está anulado por el empuje, cuya reacción es ejercida sobre el agua y trasladada por ésta a la balanza. Entonces, la balanza registra la suma del peso de la madera y el agua”.

Bruno y Franco observan esa inferencia. Afirman que para que haya una reacción tiene que haber una superficie. En el Turno 2 y 4 Bruno afirma que se requiere una superficie para la existencia de una reacción. En el Turno 6 Franco incluso sugiere que para que el peso se transmita, la madera debería estar totalmente sumergida de forma tal que toque el suelo. Finalmente, en el turno 10, Bruno termina de explicitar la observación: el agua no hace fuerza para abajo. Buteler y Coleoni (2014) reportan un evento muy similar en una entrevista con estudiantes de la universidad que ya han terminado sus estudios en hidrostática. Uno de los estudiantes hace la misma analogía que Juan en la línea 1 de la Tabla 4, sin embargo, no se convence de forma automática: “sí, por analogía... pero no lo veo claro en el agua...”.

En las tablas 1 y 3 hemos visto cómo Juan hace observaciones a las inferencias de sus compañeros. En este extracto esas observaciones pasaron a ser inferencias. Por otro lado, la inferencia de Noé en el extracto 3 es muy similar a una de las observaciones de Bruno (*Y si el peso del objeto está anulado, ¿por qué va a pesar más el sistema?*). Es decir, el ciclo de

Inferencias ↔ Observaciones es dinámico, las ideas que eran inferencias pueden pasar a ser observaciones y viceversa. Sin embargo se van incorporando elementos en el discurso que enriquecen la ESC, y ese enriquecimiento, en sí mismo es un indicador de progresividad.

#### 5.4 Se lleva adelante el experimento

Habiendo transcurrido una hora de debate en la clase, la docente decide que es un buen momento para hacer el experimento. Mientras ella lo prepara, Juan y Franco van al pizarrón a dibujar las fuerzas que ellos consideran que están actuando. La docente primero pone en la balanza el recipiente con agua y luego la madera para que los estudiantes anoten los pesos. Se genera gran expectativa, los estudiantes están todos muy atentos a lo que va a medir la balanza. Al comprobar que lo que mide es la suma de los pesos del agua y la madera, muchos festejan. A pesar de que el experimento pareciera dar por concluida la discusión, debido a que la respuesta a la pregunta inicial ya está resuelta, la docente decide generar una nueva *dirección*. Ella asume que hay estudiantes que todavía no han terminado de entender *por qué* la balanza marca la suma de los dos pesos:

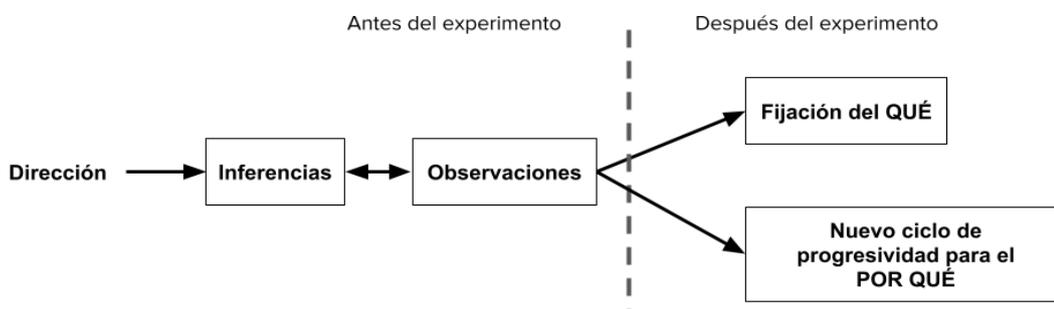
*Min: 55:00*

1. *Docente: Escucho argumentos ¿Quién fue el que hizo referencia a que el peso?...ah, acá al fondo*
2. *Noé: Si, me equivoqué*
3. *Docente: No no no, no es así de simple*
4. *Noé: ¿Cómo que no?*
5. *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?*

En función de la manera en la que la docente hizo uso del experimento en esta clase y cómo éste se entrelazó en las discusiones previas, podemos decir

que en este caso 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 eso no significa que se haya alcanzado un consenso sobre el porqué. Como muestra la Figura 3, se produce un

cambio *acerca de lo que* se discute. 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.



**Figura 3:** El experimento genera una fijación del QUÉ, sin embargo, los estudiantes tienen que seguir discutiendo para alcanzar un consenso y fijación del POR QUÉ.

Ella da por válido que la fuerza de empuje y el peso se anulan. Además, el experimento demuestra que los dos pesos se suman, entonces es necesario entender cuál es el mecanismo por el cual la lectura de la balanza aumenta

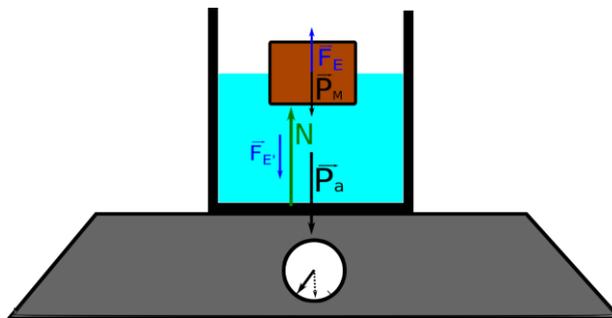
como lo hace. En la Tabla 5 mostraremos cómo los estudiantes realizan inferencias que se van incorporando a la ESC:

		Alocución	Estructura Semántica Común
1	Mario	<i>Cuál es la reacción de esa maderita al agua?</i>	
2	Juan	<i>Es una reacción a la fuerza</i>	La reacción de la madera al agua es una reacción a la fuerza
3	Mario	<i>A qué fuerza?</i>	
4	Juan	<i>A la del empuje</i>	La reacción de la madera al agua es una reacción a la fuerza <b>de empuje</b>
5	Mario	<i>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.</i>	El agua le ejerce una fuerza a la madera (el empuje) y la madera le ejerce una fuerza al agua (la reacción)
6	Docente	<i>A cada fuerza, a cada acción...</i>	
7	Noé	<i>Le corresponde una reacción de igual módulo y sentido opuesto</i>	
8	Docente	<i>Bueno, esto que habíamos puesto acá de estas fuerzas, eran aplicadas sobre el bloque, ahora estas otras que aparecen acá, Juan puso el peso del agua y la reacción de la fuerza de empuje o sea la que el bloque le hace al agua</i>	
9	Noé	<i>Aaaah, por eso es el total de las dos</i>	El agua le ejerce una fuerza a la madera (el empuje) y la madera le ejerce una fuerza al agua (la reacción). <b>Entonces la balanza marca la suma del agua y la madera</b>
10	María	<i>¿Sería la misma que el peso?</i>	
11	Noé	<i>Sí, lo acabamos de demostrar</i>	
12	Juan	<i>Mismo módulo</i>	El agua le ejerce una fuerza a la madera (el empuje) y la madera le ejerce una fuerza al agua (la reacción) <b>del mismo módulo.</b>

			Entonces lo que registra la balanza es la suma de los dos pesos
13	Sara	En distinto sentido	El agua le ejerce una fuerza a la madera (el empuje) y la madera le ejerce una fuerza al agua (la reacción) del mismo módulo y <b>en distinto sentido</b> . Entonces lo que registra la balanza es la suma de los dos pesos

**Tabla 5:** minuto 58:14 de la clase

A partir de la discusión incentivada por la docente, muchos estudiantes encuentran sentido en lo que muestra el experimento. Es decir, se logró generar un escenario discursivamente favorable para que un experimento sea más provechoso en términos de aprendizaje de conceptos. El análisis de los datos permite ver detalles de la construcción colectiva de sentido, mediante la identificación de los indicadores discursivos propuestos por Clarà (2019). En la Tabla 5 están marcados en negrita los aportes que van realizando los estudiantes en la construcción de la ESC que da una respuesta al porqué, que involucra una serie de mecanismos físicos que no son triviales de comprender. La ESC, además, es **fijada** en el pizarrón. Juan, Mario y Bruno dibujan las fuerzas que actúan tal como se muestra en la Figura 4. Allí, el peso y la fuerza de empuje tienen el mismo sentido pero direcciones opuestas y se anulan, aparece una fuerza de reacción al empuje, que ellos llaman  $F_E$ . También grafican el peso del agua y la normal (esta última fuerza será discutida más adelante en la clase).



**Figura 4:** Diagrama de fuerzas dibujado por los estudiantes, donde  $P_A$  es el peso del agua,  $P_M$  es el peso de la madera,  $F_E$  es la fuerza de empuje,  $F_E'$  es la reacción a la fuerza de empuje y  $N$  es la normal.

## 6. CONCLUSIONES

El análisis mediante la progresividad del discurso nos ha permitido comprender con mayor detalle qué sucede en distintos momentos de una clase. En los términos de Serrano (1994), se pudo dar significado a la experiencia de este grupo al discutir sobre el problema en cuestión. Identificamos las distintas inferencias y observaciones de los estudiantes y describimos cómo la docente gestiona el discurso grupal. Es decir, logramos, a través de indicadores de progresividad discursiva, dar cuenta de cómo el grupo

clase logra construir sentido colectivo, mediante una Estructura Semántica Común que les permite dar respuesta a la pregunta planteada en el problema.

A lo largo de toda la clase podemos notar que para algunos 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. De esta manera, el objeto que es colocado en el recipiente con agua, y por lo tanto sobre la balanza, no hará que la lectura de la balanza aumente en una cantidad igual al peso de la madera.

Durante la clase se van proponiendo inferencias y a través de distintas observaciones se van descartando algunas, refinando o proponiendo otras. Esto permite a los estudiantes conservar ideas que son correctas, como por ejemplo que la fuerza de empuje anula el peso de la madera. También les permite incorporar otras ideas, sumamente útiles, como por ejemplo cuáles son y sobre qué actúan las distintas fuerzas de reacción. Así logran dar cuenta de cómo son los mecanismos físicos mediante los cuales la balanza registra lo que registra.

Las inferencias, como cualquier idea que se expresa mediante una proposición, son ideas que, en principio, tienen sentido más allá de si se condicionan con descripciones disciplinariamente correctas. El valor de las mismas, está en el aporte que pueden hacer a la progresividad discursiva. De hecho, aun cuando claramente representan ideas físicamente incorrectas, conservan su valor, en términos de progresividad discursiva, porque son potenciales generadoras de observaciones. Estas observaciones luego podrán ser inferencias que a su vez podrán ser observadas. Por otro lado, encontramos que una misma idea puede en un momento ser una inferencia y en otro momento ser una observación a otra inferencia. Esto no significa que el ciclo no sea virtuoso, debido a que a medida que se suceden las inferencias y observaciones, la ESC va complejizándose con nuevos elementos.

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. En este sentido, un resultado experimental “antes de tiempo”, podría carecer de anclaje discursivo y perdería relevancia desde el punto de vista del aprendizaje de conceptos. En este

caso, los posibles resultados del experimento han sido previamente conjeturados por los estudiantes mediante un juego de sucesivas inferencias y observaciones. Es decir, la ESC que se está construyendo armoniza con posibles resultados que el experimento puede mostrar. Para comprender mejor 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 ESC. Una vez realizada la experiencia, ya no hay discusión acerca de *qué* sucederá. Sin embargo, y dada la manera en que es gestionado el discurso 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. Alcanzar este consenso no ha sido un hecho casual. Los estudiantes (ayudados por la docente) lograron hacer esto incorporando a la ESC un conjunto de inferencias y observaciones que hacen uso de los pares acción-reacción involucrados en el sistema. Esta progresividad discursiva, asociada al enriquecimiento de esa ESC está ligada directamente a un aprendizaje conceptual: la idea de acción y reacción, como constructo conceptual, ahora se ha extendido a un nuevo contexto.

La docente se sintoniza con este ciclo de progresividad dando lugar a que se genere un ciclo largo de inferencias y observaciones antes de realizar el experimento. Ella promueve que los estudiantes desarrollen sus ideas a pesar de saber que estas presentan inconsistencias desde el punto de vista de la Física. Luego del experimento demanda que los estudiantes terminen de construir la ESC rescatando ideas que parecían ya no tener lugar. Con estas acciones logra que se produzca un mejor entendimiento colectivo de diferentes aspectos conceptuales del fenómeno.

Finalmente, una reflexión en cuanto a las implicaciones de este trabajo para la tarea de enseñar física. 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.

## 7. REFERENCIAS

Abrahams, I. y Millar, R. 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*, v. 30, n. 14, p. 1945-1969, 2008, <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>

Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., & Scott, P. Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, v. 47 n. 2, p. 174-193, 2010, <https://doi.org/10.1002/tea.20315>

Baudino, N. y Coleoni, E. A. Understanding improved interactions in a Physics classroom through the lens of discourse progressiveness. *International Journal of Science Education*, v. 42, n. 16, 2696-2715, 2020, <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1830448>

Baudino, N., Velasco, J., Buteler, L. y Coleoni, E. ¿Cómo estudiamos el aprendizaje? Lo que dicen nuestros trabajos de investigación. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 29, 145-151, 2017, <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/articloe/view/18455/18298>

Bereiter, C. (1994). Implications of postmodernism for science, or, science as progressive discourse. *Educational psychologist*, v. 29, n. 1, p. 3-12.

Bigozzi, L., Tarchi, C., Falsini, P. y Fiorentini, C. 'Slow Science': Building scientific concepts in physics in high school. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 13, p. 2221-2242, 2014, <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.919425>

Buteler, L. M. y Coleoni, E. A. El aprendizaje de empuje y sus variaciones contextuales: un análisis de caso desde la teoría de clases de coordinación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n. 2, p. 137-155, 2014, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4734554>

Cerini, B., Murray, I., y Reiss, M. (2003). Student review of the science curriculum. Major findings. London: Planet Science/Institute of Education University of London/Science Museum. Retrieved February 27, 2007, from <http://www.planet-science.com/sciteach/review>.

Clarà, M. Building on each other's ideas: A social mechanism of progressiveness in whole-class collective inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, v. 28, n. 3, p. 302-336, 2019, <https://doi.org/10.1080/10508406.2018.1555756>

- Coştu, B., Ayas, A., y Niaz, M. Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, v. 40, n. 1, 47-67, 2012, <https://doi.org/10.1007/s11251-011-9169-2>
- Cutrerá, G., Massa, M. B., y Stipcich, M. S. 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*, v. 32, n. 2, 19-29, 2020, <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31185>
- diSessa, A., Levin, M., & Brown, N. J. (Eds.). (2015). *Knowledge and interaction: A synthetic agenda for the learning sciences*. Routledge.
- Furci, V., González, A., Trinidad, O., y Peretti, L. (2020). Análisis discursivo de la potencialidad didáctica de una propuesta CTIM. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 32, n. 2, 43-55. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31187>
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J. y Gunstone, R. 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*, v. 37, n. 7, 655-675, 2000, <https://doi.org/10.1002/1098-2736>
- Howe, C. y Abedin, M. Classroom dialogue: A systematic review across four decades of research. *Cambridge Journal of Education*, v. 43, n. 3, p. 325-356, 2013, <https://doi.org/10.1080/0305764X.2013.786024>
- Katchevich, D., Hofstein, A. y Mamlok-Naaman, R. Argumentation in the chemistry laboratory: Inquiry and confirmatory experiments. *Research in science education*, v. 43, n. 1, p. 317-345, 2013, <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9267-9>
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M. y Henderson, S. Emotionally intense science activities. *International Journal of Science Education*, v. 37, n. 12, p. 1886-1914, 2015, <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1055850>
- Lemke, J. L. Talking science: Language, learning and values. Norwood, NJ: Ablex, 1990.
- O'Connor, M. Catherine y Michaels, Sarah, C. D. Aligning academic task and participation status through revoicing: Analysis of a classroom discourse strategy. *Anthropology & Education Quarterly*, v. 24, n. 4, p. 318-335, 1993 <https://doi.org/10.1525/aeq.1993.24.4.04x0063>.
- Pérez Serrano, G. Investigación cualitativa retos e interrogantes. La muralla Madrid, 1998.
- Stake, R. E. Investigación con estudio de casos. Ediciones Morata, 1998.
- Tang, K. S. The interplay of representations and patterns of classroom discourse in science teaching sequences. *International Journal of Science Education*, v. 38, n. 13, p. 2069-2095, 2016, <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1218568>
- Márquez, C., Espinet Blanch, M., Izquierdo i Aymerich, M. y Espinet, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 21, n. 3, 371-386, 2003, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=743301>
- Vygotsky, L. S. Thought and language. MIT Press, 1962.
- Yin, R. K. Case study research: Design and methods, volume 5. Sage, 2009.

## **Nicolás Baudino Quiroga**

Doctor en Física por la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba (2021). Título: “Las dinámicas discursivas en clase y su relación con el aprendizaje de la física”. Actualmente es Profesor Adjunto de la FAMAF y dicta la materia Metodología, Observación y Práctica de la Enseñanza para estudiantes del Profesorado en Física.

Desempeñó el cargo de Secretario de Asuntos Estudiantiles (FAMAF, 2013-2015). Es editor de la Revista de Enseñanza de la Física desde el año 2015 y socio de la Asociación de Profesores de Física de Argentina desde el año 2017. Ha presentado trabajos en la temática de la enseñanza y el aprendizaje de la Física en Revistas y Congresos nacionales e internacionales de Educación en Física.