

TESIS DOCTORAL

LAS DINÁMICAS DISCURSIVAS EN EL  
AULA Y SU RELACIÓN CON EL  
APRENDIZAJE DE CONCEPTOS EN  
FÍSICA

POR

**NICOLÁS BAUDINO QUIROGA**

DIRECTOR: DR. ENRIQUE A. COLEONI

OCTUBRE 2021



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad  
de Matemática,  
Astronomía, Física  
y Computación

FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
ARGENTINA



ESTE TRABAJO SE DISTRIBUYE BAJO UNA LICENCIA [CREATIVE COMMONS](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)  
[RECONOCIMIENTO 4.0 INTERNACIONAL](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

---

---

## Agradecimientos

---

En primer lugar quiero agradecer a la Profesora Silvana Durilén, que me abrió las puertas de su curso y no sólo me permitió filmar sus clases sino que se involucró activamente en el análisis de su propia práctica. Sin ella esta tesis no hubiera sido posible.

A mi director, Enrique Coleoni. Creo que dirigir una tesis es casi tan difícil como hacerla. Tal vez pasa por encontrar el punto justo entre dejar que el dirigido explore y no dejar que pierda el objetivo de la tesis. Quique supo tenerme paciencia y ajustar tuercas en los momentos justos, hasta que en un momento me sentí dueño de mi tesis y comenzamos a funcionar cada vez más como colegas. En todos estos años hemos aprendido a trabajar juntos, a comprender nuestras capacidades y limitaciones, siempre en un marco de profundo respeto. Hoy puedo decir que no sólo fue mi director y ahora es mi colega, también es mi amigo.

A Sofía, mi compañera, mi amor. Estos tiempos de pandemia fueron muy difíciles para todes. En nuestro caso por suerte no tuvimos que lamentar pérdidas, sin embargo tuvimos que afrontar su embarazo y luego la crianza de nuestro hijo, Mateo, casi en soledad. Los últimos meses de escritura se volvieron particularmente agotadores. Su apoyo y acompañamiento fueron cruciales.

A mi familia y mis amigos, por estar siempre. A la Universidad Pública y Gratuita, ese gran orgullo argentino que siempre debemos defender. A Daniel Córdoba que me enseñó a amar la física y a amar la enseñanza. A Alexandra Elbakyan, por democratizar la ciencia.

---

---

## Resumen

---

El objetivo de esta tesis de doctorado es analizar de qué manera se relacionan las dinámicas discursivas con el aprendizaje de conceptos en aulas reales en las que se dan clases de física. Para llevar adelante la investigación utilizamos como abordaje metodológico el estudio de caso. En el transcurso de dos años trabajamos con una docente de secundario diseñando problemas que luego ella llevaba al aula. Se utilizó el registro audiovisual para realizar un microanálisis tanto de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes como de las acciones de la docente que inciden sobre la dinámica discursiva en el aula. Además se incorporó el software *Videograph* como herramienta metodológica que permitió codificar diferentes variables relacionadas con los turnos de habla, los emisores/receptores. Se decidió estudiar en profundidad tres clases que habían sido particularmente productivas en términos de generación e intercambio de ideas entre los estudiantes. Se analizaron por un lado dos clases de termodinámica dictadas en años sucesivos que tenían como característica que la docente abordaba el mismo problema con dos cohortes del mismo curso. En la tercera clase analizada se estudia el rol del experimento en la dinámica discursiva del aula.

El marco teórico más relevante en este trabajo (aunque no el único insumo teórico utilizado) es el mecanismo social de la progresividad en aulas de ciencias. Para dar sentido a la idea de progresividad en el discurso resulta útil decir 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. 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. 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. 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.

Entender cómo se van construyendo progresivamente las 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. En ese sentido se propone un mecanismo social para la progresividad, en la que todos los miembros de la clase son partícipes. Cada argumento y contra argumento 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 interacciones hasta que se llega a un consenso. Una vez fijado el consenso es posible comenzar una nueva dirección que abre un nuevo ciclo. Con este marco teórico se pudo describir cómo las dinámicas discursivas que se dan en el aula permiten a los estudiantes construir una Estructura Semántica Común que de una respuesta a la pregunta dada.

---

## Abstract

The purpose of this doctoral thesis is to analyze how discursive dynamics are related to concept learning in real physics classrooms. The research was addressed using a case-study approach as a methodological strategy. Over the course of two years we worked with a high school teacher designing problems that she then took to the classroom. The audiovisual registry was used to carry out a microanalysis of both the learning achieved by the students and the teacher's actions that affect the discursive dynamics in the classroom. In addition, Videograph software was incorporated as a methodological instrument that allowed the coding of different variables such as turns of speech and the speakers/listeners. It was decided that three sessions would be studied in depth, which had been particularly productive in terms of generation and exchange of ideas among students. On the one hand, two thermodynamics classes taught in subsequent academic years. Characteristic of these sessions was the fact that the teacher approached the same problem with two cohorts of the same course. In the third class analyzed, the role of the experiment in the discursive dynamics of the classroom was studied.

The most relevant (although not the only) theoretical framework in this work is the social mechanism for discourse progressiveness in science classrooms. To make sense of the idea of discourse progressiveness it is useful to consider that a key assumption of science is not objective truth, but progressiveness; scientific discourse advances with movements that go back and forth as it becomes deeper and more assertive in terms of understanding and predicting the world around us. This progress is determined by the degree to which participants consider new ideas to be better than previous ones. Thus, no reference to objective truth is necessary for science to be progressive. This way of viewing science as a progressive discourse has a direct application in education. Even though the goal in classrooms is not to achieve a scientific breakthrough, what is important is that local discourses are progressive in the sense that new understandings are generated for and by participants and that they recognize these as superior to their previous understanding. Students, like scientists, must work to advance knowledge, to test and refine hypotheses, and to progressively replace old and invalid theories, and this is only possible if there is symmetry in their interaction.

Understanding how explanations are progressively constructed is linked to semantics, which is the study of meaning as expressed through language. To talk about science, or any other subject, we have to express the relationships between the meanings of different concepts. In that sense a social mechanism for progressivity is proposed, in which all members of the class participate. Each argument and counter-argument are combined in a cycle of progressiveness in which indi-

---

vidual understandings become collective as interactions occur until a consensus is reached. Once the consensus is fixed it is possible to start a new direction that opens a new cycle. With this theoretical framework it was possible to describe how the discursive dynamics that occur in the classroom allow students to build a Common Semantic Structure that provides an answer to a given question.



---

## Índice general

---

<b>Agradecimientos</b>	<b>I</b>
<b>Resumen</b>	<b>VI</b>
<b>1. Motivación</b>	<b>1</b>
<b>2. Estado del arte del análisis del discurso en aulas de ciencia</b>	<b>3</b>
2.1. Primeras aproximaciones del análisis del discurso . . . . .	4
2.1.1. Lenguaje y adquisición del lenguaje . . . . .	4
2.1.2. Lenguaje hablado y lenguaje escrito . . . . .	4
2.1.3. La importancia del contexto . . . . .	5
2.1.4. Jerarquías en el discurso . . . . .	5
2.2. Definición del corpus analizado . . . . .	6
2.3. Análisis del corpus revisado . . . . .	7
2.3.1. Consideraciones generales . . . . .	7
2.3.2. Construcción de categorías . . . . .	11
2.3.3. Categorías que emergen del análisis . . . . .	12
2.3.4. Interacción de estudiantes entre sí (E-E) (11 Artículos) . .	15
2.3.5. Estudiante-Estudiante-Contenido (E-E-C) (23 Artículos) .	16
2.3.6. Docente-Estudiante (D-E) (17 Artículos) . . . . .	19
2.3.7. Estudiante-Docente-Contenido (E-D-C) (30 Artículos) . .	21
2.4. Conclusiones de la revisión . . . . .	25
<b>3. Metodología</b>	<b>29</b>
3.1. El estudio de caso, qué es y qué características tiene. . . . .	29
3.2. Antecedentes metodológicos en el GECyT- Física . . . . .	30

3.3. Mi tesina de grado . . . . .	31
3.4. Contexto: Colegio y docente . . . . .	31
3.5. Trabajo de campo . . . . .	32
3.6. Recogida de datos . . . . .	33
3.7. El investigador en el aula . . . . .	33
3.8. Salvedades acerca de la presencia de la cámara en el aula . . . . .	34
3.9. Selección y transcripción . . . . .	35
3.10. Objetivación de las transcripciones. Seminarios de Grupo . . . . .	35
3.11. Uso de Software <i>Videograph</i> . . . . .	36
<b>4. Marco Teórico</b>	<b>39</b>
4.1. Introducción . . . . .	39
4.2. El discurso progresivo como marco teórico interpretativo: dos aspectos distintivos . . . . .	42
4.2.1. Interacción simétrica . . . . .	42
4.2.2. Mecanismo social de la progresividad . . . . .	43
4.3. Unidad de análisis: la falsa dicotomía entre el todo y las partes . . . . .	45
4.4. La experimentación en las aulas de Ciencias . . . . .	46
4.5. La construcción de las preguntas de investigación . . . . .	47
<b>5. Resultados</b>	<b>49</b>
5.1. Parte 1: Análisis de dos clases equivalentes . . . . .	49
5.1.1. El problema planteado a los alumnos . . . . .	51
5.1.2. Acciones que influyen en la simetría de la interacción . . . . .	52
5.1.3. Análisis de la progresividad del discurso en dos escenarios diferentes . . . . .	58
5.1.4. Conclusiones de la Parte 1 . . . . .	65
5.2. Parte 2: El rol del experimento en la progresividad del discurso . . . . .	67
5.2.1. El Problema planteado a los alumnos . . . . .	68
5.2.2. Inferencias y Observaciones antes del experimento . . . . .	68
5.2.3. Se lleva adelante el experimento . . . . .	74
5.2.4. Conclusiones de la Parte 2 . . . . .	79
<b>6. Entrevistas con la docente</b>	<b>81</b>
6.1. Entrevista post Clase 1 [07/06/2016] . . . . .	81
6.2. Entrevista acerca de la Clase 1 realizada al año siguiente [24/4/2017] . . . . .	82
6.3. Entrevista después de la Clase 2 [19/6/2017] . . . . .	84
6.4. Entrevista después de la clase de empuje (Clase 3) [22/8/2017] . . . . .	85

<b>7. Consideraciones finales</b>	<b>89</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>104</b>





# CAPÍTULO 1

---

## Motivación

---

En estos tiempos en los que la palabra está cada vez más devaluada y las *fake news* se difunden más rápido que las noticias verdaderas, el desarrollo del pensamiento crítico se hace imprescindible para poder discernir entre aquello que tiene sentido y aquello que no. Para desarrollar esa capacidad, considero que es necesario tener pensamiento científico, en términos de no dar nada por cierto en primera instancia, buscar argumentos sólidos basados en la evidencia y tener una actitud de indagación. Pienso que las formas de enseñanza de la ciencia actuales muchas veces no ayudan en ese aspecto y están centradas en la transmisión de conceptos y de fórmulas.

El país necesita cada vez más de científicos y científicas, sin embargo la ciencia, y la física en particular, son carreras marginales en las universidades en términos de masividad. Para peor, la mayor parte de quienes eligen estas carreras, se quedan en el camino. Esta realidad nos dice que es innegable la importancia de mejorar la manera en que se enseña tanto a nivel medio como a nivel universitario. Para eso es necesario conocer y comprender, es decir, tener una actitud científica ante esta situación.

Las concepciones acerca del aprendizaje han evolucionado mucho en los últimos cuarenta años. Se sabe que la participación es un factor clave en el aprendizaje y que la gente aprende a partir de lo que ya sabe. Sin embargo, estas dos premisas no alcanzan para comprender cómo se da el proceso de aprendizaje en entornos participativos y cómo los docentes pueden gestionar las ideas de los estudiantes. De modo que lo que motiva mi investigación es entender cómo la gente aprende en estos entornos y de esta manera encontrar formas de llevar adelante clases de física que sean atractivas y a la vez que se alcancen aprendizajes significativos

que sirvan tanto para adquirir un pensamiento crítico como para motivar a seguir carreras de ciencias básicas.

## CAPÍTULO 2

---

### Estado del arte del análisis del discurso en aulas de ciencia

---

Teniendo en cuenta la motivación de esta tesis y los antecedentes del grupo, se decidió hacer una profunda revisión bibliográfica acerca del estado del arte del análisis del discurso en las aulas en la que estuvo involucrado todo el grupo de investigación del que formo parte. Esto era necesario para conocer los trabajos que serían relevantes para este estudio y tener claridad acerca de cómo mi trabajo dialogaría con los anteriores. Además el trabajo de revisión es fundamental para ser preciso en definir cuál será el aporte en el área. Este análisis derivó en la publicación de un artículo en la Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias ([Baudino Quiroga et al. \(2019\)](#)).

Las publicaciones internacionales de la última década muestran, cada vez con mayor claridad, que existe una relación entre los distintos patrones discursivos que acontecen en las aulas de ciencias y la apropiación (o no) del conocimiento científico por parte de los estudiantes. Esta relación entre lo que se aprende en el aula y las formas de interactuar de los individuos ha tenido aplicaciones concretas en propuestas de instrucción basadas fuertemente en actividades interactivas de los estudiantes. Estas han surgido como lo que se ha denominado aprendizaje interactivo ([Mazur and Hilborn \(1997\)](#)). Avanzar en la comprensión de cómo distintas formas del discurso afectan ese aprendizaje colectivo tiene importantes implicaciones educativas.

El estudio del discurso en las aulas ha ido tomando fuerza progresivamente en todo el mundo como una línea de investigación en el ámbito de la educación, y de la educación en ciencias, a partir de la década de los 80 del siglo pasado. Un estudio de revisión sobre discurso en las aulas del año 2013 ([Howe and Abedin \(2013\)](#)), muestra que el número de publicaciones en el tema aumentó considerablemente



hacia el final del período 1972-2011. Esto nos llevó a preguntarnos si en los años más recientes el análisis del discurso en las aulas de ciencias seguía teniendo vigencia como método de indagación y en ese caso, estudiar qué tipo de análisis se hacían.

## **2.1. Primeras aproximaciones del análisis del discurso**

La noción de discurso es esencialmente difusa. Sucede, como con otros conceptos similares como lenguaje, comunicación, interacción, que son palabras que refieren a fenómenos complejos, analizados desde distintas disciplinas con distintos objetivos de investigación. Según [Kelly \(2015\)](#) el discurso es el uso del lenguaje en contexto, y su análisis es central para entender las maneras en que las comunidades construyen normas, expectativas, definen un conocimiento común para el grupo, construyen pertenencia, enmarcan el conocimiento disponible, proveen el acceso al conocimiento disciplinar e invitan o limitan la participación de los miembros de la comunidad. Partiendo de esta definición amplia de [Kelly \(2015\)](#), a continuación se describen diferentes dimensiones del discurso sobre la base de algunos enunciados teóricos que nos permitirán definir qué tipo de estudios fueron seleccionados para esta revisión.

### **2.1.1. Lenguaje y adquisición del lenguaje**

Los humanos somos criaturas del lenguaje. Según muchos autores ([Chomsky et al. \(1988\)](#); [Gee \(2010\)](#)), nacemos con las capacidades para adquirir alguna variedad del lenguaje humano. Más allá de que esa aseveración tiene sus detractores, lo cierto es que no hay cultura en el mundo en el que no se haya desarrollado una lengua para transmitir información e interactuar. Por otro lado, el uso del lenguaje es una herramienta indispensable para desarrollar el pensamiento ([Vygotsky \(1962\)](#)), es decir, el lenguaje no es solamente gramática y vocabulario, es un sistema de recursos para dar sentido. En particular para desarrollar el pensamiento científico, es necesaria la adquisición de un tipo particular de lenguaje ([Lemke \(1990\)](#)).

### **2.1.2. Lenguaje hablado y lenguaje escrito**

El análisis del discurso se ocupa tanto del lenguaje hablado como del escrito. Estas dos modalidades tienen diferencias importantes, la más sobresaliente es que en el lenguaje hablado, la interacción es espontánea y la toma de turnos suele ser

desordenada. Por el contrario, en la escritura la estructura es más controlada y los usuarios tienen la posibilidad de corregir sus textos (Van Dijk (2000)). Las metodologías y abordajes teóricos difieren sensiblemente en el análisis del discurso escrito y el hablado. Nos focalizaremos en este último.

### 2.1.3. La importancia del contexto

Los usuarios del lenguaje participan en la interacción social, típicamente en la conversación y en otras formas de diálogo tanto orales como escritas. Esta interacción está, a su vez, enclavada en diversos contextos sociales y culturales (Van Dijk (2000)). Es por esto que el análisis del discurso no se circunscribe solamente al análisis del lenguaje, sino que también se estudia a los miembros de comunidades, grupos, instituciones, etc. como actores de sistemas complejos. Para Gee (2010) *“El contexto incluye el entorno físico en el que tiene lugar la comunicación y todo lo que contiene; los cuerpos, la mirada, los gestos y los movimientos de los presentes; lo que previamente han dicho y hecho los involucrados en la comunicación; y cualquier conocimiento compartido que tengan los involucrados, incluido el conocimiento cultural compartido.”* Es decir, el contexto es todo aquello que enmarca la interacción. En nuestro caso, seleccionaremos trabajos que realizan análisis del discurso en un contexto particular que son las clases de ciencias.

### 2.1.4. Jerarquías en el discurso

El estudio del discurso puede concentrarse en los detalles interactivos del habla, pero también puede centrarse en una visión más amplia del suceso discursivo, visualizando las diferencias jerárquicas que se dan por las funciones sociales, culturales y/o políticas de los actores. En nuestro caso el ejemplo más claro es la diferencia entre la función del docente y los estudiantes, aunque en el aula existen diversos roles entre los estudiantes. Esto conlleva a que una acción discursiva repercuta de forma diferente dependiendo de quién la realice. En síntesis en esta revisión nos ocuparemos de estudios que focalizan su atención en un tipo particular de discurso en un contexto específico: las interacciones orales que ocurren entre estudiantes y profesores durante el proceso de enseñanza en las aulas de ciencias.

En el siguiente apartado describiremos el criterio utilizado para seleccionar los artículos que conforman el corpus analizado en esta revisión (un total de 140) y la metodología utilizada para construir las categorías de análisis. En la sección Sección 2.3 presentamos un análisis de los resultados obtenidos. Finalmente, en la Sección 2.4 discutiremos algunas conclusiones de esta revisión.

## 2.2. Definición del corpus analizado

Una primera decisión en relación a qué años considerar para realizar la revisión estuvo orientada de acuerdo al artículo de [Howe and Abedin \(2013\)](#). Ese trabajo hace una revisión sobre estudios del discurso en el aula en el período 1972-2011, y muestra que los últimos diez años de ese período (2002-2011) han sido los más prolíficos en relación con el análisis del discurso en las aulas. Por esto, queremos saber si esta tendencia, y ahora específicamente en relación a las aulas de ciencias, se ha mantenido. Nos interesa averiguar si, en las revistas de consulta frecuente en nuestra comunidad de investigadores, los trabajos publicados dan cuenta de esta tendencia. Por ello, consideramos abarcar publicaciones desde el año 2011 hasta el año 2017, que es el año en que se hizo la revisión, reduciendo la búsqueda al ámbito de las clases de ciencias.

Tomamos una muestra incidental, conformada por las revistas latinoamericanas que son de consulta frecuente en nuestra comunidad de investigadores. Además incluimos revistas iberoamericanas y anglosajonas porque son también de consulta y acceso mayoritario en nuestra región. Para objetivar el proceso de selección, se acudió al sistema ránking de las revistas desarrollado por *Google Scholar*. Se procuró seleccionar de entre las revistas internacionales que estuvieran bien posicionadas en ese ránking.

Los trabajos que se seleccionaron son aquellos disponibles a través de la Biblioteca del Ministerio de Ciencia y Tecnología, del GECYT o de revistas de acceso libre. Las revistas seleccionadas fueron: *Journal of Research in Science Teaching*, *International Journal of Science Education*, *Science Education*, *Journal of the Learning Sciences*, *Physical Review Physics Education Research*, *Cognition and Instruction*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Eureka*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, *Revista de Enseñanza de la Física*.

Aunque la muestra es intencional y acotada, es un conjunto bastante representativo de los títulos que habitualmente consultamos los investigadores iberoamericanos en educación en ciencias.

En primer lugar, se leyó un subconjunto de resúmenes de la totalidad de trabajos contenidos en las revistas antes mencionadas durante el periodo 2011-2017 y se seleccionaron todos los artículos que incluían la/las palabra/s “discurso”, “interacción” y/o “diálogo” en el título y/o en el resumen del trabajo. Así obtuvimos un total de 140 artículos.

Para refinar el proceso de selección, se tomó al azar un subconjunto de 40 trabajos que se leyeron completamente con el propósito de indagar cuáles de ellos se correspondían a la concepción de discurso adoptada para este estudio. Se encon-

tró que muchos trabajos realizaban análisis del discurso en contextos cotidianos y no de aprendizaje, como por ejemplo el discurso de la ciencia en la televisión. Como el objetivo de la presente revisión se vincula con el análisis del discurso en el aula, decidimos descartar esos tipos de trabajos, sin embargo encontramos muchos artículos que realizaban análisis de discurso en ámbitos no formales de aprendizaje, como por ejemplo “clases de consulta”. Consideramos que si bien estos trabajos no se realizan en un contexto áulico, sí son contextos explícitos de aprendizaje. Otro aspecto que se tuvo en cuenta es el número de participantes en la investigación. Nos interesan los artículos en los que se analiza el discurso entre las personas, de modo que los trabajos en los cuales se analizaban discursos unipersonales quedaron descartados. Encontramos muchos trabajos que realizan análisis del discurso escrito. Como se aclaró antes, si bien entendemos la importancia de analizar las producciones escritas tanto por parte de los docentes y las instituciones como por parte de los estudiantes, decidimos centrar nuestro trabajo en el análisis del discurso oral. Por lo tanto acordamos que los artículos que nos interesaban incorporar eran aquellos que 1) se desarrollaran en contextos formales o informales de aprendizaje, 2) que involucran dos o más estudiantes/sujetos, y 3) que se centraran en el estudio del discurso oral.

Con las definiciones anteriores en mente se seleccionaron de entre ese conjunto de artículos los que formarían parte de nuestro estudio. Conjuntamente con este proceso, se comenzaron a ensayar algunas categorías de clasificación para analizar los trabajos. Estas categorías se iban refinando iterativamente a medida que se agregaban nuevas lecturas. A partir de sucesivas iteraciones quedó conformado un conjunto de 81 artículos de los 140 inicialmente seleccionados.

## 2.3. Análisis del corpus revisado

En primer lugar se mostrarán algunos aspectos generales encontrados en los artículos, y que tienen que ver con los contextos en el que se realizan las investigaciones, las metodologías utilizadas y ciertas tendencias generales. Luego se mostrará una clasificación de los trabajos en función de dónde está puesto el foco de la investigación mostrando los avances, contradicciones y áreas que consideramos con potencialidad para futuras investigaciones.

### 2.3.1. Consideraciones generales

En este apartado se hace un análisis general de todos los trabajos analizados, destacando cuáles son las similitudes y diferencias que se visibilizan en una primera aproximación:

## Acerca de los tipos de enseñanza que subyacen en las investigaciones sobre el discurso en el aula

Hemos encontrado que, si bien aún existen estudios donde se realizan comparaciones entre propuestas de enseñanza centradas en el alumno versus pedagogías “tradicionales”, es decir, de tipo expositiva (Tourinho e Silva and Mortimer (2013)), por lo general los trabajos ya no buscan hacer una defensa de las bondades de las propuestas de enseñanza de tipo dialógicas (en las que las ideas de los estudiantes son tenidas en cuenta) en comparación con las que son marcadamente autoritativas (en las que es el docente quien habla y los estudiantes tienen un rol pasivo). Lo que se intenta es explorar cuáles son las dificultades con las que se encuentran los docentes, detectar los indicadores de aprendizaje y cuáles son los desafíos pedagógicos que estas nuevas propuestas acarrearán.

Existe un consenso en la comunidad de pedagogos e investigadores en educación de que es necesaria la interacción entre los estudiantes para que el docente pueda orientar la clase teniendo en cuenta lo que los estudiantes ya saben. Es por esto que las propuestas de enseñanza basadas en la indagación y/o en la construcción de modelos se han generalizado. Más aún, podemos encontrar la cristalización de las propuestas orientadas a clases más dialógicas en su incorporación en guías oficiales para docentes, como la elaborada por la *National Science Education Standards (2000)* en Estados Unidos con fuerte impronta en Enseñanza Basada en la Indagación o *Qualifications and Curriculum Authority (QCA, 2003)* de Inglaterra, que recomienda la enseñanza dialógica y en los currículos de enseñanza de las ciencias de muchos países (Scott et al. (2006)). En Argentina las guías de enseñanza denominadas *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (2004)* también dan cuenta de la necesidad del fomento de la interacción entre estudiantes.

## Sobre el recurso audiovisual

Es importante destacar que el recurso audiovisual aparece como una herramienta ineludible a la hora de estudiar el discurso hablado en el aula. Esta herramienta se popularizó entre los investigadores en los años 90 debido a que brinda a los investigadores la posibilidad de revisar clases una y otra vez, hacer transcripciones, analizar gestos y movimientos, etc. Por otro lado, las clases pueden ser observadas por muchos investigadores (Jordan and Henderson (1995)) quitando algunos sesgos de subjetividad de quien está llevando adelante el trabajo.

## Software

Una herramienta que cada vez es más usada es el software. Se usan paquetes de programas computacionales que facilitan la transcripción de diálogos, incluso en la

medida que el reconocimiento de voz fue haciéndose más preciso, se empezaron a usar programas que transcriben automáticamente los diálogos grabados. Además se utiliza el software para hacer tareas que pueden resultar muy complejas y tediosas, como computar cuánto tiempo habla el docente en una clase (Tourinho e Silva and Mortimer (2013)) o encontrar “*características de vocalizaciones que indican expresiones emocionales*” (Bellocchi and Ritchie (2015)).

### Escalas temporales, análisis micro, meso y macro

Adhiriendo a la propuesta de da Silva and Aguiar (2016) de categorizar la amplia variedad de unidades de análisis temporal en tres grandes grupos:

- **El análisis micro** en el que se analizan minutos, segundos y hasta instantes. El análisis micro da la posibilidad de indagar en las micro-decisiones del docente, detenerse en las gesticulaciones de los hablantes, analizar la evolución de la clase a partir de una pregunta, etc. Por ejemplo, Tan and Wong (2012) en su trabajo argumentan que “*el microanálisis de la charla en el aula revela detalles en la interacción y en el habla entre el docente y los estudiantes que pueden ser fácilmente pasados por alto si solamente analizamos un evento desde la perspectiva macro*”.
- **Desde el análisis meso**, en el que se analiza lo que sucede en el transcurso de una clase entera, podemos identificar las emociones diarias King et al. (2017), las estrategias que lleva adelante el docente a lo largo de la clase, y los momentos discursivos que suceden.
- **El análisis macro** que puede abarcar un período de tiempo de varios meses o incluso años permite estudiar la evolución de un concepto por parte de los estudiantes a lo largo de varias clases o cómo se desarrolla la estrategia de un docente en un ciclo lectivo.

La mayor parte de los trabajos analizados en esta revisión están dentro de la categoría micro y meso. Han sido pocos los trabajos que realizan análisis macro. Dentro de esta última categoría, podemos destacar el trabajo de Badreddine and Buty (2011) en el que realizan un análisis acerca de cómo van evolucionando ciertos conceptos a lo largo de las clases, y las estrategias del docente para refinar el entendimiento de esos conceptos. Otro trabajo con escala temporal macro es el de Massi and Linhares (2011) en el que se analiza la evolución del tipo de discurso del docente a lo largo de un año. Vemos entonces un área de vacancia en el análisis del discurso que es la utilización de escalas temporales más grandes para poder analizar aspectos que no se pueden abarcar en escalas micro y meso, tales como

reconstruir la evolución en la estrategia del docente, la conceptualización de los estudiantes y sus enmarques epistémicos. En nuestro trabajo se harán análisis en las tres escalas temporales. Respecto al aprendizaje de conceptos haremos un análisis micro acerca de los detalles de la interacción entre la docente y sus estudiantes, un análisis meso acerca de los patrones de interacción predominantes en una clase y un análisis macro comparando el cambio de estrategia de la docente entre un año y otro.

### **Sobre la variedad en el número de personas**

El número de personas que constituyen la unidad de análisis es variado en los estudios considerados. Esto responde a lo que cada investigación busca analizar. En los trabajos donde se analiza a dos estudiantes interactuando, usualmente el foco está puesto en cómo los estudiantes aprenden conceptos a partir de la interacción, cómo los individuos reaccionan ante los argumentos del otro y cómo evolucionan los argumentos de una persona interactuando con otra. En cambio los trabajos en donde está involucrada toda la clase, incluyendo el docente, es más factible analizar las dinámicas discursivas del grupo como un todo, atendiendo las estrategias didácticas del docente. Nuestro trabajo estará centrado en el estudio del grupo clase como un todo.

### **Patrones de interacción IRE, IRF**

En su trabajo de revisión, [Howe and Abedin \(2013\)](#) muestran cómo el análisis de los patrones de interacción Initiation-Response-Evaluation (IRE) e Initiation-Response-Feedback (IRF) propuestos por [Mehan \(1979\)](#), tuvieron una gran influencia en el trabajo de los investigadores de las últimas décadas. En términos concretos, de los 225 artículos analizados por estos autores, 59 se han ocupado principalmente de describir los patrones de interacción, siendo el período 2002-2011 el más prolífico en este análisis. En cambio, en esta revisión vemos que la comunidad de investigadores ha ido adoptando nuevos enfoques para el análisis. De los 81 artículos considerados en nuestra revisión, hay 12 que citan estos patrones de interacción, pero sólo 3 de ellos los utilizan como herramienta de análisis para sus trabajos.

El éxito de la propuesta de [Mehan \(1979\)](#) se debe a que es una idea sencilla, que una vez conocida, permite rápidamente reconocer esos patrones al analizar el discurso en el aula. Con esta propuesta es posible mostrar una de las diferencias sustanciales en el discurso desarrollado en clases tradicionales versus clases dialógicas, que es cómo responde el docente a lo que dicen los estudiantes.

Han sido muchos los trabajos que se abocaron al estudio de los patrones de

interacción, particularmente en el periodo 2002-2011 (Howe and Abedin (2013)). Sin embargo, los investigadores empezaron a encontrar limitantes a la hora de usar esta forma de análisis. Según Louca et al. (2012) “Sugerimos que el esquema IRF falla en el abordaje de los problemas relacionados con las decisiones minuto a minuto de los docentes específicamente con respecto a cómo responder a las ideas y el pensamiento de los estudiantes” más aún “el discurso en el aula es un proceso mucho más complejo relacionado con muchas más características que las preguntas del docente y su retroalimentación”. Efectivamente con la propuesta de Mehan (1979) es posible analizar qué hace el docente ante los aportes de los estudiantes, pero parte de la base de que los docentes tienen que ser quienes realicen la primera intervención, y sirve fundamentalmente para un formato particular de la clase, que es la de todo el curso interactuando con el docente.

En estas últimas décadas se han desarrollado nuevos marcos teóricos que permiten superar la propuesta de Mehan y profundizar en el estudio del discurso en el aula. De estas nuevas propuestas podemos destacar, la de Mortimer and Scott (2003) en la que analizan el discurso en dos dimensiones. Una caracterizada por quiénes participan de la interacción, la dimensión interactiva / no interactiva, y otra que da cuenta de quiénes son las ideas que se discuten, la dimensión dialógico/autoritativo. Estos autores sostienen que los docentes que intentan llevar adelante clases participativas, encuentran una fuerte tensión en esta última dimensión: por un lado tienen una agenda de enseñanza, y consecuentemente unas ideas que pretenden desarrollar y discutir, y por otro lado, necesitan que los estudiantes se apropien de esa discusión. Es decir, están tensionados entre los extremos autoritativo y dialógico. Lo que se busca en una propuesta de enseñanza dialógica no es eliminar el discurso autoritativo, el cual es necesario para que el docente pueda avanzar en sus objetivos pedagógicos, sino establecer un balance entre ambos discursos. Esta propuesta ha tenido gran influencia en el análisis del discurso en aulas de ciencia en estos años. En particular fue analizada en reiteradas oportunidades con la docente del curso. Para ella la diferenciación entre la dimensión interactivo/no interactivo y dialógico/autoritativo resultó reveladora para analizar el discurso en sus propias clases.

### 2.3.2. Construcción de categorías

Dimensiones de Análisis: Con el fin de clasificar la información, identificar los puntos más relevantes, como así también los principales consensos y disensos en la literatura categorizamos los estudios en base a dos dimensiones:



## **El foco, ¿está puesto en los patrones de participación de los sujetos involucrados o está puesto en cómo se aprende un contenido?**

Para referirnos al aprendizaje de contenidos tendremos en cuenta lo que desde hace ya varias décadas existe como un consenso entre los investigadores. Aprender contenidos científicos está vinculado con el aprendizaje de los conceptos disciplinares y con el proceso multimodal asociado a la práctica científica. Esto es: elaborar hipótesis, realizar experimentos, refinar argumentos en base a la evidencia, elaborar modelos y trabajar con representaciones. Otro aspecto importante en el aprendizaje de ciencias es la modificación de las posturas epistémicas de los estudiantes, como el cambio en la forma de ver el mundo o una postura más abierta a otras formas de pensar.

Por otro lado, el análisis del discurso en muchas ocasiones está centrado específicamente en las interacciones que suceden en el aula, tanto las que suceden entre estudiantes como las que incluyen al docente. Podemos encontrar trabajos que se fijan en las relaciones de poder que hay en un curso, qué tipo de acciones tiene el docente para modificarlas, cómo son y cómo evolucionan los distintos modos discursivos o cómo influye el factor emocional en la participación de los estudiantes.

Esta diferencia en el foco (o no) sobre el aprendizaje de un contenido da lugar a una de las dimensiones que orientan nuestra clasificación. Esta dimensión puede entenderse como un continuo a lo largo del cual se pueden ubicar los trabajos según dónde esté puesto el foco de interés de la investigación. En un extremo, los trabajos que enfocan decididamente en (algún aspecto del) aprendizaje y en el otro, los que hacen foco en aspectos que solo atienden a cómo se posicionan los actores en relación con el discurso del grupo.

### **La presencia del docente**

Encontramos que en aquellos trabajos en los que se incluye al docente en el análisis, el enfoque de la investigación se ve fuertemente influenciado. Estos trabajos ponen principalmente la mirada en cómo es el rol del docente en el aula, ya sea como fuente de conocimiento, como mediador o como gestor de las emociones de los estudiantes. Este cambio de foco nos llevó a considerar la presencia (o no) del docente en el foco del análisis como uno de las dimensiones para la clasificación de los trabajos

### **2.3.3. Categorías que emergen del análisis**

Cruzando las dos dimensiones de análisis, es decir, si el foco está o no en el aprendizaje de contenidos y si está o no incluido el docente, se construyeron

cuatro categorías (ver Fig. 2.1). Al respecto de las mismas, cabe señalar que estas categorías no resultan absolutamente excluyentes, pero sí constituyen una manera de agrupar los trabajos que presenta beneficios para su análisis. Las categorías son:

### **Interacción entre estudiantes (E-E)**

Se trata de aquellos trabajos orientados a estudiar exclusivamente la interacción entre pares. Sus análisis están fuertemente dirigidos a aspectos de la dinámica social, entre los que destacan las jerarquías de opiniones, las formas de participación y la autorregulación grupal.

### **Interacción entre estudiantes y su relación con el aprendizaje de contenidos (E-E-C)**

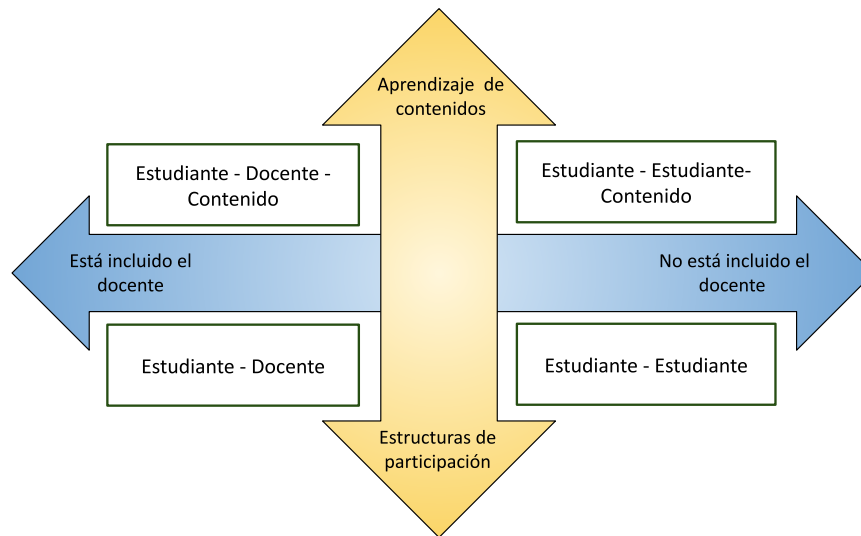
Estos trabajos enfocan en las interacciones entre pares y la relación con el aprendizaje de contenidos (que puede ser disciplinar, epistémico, procedimental, u otro). Buscan relacionar el desarrollo de capacidades discursivas con el desarrollo conceptual.

### **Interacción entre el docente y los estudiantes (D-E)**

Son trabajos que analizan las interacciones entre los estudiantes y el docente. Típicamente estos estudios, indagan cuestiones tales como las relaciones de poder, las validaciones de voces. En contraste con la categoría E-E, las preguntas de investigación involucran la asimetría en la relación del docente con los estudiantes.

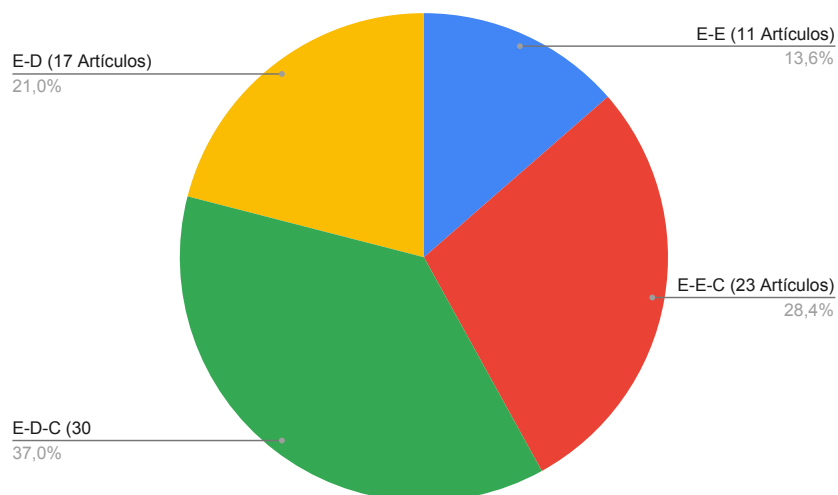
### **Interacción entre el los estudiantes, el docente y su relación con el aprendizaje de contenidos (E-D-C)**

Se enfocan en la relación entre las interacciones entre los estudiantes con el docente y con el aprendizaje de contenidos. Estos estudios se han valido del análisis del discurso para describir y caracterizar las intervenciones del docente y su relación con el desarrollo de una noción o concepto en una comunidad de estudiantes. La Fig. 2.1 muestra un esquema de cómo surgen las cuatro categorías



**Figura 2.1:** Construcción de las cuatro categorías de análisis. En base a las dos dimensiones, se generan cuatro categorías distintas. En cada categoría el foco de estudio está puesto en un aspecto particular del discurso en el aula.

Una vez construidas las categorías, se ubicaron en ella los trabajos analizados. La Fig. 2.2 muestra la distribución de trabajos en las cuatro categorías. Podemos ver que si bien los artículos cuyo foco es el aprendizaje de contenidos es mayoritario, hay una buena cantidad de trabajos en cada una de ellas.



**Figura 2.2:** Distribución de los artículos en las categorías construidas.

### 2.3.4. Interacción de estudiantes entre sí (E-E) (11 Artículos)

En los últimos tiempos el campo de la investigación educativa en esta área se abocó a realizar preguntas cada vez más profundas acerca de las dinámicas que existen entre los estudiantes, ¿cómo participan? ¿Qué emociones atraviesan? ¿Cómo se influyen mutuamente durante estas prácticas? Se ha observado que las frustraciones y obstáculos en el aprendizaje pueden resolverse favoreciendo la interacción entre estudiantes y las dinámicas dialógicas (King et al. (2017); Kim (2016); Chi et al. (2017)). Esta interacción presenta numerosas aristas interesantes de entender. En primer lugar, las discusiones en pequeños grupos favorecen la participación y construyen liderazgos positivos que mejoran el proceso de resolución de problemas Sun et al. (2017).

Favorecer el trabajo en pequeños grupos en el aula redundante en situaciones en las que las discusiones ocurren a “*pequeña escala*”, es decir entre pares, y en ausencia del profesor. Algunos trabajos se abocaron a entender cómo sucede la participación en estos casos. Shim and Kim (2018) definen dos encuadres, el epistemológico (que se refiere al sentido que le dan los estudiantes a la pregunta ¿qué está pasando aquí?) y el posicional (que refiere a cómo las personas se posicionan a sí mismas y a las demás en las interacciones). Encuentran que estos dos encuadres se articulan para dar forma a la participación de los estudiantes. Garcia-Mila et al. (2013), en su trabajo muestran que las dinámicas cambian de acuerdo a la consigna. Por ejemplo, cuando la actividad está orientada a consensuar con otro punto de vista en lugar de persuadir, los estudiantes construyen dinámicas discursivas más productivas. Por su parte Reigosa and Alexandre (2011) analizan las formas de actuar de los estudiantes, encuentran que es posible realizar una categorización de esas formas de actuar, donde la justificación en base a conocimientos es sólo una parte, pero que no alcanza para describir la variedad de acciones que llevan adelante los estudiantes para resolver las consignas.

Existe una tendencia en los grupos de estudiantes a que uno de ellos ocupe el rol de profesor. Por lo general, esta tarea recae sobre aquel participante que tiene mayores herramientas para resolver la consigna y se encarga de explicarle a los demás. Por el contrario, cuando no hay un estudiante que asume ese rol, el aprendizaje puede tener una dinámica de co-construcción en el grupo en la cual la participación involucra a más integrantes y la diversidad de ideas es mayor (Christian and Talanquer (2012)). Si bien nosotros nos hemos abocado al análisis del grupo clase, nuestros datos muestran que hay estudiantes que ocupan un rol más activo, sin embargo no reemplazan el rol del docente, esto será desarrollado con más profundidad en el capítulo de resultados. En el mismo sentido Engle

et al. (2014) afirman que la influencia de la argumentación emerge dinámicamente a través de las interacciones sociales y pueden ser afectadas por quien es considerado autoridad, por quien toma el “piso” o es privilegiado en el espacio, como así también si sus ideas son percibidas como de alta calidad. También aparecen como factores influyentes las referencias de expectación de inteligencia, las habilidades experimentales, la mentalidad científica, y el comportamiento en clase (Shanahan and Nieswandt (2011)). Además para Cavagnetto and Kurtz (2016) las habilidades argumentativas muchas veces están más ligadas al contexto que al conocimiento.

En resumen, hay numerosos ejemplos de cómo el trabajo en grupos favorece la interacción entre los estudiantes. Dependiendo del encuadre epistemológico y posicional de los individuos, del grupo humano, del tipo de actividad y de la consigna, en los grupos pueden ocurrir distintas formas de participación. Puede suceder que un estudiante ocupe el rol de profesor o que ese rol no lo ocupe nadie y que se dé una dinámica de co-construcción más horizontal. En este último caso, se registra una mayor diversidad de ideas. De todos modos, el liderazgo por parte de un estudiante no es necesariamente negativo. Conocer estas diversas dinámicas que se generan en los grupos de estudiantes brinda herramientas para pensar estrategias que generen una mayor y más efectiva participación de sus miembros.

### **2.3.5. Estudiante-Estudiante-Contenido (E-E-C) (23 Artículos)**

Mientras que la categoría E-E describe las diversas dinámicas de participación presentes en las aulas, los trabajos agrupados en esta categoría dan cuenta de los avances de la investigación en entender la relación entre esas estructuras de participación y el aprendizaje de contenidos (conceptuales, epistémicos, etc.) en grupos de estudiantes. En la recopilación se han encontrado dos focos de interés principales: por un lado, discusiones orientadas en torno a la relación entre desarrollo conceptual y las diversas dinámicas discursivas, y por otro lado, trabajos que ponen la atención en el discurso argumentativo.

En relación al primer foco mencionado, un número considerable de trabajos se preocupan por entender cómo se desarrollan las ideas de los estudiantes a partir de la interacción entre pares, qué ideas prevalecen en las discusiones, cómo se establecen relaciones entre las ideas en juego, entre otras. Se ha mostrado que la interactividad permite a los estudiantes hacer conexiones entre los conceptos (O'Mahony et al. (2012)), generar redes entre éstos, aumentar el dominio de aplicabilidad Givry and Tiberghien (2012), darle sentido a fenómenos y teorizar sobre los mismos (McMahon (2012)). Incluso cuando en esta interacción emergen

ideas incorrectas, favorecer la legitimación de las mismas los dispone a buscar consensos y comprensión mutua (Berland and Lee (2012)). La comprensión mutua en sus discusiones es un eslabón importante para que todos los participantes puedan alinearse, agregar elementos a su propio entendimiento a partir de los otros (van de Sande and Greeno (2012)) y favorecer la construcción de identidad en el grupo (Levrini et al. (2014)). Andersson and Enghag (2017) buscan relacionar dos niveles de la interacción entre estudiantes: cómo lo hacen (nivel lingüístico) y cuál es el contenido de su interacción (nivel cognitivo), y encuentran que estos dos niveles están fuertemente relacionados.

Mediante registros audiovisuales de estudiantes en una clase de ciencia, Tang et al. (2011) y Siry et al. (2012) han dado cuenta de que el desarrollo conceptual está fuertemente vinculado con la integración de varios modos de representación usados en el discurso. Según estos autores, el aprendizaje significativo ocurre cuando los estudiantes son capaces de desarrollar la multimodalidad de las representaciones. En particular Ferruzzi and Werle de Almeida (2012) encuentran que la actividad de construir modelos es un contexto en el que se generan interacciones dialógicas que favorecen el aprendizaje.

El desarrollo de las discusiones puede estar apoyado por visualizaciones que, si son dinámicas, generan mayores turnos de habla en los participantes (Ryoo and Bedell (2017)). La participación en comunidades de práctica científica también favorece el desarrollo lingüístico y social de los estudiantes (Verma et al. (2015)).

Por lo general en este tipo de trabajos la cantidad de estudiantes es baja. Esto se debe a que resulta difícil poder entender cómo evoluciona el aprendizaje de cada individuo en instancias de discusión de toda la clase. En este sentido estos trabajos se asemejan en su metodología a la investigación del aprendizaje entendido desde una visión de la cognición como fenómeno individual, que tiene una larga tradición en el estudio del cambio conceptual.

La argumentación, como objeto de aprendizaje, ha recibido considerable atención en la enseñanza de las ciencias. En el ámbito de la ciencia, la argumentación sirve para exponer y abordar inconsistencias entre ideas y evidencia; es un medio central por el cual la comunidad evalúa la validez de las afirmaciones (Berland and Lee (2012)). Siendo un elemento tan importante en la práctica científica, se hace evidente que la enseñanza de las ciencias lo tenga que contemplar, y que por lo tanto sea objeto de estudio para los investigadores del área. Lo primero que podemos identificar es una relación bidireccional entre interacción y prácticas argumentativas. Las discusiones argumentativas aumentan la interacción entre estudiantes (Berland (2011)), como así también una perspectiva dialógica tiene potencial para mejorar prácticas argumentativas de los estudiantes (escritas y orales) (Hemberger et al. (2017)).

La literatura se ha encauzado en dos corrientes distintas. Por un lado, hay quienes afirman que se debe aprender a argumentar, es decir, el aprendizaje está intrínsecamente ligado a la capacidad de argumentación de las personas. Por otro lado están quienes dicen que se debe argumentar para aprender, es decir, la argumentación es un medio para el aprendizaje de conceptos. La presencia de estas corrientes nos indica, entre otras cosas, que se trata de un foco de discusión vigente. Sin entrar en los detalles de esta discusión, presentaremos resultados desde ambas visiones en relación al vínculo entre las dinámicas discursivas y las prácticas argumentativas.

La presencia de dos posturas distintas en una discusión favorece la interacción y el desarrollo de la argumentación (Byrne et al. (2014), Bellocchi and Ritchie (2015)). En estos casos, denominados dinámica dual, los estudiantes revisan sus ideas, se orientan a identificar potenciales errores en sus pares, buscar alternativas y a criticar argumentos, lo que fortalece sus respuestas (Ford (2012)). Esto impone/implica desafíos para los estudiantes: por un lado utilizar estrategias discursivas para interpretar, refutar y justificar argumentos y por otro lado desarrollar argumentos para inferir una conexión causal e incorporar un mecanismo científico (Jin et al. (2015), Ryu and Sandoval (2012)). La dinámica dual es menos frecuente que la argumentación de “un-sentido” (“one-side”, donde solo prolifera una postura). Aún así, incluso en esta dinámica, se presentan oportunidades para que el estudiante avance en la construcción del argumento si el docente las logra aprovechar (Larrain et al. (2014)).

Un grupo de trabajos revisados se orientó a analizar el contexto que rodea las dinámicas argumentativas. Se encontró que el ambiente inmediato repercute en las prácticas argumentativas y discursivas de los estudiantes. El ambiente inmediato se conforma por variables tales como la disposición del profesor, el tipo de actividad, entre otros (Berland (2011); Balgopal et al. (2017)). El proceso de aprender a argumentar puede tomar dos rumbos durante la discusión en el aula: aprender a especificar las condiciones de las propias afirmaciones, o aprender a encontrar nuevas soluciones (Rudsberg et al. (2013)). La evocación de información también juega un rol importante en las prácticas argumentativas. La calidad de la argumentación de los estudiantes mejora notablemente cuando estos pueden apropiarse de normas específicas en torno a la evidencia (Ryu and Sandoval (2012)) en lugar de evocar la información científica como “la evidencia” (Nielsen (2012)).

A modo de síntesis, la revisión permite advertir que los estudios de discurso en relación con el aprendizaje se enfocan en dos grandes problemáticas: el aprendizaje de contenidos conceptuales y el aprendizaje de la “práctica argumentativa”. Un resultado que se advierte reiteradamente en estos trabajos es que en entornos de

interacción entre pares, el aprendizaje se ve favorecido cuando hay posturas distintas y que los individuos intentan saldar esas diferencias. Si bien en este último caso, hay una discusión vigente en cuanto a dos posturas (la argumentación como componente de, o como herramienta para el aprendizaje), hay muchos resultados en cuanto a las relaciones fructíferas entre aprendizaje e interacción discursiva.

### **2.3.6. Docente-Estudiante (D-E) (17 Artículos)**

Los artículos que integran esta categoría ponen el foco principalmente en cómo son los tipos de discursos que imperan, cómo son las relaciones de poder en las clases y cómo entran en juego las emociones en las interacciones. Para poder profundizar en lo que sucede en el aula y en lo que hace el docente, muchos investigadores se han dedicado a categorizar distintos modos discursivos y describirlos. Las preguntas que estos trabajos buscan responder a grandes rasgos son: ¿Qué modos discursivos encontramos en el aula?; ¿Cómo cambian?; ¿Cuándo cambian?; ¿Cómo son dependiendo del tipo de propuesta pedagógica? Siguiendo con la línea marcada por [Mortimer and Scott \(2003\)](#) podemos distinguir estos modos en la dimensión Autoritativa-Dialógica. [da Costa Tourinho Silva and Fleury Mortimer \(2013\)](#) comparan dos propuestas de enseñanza (una tradicional y una innovadora), y encuentran que entre una y otra lo que varía no es el tiempo total de intervenciones del docente, sino que en la propuesta tradicional hay mayor componente autoritativo. [Pimentel and Mcneill \(2013\)](#) analizan cinco cursos con sus respectivos docentes que tienen intenciones de establecer una enseñanza centrada en el alumno. Encuentra que, aún con esas intenciones, hay un marcado patrón autoritativo. Según [Tan and Wong \(2012\)](#), las tensiones o conflictos no se dan en el pasaje entre momentos autoritativos a dialógicos sino que surgen cuando los propósitos de la enseñanza no son claros, o cuando un maestro trata de incorporar demasiados propósitos de enseñanza dentro de una sola actividad. Por su parte [Tang \(2016\)](#) se abocó a estudiar cuál es la relación entre los patrones de comunicación y los modos de representación usados por los docentes. Encuentra que el modo de representación enactivo (basado en la acción) estaba ligado al patrón de comunicación interactivo-dialógico; el modo icónico (basado en la imagen) estaba ligado al patrón interactivo-autoritativo y el modo simbólico (basado en el lenguaje escrito) estaba ligado a lo no interactivo-autoritario.

Para estudiar cómo se modifica en el tiempo el discurso de los docentes, [Massi and Linhares \(2011\)](#), proponen que el discurso en el aula tiene tres extremos: Autoritario, polémico y lúdico. En el discurso autoritario hay un único agente y se contiene la polisemia (se busca imponer un único sentido). El discurso polémico es el que presenta una disputa entre los interlocutores, teniendo así la posibilidad



de más de un sentido, pero la polisemia es limitada. El discurso lúdico es el que tiende a la polisemia total. Según el autor, estos tres tipos de discursos, en sus extremos, no conducen a clases productivas. En sus registros encuentran que a lo largo de un año de trabajo con los docentes involucrados hay un cambio de un discurso autoritario a uno más polémico y lúdico.

Hilando más fino en la clasificación, [Van Booven \(2015\)](#) caracteriza las preguntas del docente entre las orientadas de formas autoritativas y dialógicas. Encuentra que si bien las preguntas con orientación dialógica generan respuestas más profundas en los estudiantes, también son necesarias aquellas preguntas que están entre lo autoritativo y lo dialógico y que sirven para orientar la clase. Es decir, el docente tiene que tomar micro decisiones en lo que respecta al tipo de preguntas que hace para lograr que la clase avance en cierta dirección o se focalice en ciertos aspectos. En la sección resultados vamos a mostrar cómo una parte de nuestro trabajo da cuenta de un fenómeno similar.

Alejándose de la caracterización autoritativo-dialógica, muchos autores identifican diversos modos discursivos [Vieira and Kelly \(2014\)](#); [Oliveira et al. \(2011\)](#), ; [Campbell et al. \(2012\)](#); [Williams and Clement \(2015\)](#); [Hinko et al. \(2016\)](#); [Sessa and Trivelato \(2017\)](#). Podemos encontrar que en cada trabajo hay una clasificación distinta, sin embargo un denominador común es que en clases dialógicas hay una multiplicidad de modos discursivos que no se encuentran en las clases tradicionales. Esta gran diversidad de caracterizaciones permitió a los autores realizar distintos análisis, que tienen que ver con cómo las articulaciones de los diversos discursos que rodean a la sociedad influyen en las prácticas discursivas de los docentes cuando enseñan ciencias, qué relación hay entre las estrategias que se plantea el docente y lo que termina sucediendo en la clase y cómo se maneja la tensión entre el intento de alcanzar los objetivos académicos y la generación de momentos dialógicos dentro del aula.

En un aula existen diversas relaciones de poder, pero la más clara y notoria es aquella entre el docente y los estudiantes. Es el docente quien decide qué, cómo y cuándo se habla. En contraposición a esta dinámica más extendida, hay otros entornos de enseñanza, como los centrados en el estudiante, en los cuales hay una búsqueda, a veces implícita, de empoderarlos. El trabajo de [Schoerning et al. \(2015\)](#) está enfocado en estudiar cómo cambian los marcadores del lenguaje relacionados con el poder y la acción. Muestra que los estudiantes cuyos profesores utilizan la indagación basada en argumentos tienen mayor acceso y poder en el aula de ciencias. Por el contrario, [Donnelly et al. \(2014\)](#) quienes también analizan las relaciones de poder en un aula en enseñanza orientada a la indagación, encuentran que el papel tradicional del docente y el alumno, y los diversos mecanismos utilizados para mantener estas relaciones de poder tradicionales, se

mantuvieron, tanto de manera directa como indirecta. Es decir, estos dos trabajos que analizan entornos equivalentes, encuentran resultados diferentes. Esta contradicción en las investigaciones sumado a la escasa cantidad de trabajos que se enfocan específicamente en cómo evolucionan las relaciones de poder, estaría indicando la necesidad de avanzar en su exploración.

El conocimiento de las emociones de los estudiantes en el aula es importante para poder tener mayores posibilidades de éxito en una clase. En las clases de ciencia, muchas veces los alumnos tienen que lidiar con la frustración de no entender. El docente tiene que ser capaz de ayudarlos a superar esas emociones negativas, [Sasseron and Duschl \(2016\)](#) estudian cómo influyen las interacciones de la docente en el compromiso de los estudiantes. [Colley and Windschitl \(2016\)](#) ponen el foco en el papel de la sensibilidad del docente y encuentran que la atención al pensamiento colectivo de los estudiantes en el aula puede respaldar tipos rigurosos de trabajo intelectual que persisten y se construyen en múltiples lecciones. Si bien la confrontación de ideas es un objetivo didáctico, las refutaciones pueden tener repercusiones negativas en los estudiantes, [Lin and Hung \(2016\)](#) analizan cómo operan las refutaciones en un ambiente dialógico y cómo el docente puede manejar el conflicto para que sea productivo.

A modo de síntesis: al comparar con los estudios en los que se analiza el discurso entre los estudiantes (en la categoría anterior), se advierte que incluir al docente en la unidad de análisis, amplía notablemente el universo de preguntas de investigación. Con respecto al estudio de los modos discursivos que se encuentran en el aula, podemos decir que hay una gran variedad de análisis al respecto. La diversidad de modos discursivos en las clases dialógicas es muy grande y depende fuertemente del contexto. Con respecto a las relaciones de poder en el aula, vemos que hay coincidencia con que en las clases que buscan ser dialógicas hay un intento de distribuir el poder, sin embargo eso muchas veces no se logra. Pareciera ser que hay una inercia tanto de parte de los docentes como de los estudiantes, que no se rompe fácilmente. Finalmente los estudios que analizan el manejo de las emociones, muestran lo necesario que es tenerlas en cuenta para ayudar a los estudiantes a sortear las emociones negativas y fortalecer su compromiso con la actividad.

### **2.3.7. Estudiante-Docente-Contenido (E-D-C) (30 Artículos)**

Como se mencionó anteriormente, existe un fuerte interés en la comunidad en estudiar distintas facetas del rol del docente en la dinámica discursiva de las clases de ciencia y cómo esto favorece o entorpece el aprendizaje de los estu-

diantes. Dejando atrás la vieja concepción de docente como el “distribuidor” del conocimiento, y con la visión ya consolidada del docente como “moderador” de la construcción del conocimiento de los alumnos, la comunidad de investigadores en el área se ha abocado a responder preguntas más profundas en este sentido. Si bien existen trabajos donde se observa la resistencia de los profesores a la práctica de dinámicas discursivas dialógicas (Kilinc et al. (2017)), el campo de investigación presenta un importante consenso en que promover la interacción entre estudiantes genera escenarios que son más favorables para el aprendizaje (Samarapungavan et al. (2017); Jin et al. (2017); Cheng and Brown (2015); Louca et al. (2011); Fung and Lui (2016); Corazza and Pedrancini (2014)).

Desde esta nueva concepción, el docente pasa a tener un papel distinto, que es el de gestionar la discusión, las ideas de los estudiantes y la construcción del conocimiento. De hecho, los aprendizajes más significativos ocurren cuando el docente juega el rol de conducir a los estudiantes en la construcción de conocimiento conceptual (Fung and Lui (2016)). En ese contexto tienen sentido preguntas como las siguientes: ¿Cómo articulan los docentes el discurso en el aula? ¿Qué modos discursivos utilizan? ¿Cómo se relacionan esos modos con la evolución de las ideas de los estudiantes?.

En la dinámica discursiva se observan diferentes espectros de acción por parte del docente que consisten en resumir, posponer, anunciar, avanzar, recuperar o recordar las ideas de los estudiantes. Estas diferentes decisiones de los profesores no sólo permiten articular las ideas que están en juego en una discusión, sino que también permiten conducir la discusión y a su vez recuperar la trayectoria del contenido a lo largo de las clases (Badreddine and Buty (2011); Lineback (2015)). Para vincular las ideas de los estudiantes los profesores despliegan múltiples recursos, en particular Alibali et al. (2014) estudian cómo son las gestualidades de los docentes para ese fin. Por su parte Tang (2017) muestra qué tipo de metadiscurso (entendido como aquello que organiza el habla) es usado por los profesores de ciencia. Es importante destacar que si bien las investigaciones están profundizando el estudio en la articulación de ideas de los estudiantes por parte del profesor, continúa siendo un desafío para los docentes abordar las ideas intuitivas sobre los conceptos, facilitar las conversaciones donde se explicitan las mismas (Jin et al. (2016)) y estructurar el discurso dialógico (McNeill and Knight (2013)).

Los profesores estructuran su discurso en el aula de diferentes maneras según el desarrollo de las ideas de los estudiantes, que van de las no-científicas a las científicas (van Aalst and Truong (2011) y también con los aspectos epistémicos involucrados en la clase (Manz and Renga (2017) ; Ford and Wargo (2012); Stroupe (2014)). Otros trabajos estudian el discurso en relación con la construcción de modelos. Samarapungavan et al. (2017), analizan cómo se modifica el

discurso dependiendo de los modelos que construyen los estudiantes y encuentran que hay una relación entre la coherencia de los modelos de los estudiantes y cómo se estructura el discurso del docente. Por otro lado [Louca et al. \(2011\)](#) caracterizan tres marcos discursivos en la construcción de modelos: donde se identifican los objetos involucrados en un fenómeno, donde se operacionaliza la “historia del sistema físico” y donde se construyen los algoritmos. El discurso productivo se da cuando los estudiantes pueden transitar estos tres marcos discursivos. En ese sentido el rol del docente es mantener un balance de estos tres marcos discursivos. Más aún, se ha mostrado que los estudiantes mejoran la sofisticación y coherencia de los modelos cuando la asistencia docente es fuerte y orientada al criterio de modelado científico ([Cheng and Brown \(2015\)](#)). El aprendizaje se potencia en la medida en que la actividad argumentativa se vuelve más científica ([Passmore and Svoboda \(2012\)](#)) y esto depende de la administración del discurso por parte del profesor. Se ha mostrado que la comprensión epistemológica de las discusiones de la clase por parte de los estudiantes influye en cómo se involucran en las prácticas argumentativas ([Berland and Hammer \(2012\)](#)). En ese aspecto, [Kim \(2017\)](#) estudia cómo el posicionamiento epistemológico del docente influye en la identidad científica de los estudiantes.

La estrategia discursiva que utiliza el docente a la hora de intervenir resulta un factor clave en el aprendizaje ([Jin et al. \(2017\)](#)). En diversas ocasiones las intervenciones del docente se realizan mediante una pregunta, por lo general, con el objetivo de direccionar la discusión, recuperar ideas o focalizar en una, entre otras. Numerosos estudios se han abocado a caracterizar estas intervenciones como así también a tratar de entender qué efectos producen en el aprendizaje de los estudiantes ([Kawalkar and Vijapurkar \(2013\)](#), [da Silva and Aguiar \(2011\)](#), [Silva and Villani \(2012\)](#), [Mestad and Kolstø \(2014\)](#)). Otro grupo de trabajos se ocupan del amplio espectro de preguntas que realizan los profesores durante sus clases, para las cuales se han encontrado diversas categorizaciones. En función de la intención del docente, éstas pueden ser: exploración de pre-requisitos (donde se pretende indagar en las ideas previas de los estudiantes), generación de ideas o explicaciones (donde se busca que los estudiantes produzcan sus propias explicaciones), desafío de ideas (donde se busca interpelar sus producciones), refinamiento de concepciones y orientación hacia el conocimiento científico (donde se busca orientar hacia el conocimiento científicamente aceptado) ([Kawalkar and Vijapurkar \(2013\)](#)). Otra caracterización distinguió tres categorías: de explicación, de descripción del concepto de ciencia y de práctica científica ([Benedict-Chambers et al. \(2017\)](#)).

Las preguntas, clasificadas en estas diferentes categorías, además de tener funciones diferentes para momentos diferentes de la clase, requieren de distintas

construcciones por parte de los estudiantes. Las preguntas de orden más alto (las que se orientan a múltiples métodos de resolución o métodos alternativos) son las que más demanda cognitiva presentan a pesar de darse cuando el docente es autoritativo y evaluador. Más aún, son las que favorecen las discusiones y participación entre estudiantes (Ni et al. (2014)). Así también, es el caso de las preguntas críticas, que en combinación con estrategias integradoras y argumentativas, promueven el discurso productivo en la clase (Nussbaum and Edwards (2011)).

Entre las preguntas más implementadas en una clase por parte del docente, se encuentran las preguntas abiertas. Sin embargo, se ha probado que estas no son universalmente efectivas para el aprendizaje, sino que deben combinarse con otras estrategias discursivas. En particular, presentan efectividad en la enseñanza cuando estas contienen ideas que fueron introducidas por los estudiantes (Zhang et al. (2011)).

Los docentes también participan de las discusiones en el aula a través de respuestas. Estas han sido estudiadas por algunos autores que, por ejemplo, afirman que se pueden categorizar como: de Identificación, de Evaluación Interpretación y de Respuesta. Se ha observado que estas respuestas son sensibles al contenido, el contexto y al tipo de preguntas (Louca et al. (2012)). Más aún, se ha mostrado que el discurso, junto con el contexto y las actividades, integran los procesos de construcción de conocimiento y la resolución de problemas (Rodrigues and Mattos (2011)). Oliveira et al. (2012) advierten que el uso de reforzadores (como “obviamente”) en exceso en el discurso del docente, puede construir una visión errónea de la naturaleza de la ciencia por parte de los estudiantes. Si bien en estos trabajos el aprendizaje de algún contenido es parte del interés de investigación, las teorías que se utilizan como soporte para la indagación corresponden a la tradición sociocultural del aprendizaje y no hay contribuciones teóricas que provengan de la cognición individual.

A modo de síntesis: En los trabajos revisados que corresponden a esta categoría (artículos en los que está presente la interacción con el docente y el aprendizaje de contenidos) el espectro de preguntas de investigación se amplía notablemente. Incorporar en el estudio el aprendizaje de contenidos implica no sólo atender a los modos discursivos, sino también, a estrategias específicas que los docentes ponen en juego con fines didácticos particulares, como por ejemplo que los estudiantes desarrollen la capacidad de construir modelos o de argumentar científicamente.

Si bien hay coincidencia en que el aprendizaje de contenidos se ve favorecido con las clases dialógicas, y que las intervenciones en donde el docente toma las ideas de los estudiantes son más efectivas, no deja de ser necesaria la asistencia del docente, que por momentos puede ser de carácter autoritativo. Hay numerosos

trabajos que dan cuenta de la resistencia y las dificultades que surgen cuando los docentes intentan generar discursos dialógicos en sus cursos. En ese sentido, conocer formas eficientes de abordar estos discursos y desentrañar las dificultades que tienen los docentes cuando llevan adelante esta práctica, es un tema que debe seguir siendo investigado.

## **2.4. Conclusiones de la revisión**

En esta revisión, se buscó encontrar cuáles son los puntos de consenso más importantes tanto desde el punto de vista teórico como metodológico y cuáles son las contradicciones y puntos en los que aún es necesario seguir investigando. Hemos encontrado que las propuestas didácticas que conforman el escenario sobre el cual se analiza el discurso están fuertemente orientadas a la indagación, a la construcción de modelos y al desarrollo de la argumentación por parte de los estudiantes. Es decir, los “contextos didácticos” en los que se realizan las investigaciones comparten esa característica común. Entendemos que esta “regularidad” en cuanto a los escenarios en los que se estudia el discurso y el aprendizaje, implica un consenso en cuanto a la conveniencia de este tipo de entornos, participativos, y fuertemente centrados en los estudiantes y sus ideas.

Desde el punto de vista de la metodología de investigación se destaca el recurso audiovisual como herramienta predilecta elegida por los investigadores para realizar el análisis de interacciones. Además, se observa un creciente uso de software para el procesamiento de los registros, tanto para transcribir los diálogos, como para computar tiempos de habla, gesticulaciones, etc. Lo que vemos es que esta herramienta amplía las posibilidades de realizar ciertos análisis que requerirían demasiado tiempo de trabajo. Por ejemplo, podemos ver que hay una amplia variedad de escalas temporales para el análisis que van desde el análisis micro, hasta lo macro, sin embargo la mayor parte de los trabajos se ubica en el análisis micro y meso, mostrando así un área de vacancia en el análisis macro. El uso de software puede ser una herramienta muy útil para este tipo de investigaciones.

Hemos visto que el número de personas que conforman la unidad de análisis también es variado. Asociamos esta variedad con la gran diversidad de preguntas que uno se puede hacer mediante el análisis del discurso. Vemos que por lo general los estudios donde lo que se busca es analizar las interacciones entre estudiantes, el número de personas es menor, más aún cuando lo que se trata es de estudiar evoluciones individuales. En cambio, si se busca estudiar las dinámicas discursivas que hay entre el docente y los estudiantes, la unidad de análisis suele ser el grupo clase. Finalmente los estudios que realizan comparaciones entre modalidades de enseñanza, tienen como unidad de análisis al menos dos clases.

Con respecto a los trabajos que analizan la interacción entre estudiantes (E-E) podemos mencionar que hay un consenso en que una forma eficaz para promover el diálogo entre ellos es el trabajo en grupos. El análisis de las formas de participación muestra que hay una gran riqueza en las dinámicas que se generan en los grupos de estudiantes. Profundizar en el análisis de estas dinámicas permite entender cómo lograr una mayor y potencialmente más efectiva participación de sus miembros.

En la categoría E-E-C vemos que la literatura refleja una relación bidireccional entre las dinámicas dialógicas de los estudiantes y el progreso de sus prácticas argumentativas. La interacción entre estudiantes constituye un potencial para el desarrollo de habilidades argumentativas. Esta interacción consiste en un fenómeno complejo vinculado al contexto en que se desarrolla como el tipo de actividad y la jerarquía de los integrantes.

La dinámica dialógica favorece el aprendizaje de conceptos ya que permite a los estudiantes conectar ideas, generar redes conceptuales, darle significado a los fenómenos, teorizar, tener un desarrollo multimodal de representaciones, entre otras cosas. Un aspecto que llama la atención en ese sentido es la falta de conexión entre teorías socioculturales con teorías sobre cognición individual. Si bien hay muchos trabajos que asumen que hay un aspecto individual del aprendizaje, son pocos quienes toman marcos teóricos cognitivistas para estudiar este aspecto. Esto puede ser debido a que, por un lado, a que hay tradiciones difíciles de modificar (y que han estado históricamente en veredas diferentes), pero también a que hay aspectos ontológicos acerca de lo que se considera que es aprender. Teniendo en claro estos aspectos, consideramos que es posible hacer análisis del discurso, desde una mirada sociocultural, pero incorporando también elementos inspirados en la tradición cognitivista para describir el aprendizaje de conceptos.

La revisión permite identificar que la comunidad ha profundizado en el estudio de la complejidad del rol del docente en las clases de ciencias. En la categoría D-E podemos ver que el interés de muchas investigaciones estuvo abocado en los últimos tiempos a analizar cómo son las relaciones de poder en el aula y cómo se modifican en aulas dialógicas. También se ha indagado en la forma en la que el docente gestiona la participación y las emociones de los estudiantes con la intención de lograr que estén involucrados y logren sortear las frustraciones que se generan al no entender.

También hemos visto en la categoría E-D-C que muchos estudios se abocan a analizar cuáles son las formas más eficientes de articular las ideas de los estudiantes, estimular la argumentación científica y conducir la construcción de modelos. Como se ha mencionado al describir los trabajos de esa categoría, existe una dificultad por parte de los docentes para cambiar su rol. Incluso esto se ve en

docentes que participan de proyectos de enseñanza orientados a la indagación y a la enseñanza por modelización. En ese sentido sigue siendo un campo de investigación en la enseñanza de las ciencias el encontrar cuáles son los principales obstáculos que encuentran los docentes cuando se involucran en proyectos de este tipo, y de esta manera encontrar mejores formas de modificar sus enmarques epistemológicos.





### 3.1. El estudio de caso, qué es y qué características tiene.

La elección de la metodología que se va a utilizar está íntimamente ligada a cuál es el objetivo y las preguntas que guían la investigación. El objetivo de investigación de esta tesis es comprender cómo se vinculan, en el aula, las dinámicas discursivas con los procesos de aprendizaje de conceptos. Por este motivo, la fuente ‘predilecta’ de datos serán registros de clases en las cuales se da, en mayor o menor medida, el aprendizaje conceptual, mediado por la interacción discursiva entre docente y estudiantes.

El estudio de caso es un abordaje de investigación que abarca numerosas concepciones sobre la investigación cualitativa. Podemos decir que 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 dada la pregunta que se intenta responder, la unidad de análisis será el grupo clase. El estudio de casos se destaca por la búsqueda de la comprensión de la realidad del objeto de estudio. Según Stake (1998) *“El estudio de casos es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular”*. Desde una perspectiva interpretativa, 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 se vuelve aún más notoria cuando se llevan adelante propuestas 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. De manera que focalizar el análisis de cómo se produce el aprendizaje teniendo presentes estas variables se vuelve una tarea ardua.

Las teorías ya desarrolladas informan la mirada de lo que se está analizando ahora. Esto no quiere decir que esas miradas teóricas agoten la descripción teórica del caso que se analiza. Quiere decir que el estudio de este caso pretende ver cosas que las descripciones teóricas conocidas no se ocuparon de mirar, en relación con este caso particular. Desde la concepción hasta la presentación de resultados, el estudio de caso dialoga con las teorías que subyacen al análisis. Como señala (Yacuzzi 2005: 9) *“Todo buen diseño incorpora una teoría, que sirve como plano general de la investigación, de la búsqueda de datos y de su interpretación. A medida que el caso se desarrolla, emerge una teoría más madura, que se va cristalizando (aunque no necesariamente con perfección) hasta que el caso concluye”*

## 3.2. Antecedentes metodológicos en el GECyT-Física

El Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología (Área educación en física), tiene una amplia trayectoria en el estudio del aprendizaje durante la resolución de problemas. En los últimos años se ha centrado en estudios de caso en los que se llevan adelante entrevistas clínicas (Coleoni and Buteler (2021), Buteler and Coleoni (2014), Buteler and Coleoni (2016) ). Jean Piaget, quien sin duda puede considerarse el precursor de la entrevista clínica, la desarrolló como un método para documentar una conversación abierta mediante la cual podía explorar las maneras en que los niños piensan o explican ciertos fenómenos. Las entrevistas clínicas son un instrumento pertinente para la investigación cualitativa en un amplísimo espectro de áreas de conocimiento, en particular este instrumento ha tenido y tiene gran utilidad para la investigación educativa en ciencias (Brown et al. (2015), Carraher and Schliemann (2002), Ellis (2007), Volfson et al. (2020)). Esta herramienta metodológica ha sido extensamente aplicada en la investigación educativa para revelar las ideas que los estudiantes ponen en juego al abordar situaciones que involucran fenómenos y/o conceptos científicos, particularmente en estudios sobre el aprendizaje, tanto conceptual como epistémico. La forma de

obtención de datos es realizando un microanálisis de los registros audiovisuales y transcribiendo fragmentos de las entrevistas. La expertise del grupo en esta técnica resulta en un insumo central en esta tesis.

### 3.3. Mi tesina de grado

Para la realización de mi tesis de grado trabajamos utilizando un modelo de conocimiento en piezas, originado en una mirada individual de la cognición. Se analizaron las construcciones conceptuales de un grupo de estudiantes de Física General I de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (este curso aborda contenidos de mecánica newtoniana, particularmente las 3 leyes de Newton en sistemas de partículas puntuales y cuerpos rígidos). Los estudiantes de la facultad son proclives a respetar los turnos de habla, cuentan con herramientas matemáticas que utilizan para comunicarse de forma precisa y comparten ciertos códigos de abordaje de los problemas que hace que la comunicación entre ellos sea accesible para el investigador. De manera que para extrapolar el marco teórico de la cognición individual a un grupo de estudiantes en interacción, este contexto era propicio y resultó en una experiencia exitosa y enriquecedora. El contexto en el que se realizó aquel estudio tenía particularidades difíciles de emular en una clase de la escuela media debido a que la dinámica discursiva es muy distinta. Con el transcurrir del trabajo de campo de esta tesis se hizo cada vez más evidente la importancia de incorporar aportes provenientes del abordaje sociocultural del aprendizaje.

### 3.4. Contexto: Colegio y docente

Hemos visto que 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.

Nuestra investigación se desarrolla en la Escuela Superior de Comercio Manuel Belgrano. Se trata de una escuela secundaria dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba. Si bien es un colegio público y gratuito, los aspirantes son seleccionados a través de un examen de matemática y uno de lengua. El perfil de los alumnos es mayoritariamente de clase media con padres profesionales y la mayoría de sus egresados ingresan a la universidad. Una característica singular

de esta institución es que los estudiantes tienen diversos espacios de participación política y activismo social reconocidos y promovidos por la escuela. Participan institucionalmente en la toma de decisiones a través de tres representantes en el Consejo Asesor que es el órgano de toma de decisiones de la escuela. El centro de estudiantes es un órgano que funciona desde el nacimiento de la institución y existe un espacio denominado Grupo Juvenil en el que los estudiantes avanzados realizan actividades recreativas y de reflexión para los estudiantes de los primeros años. Esto es relevante para entender que los estudiantes generalmente están dispuestos a participar en el aula. Los debates resultan un modo natural de interacción entre ellos, y la participación en actividades colectivas es algo que les resulta familiar.

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 educación orientada a las Ciencias Naturales. Esta institución tiene la característica de tener un año más para graduarse, por lo que la edad de los estudiantes se encuentra entre los 18 y 19 años.

La profesora Silvana Durilén, con la que trabajamos a lo largo de los dos años en los que recogimos datos, reunía dos características difíciles de conjugar: por un lado una larga trayectoria en la enseñanza secundaria y por otro un particular interés en perfeccionar su práctica. La docente ya tenía vínculos anteriores con el GECyT. En años anteriores, sus estudiantes habían participado en entrevistas con los investigadores del grupo y a partir de estas se hicieron estudios sobre aprendizaje conceptual, procesos de indagación y de aprendizaje epistémico. Ella manifestaba explícitamente que encontraba en la interacción con un grupo de investigación en Educación en Física el camino más eficiente para abordar sus problemáticas como docente. Entendía que la investigación (tanto en lo que se refiere al conocimiento de resultados de investigaciones hechas por otras personas, como la actitud de transformar un problema en un problema investigable) es un camino eficiente para retroalimentar positivamente las prácticas.

### 3.5. Trabajo de campo

El trabajo de campo tuvo lugar durante los años 2016 y 2017. En esos años se llevó adelante un proceso iterativo junto con la docente en el que se consideraban las posibles ideas previas de los estudiantes y se pensaban problemas en los que se pusieran en tensión esas ideas previas. Posteriormente se presentaba el problema en la clase y luego se analizaba en conjunto con la docente la grabación.

La materia que dicta Silvana en el octavo año del colegio abarca la enseñanza de las formas de transmisión de calor, en el primer y segundo principio de la ter-

modinámica y en hidrostática. Durante los meses de Diciembre de 2015 y Febrero de 2016, mi trabajo consistió en hacer una revisión de las guías de clase utilizadas por la docente, tanto las del 8vo año como las del año anterior y hacer una recopilación bibliográfica acerca de las preconcepciones que tienen los estudiantes con respecto a estos temas.

Una vez hecho este análisis, diagramé una serie de problemas que presenté a la docente y a mi director. La primera clase a la que llevamos un problema estuvo fuertemente guionada y gestionada por nosotros. El objetivo era que la docente tuviera una referencia acerca de la modalidad de enseñanza basada en la indagación. En las clases siguientes nuestras intervenciones disminuyeron. A medida que avanzábamos en el análisis de las clases junto con Silvana, fuimos notando una evolución de su forma de gestionar la dinámica discursiva. Al igual que en la materia en la que soy docente (Metodología, Observación y Práctica de la Enseñanza, MOPE), constatamos que la observación de las grabaciones de sus propias clases es una herramienta muy útil para el mejoramiento de la práctica. Recién en la quinta clase que fuimos a grabar, y luego de llevar adelante un proceso iterativo en el que se discutía una propuesta, se la llevaba al aula y se analizaban los videos, es que comenzamos a tomar registros que resultaron útiles para los objetivos de mi tesis.

### 3.6. Recogida de datos

Del trabajo de campo se grabaron 9 clases, que suman un total de 16 horas. De estos registros iniciales decidimos analizar las clases que tengan un fuerte componente participativo, de manera que se seleccionaron 3 clases para el análisis. Además se grabó un total de 4 entrevistas con la docente de alrededor de una hora cada una, que serán un insumo secundario. En estas entrevistas se verán reflejadas las emociones de la docente, su cambio a lo largo del tiempo y se podrá contrastar la lectura que ella hace de lo sucedido con los análisis que nosotros hacemos.

### 3.7. El investigador en el aula

Dentro de la investigación cualitativa pueden distinguirse dos posiciones diferenciadas respecto al accionar del investigador en el campo. Por un lado la escuela clásica hace énfasis en el intento de generar la menor perturbación posible, así para Stake (1998) *“En sus intrusiones en los hábitats y los asuntos personales, los investigadores cualitativos son no intervencionistas. Intentan ver lo que hubiera ocurrido si ellos no hubieran estado presentes. Durante el trabajo*

*de campo, tratan de no llamar la atención*". En el otro extremo encontramos a quienes defienden la Investigación-Acción como método adecuado para el estudio de campo bajo el supuesto de que cualquier tipo de intervención constituye una perturbación ineludible y en el que el investigador es partícipe activo del caso. En el ámbito educativo Elliott (1990) señala que *"El propósito de la investigación-acción consiste en profundizar la comprensión del profesor (diagnóstico) de su problema. Por tanto, adopta una postura exploratoria frente a cualesquiera definiciones iniciales de su propia situación que el profesor pueda mantener"*. La elección entre un abordaje más alineado con alguna de estas dos posturas está ligado a los objetivos de investigación. En nuestro caso, el objetivo principal estaba ligado al análisis de las interacciones áulicas; además, el investigador no es el docente, por tanto en ese aspecto nos ubicamos más cerca de la investigación denominada tradicional. Sin embargo en muchas ocasiones hemos participado de las clases (con total anuencia de la docente, que nunca abandonó su rol como tal), principalmente en las primeras sesiones. Estas primeras clases se trataron de ensayos en los que comenzamos a generar un entendimiento mutuo acerca de qué estábamos buscando, tanto ella en su objetivo de mejorar su práctica como nosotros en nuestros objetivos de investigación. Por lo tanto, si bien el trabajo de investigación no nos tiene como protagonistas principales, la docente pasó a formar parte de la investigación de modo que nos ubicamos en una metodología más cercana a la investigación-acción.

### **3.8. Salvedades acerca de la presencia de la cámara en el aula**

La presencia del investigador con una cámara genera una perturbación no despreciable en el ambiente áulico. El registro de las grabaciones nos muestran que por momentos los estudiantes miran a la cámara y a veces se sienten intimidados para hablar, fundamentalmente cuando el investigador tiene que mover la cámara para enfocar al hablante.

Por el tipo de análisis que hacemos no es posible prescindir de los registros audiovisuales. De todos modos, la perturbación por efecto de la presencia de la cámara se observa principalmente al principio de las clases. En la medida que los estudiantes se embarcan en intentar resolver los problemas presentados por la docente, la conciencia de la existencia de la cámara se reduce considerablemente y la mayoría parece olvidar que están siendo grabados.

### 3.9. Selección y transcripción

A medida que se sucedieron las clases, fuimos seleccionando las que considerábamos útiles para nuestros objetivos. Nuestro interés estaba puesto en las clases que tuvieran mucha participación por parte de los estudiantes.

Aquellas clases en las que encontrábamos mucha participación, eran transcritas en su totalidad. El proceso de transcripción resultó laborioso en varios sentidos. Además del sonido ambiente propio de una escuela, las conversaciones se superponen. En muchos momentos que nosotros consideramos claves porque los estudiantes están intentando dar sentido al problema dado, varios hablan simultáneamente con su compañero de banco y comprender qué dice cada uno requiere de escuchar una y otra vez las grabaciones. Una vez desgrabadas las clases se seleccionan los momentos que consideramos valiosos para analizarlos en profundidad.

### 3.10. Objetivación de las transcripciones. Seminarios de Grupo

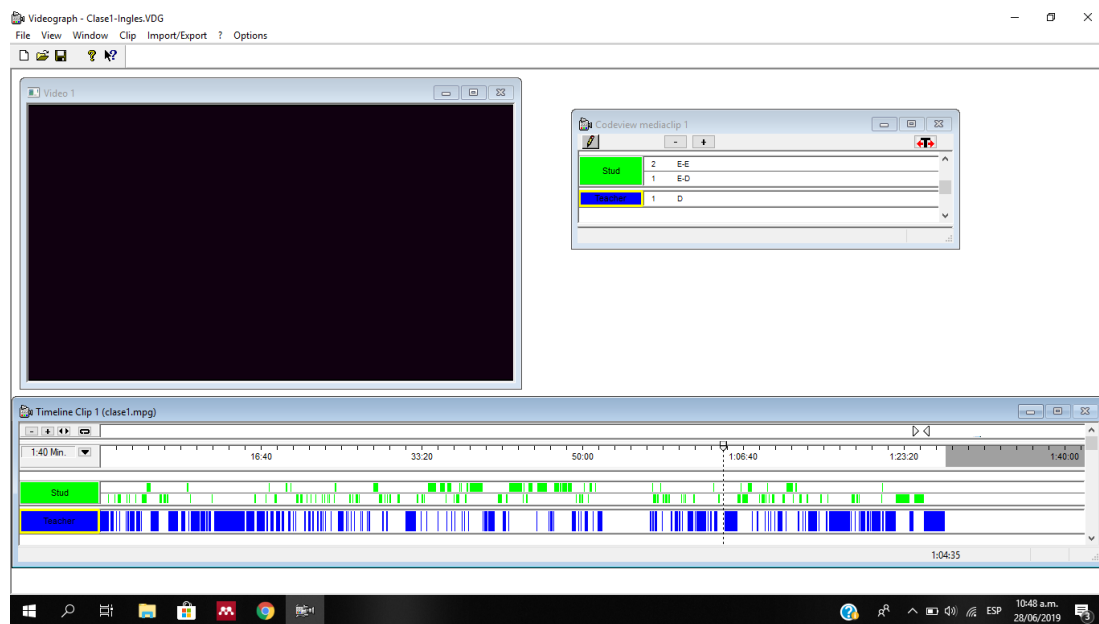
Entender lo que dicen los estudiantes en clases reales de un colegio secundario, resulta complejo. En particular, es dificultoso atender a las recomendaciones de [Jordan and Henderson \(1995\)](#) sobre la importancia de la observación colaborativa: *“la observación colaborativa es particularmente poderosa para neutralizar nociones preconcebidas, y desalentar la tendencia a ver en la interacción lo que uno está condicionado a ver o incluso quiere ver”*. Se intentó generar instancias de discusión en las que todo el grupo de investigación observara fragmentos de la clase. Sin embargo esta idea no resultó productiva debido a que fue imposible entender las alocuciones de los estudiantes utilizando un parlante.

Una salida a este inconveniente fue incluir un paso intermedio: un investigador (en este caso yo) transcribía los registros que le resultaban de interés y luego se procedía al análisis grupal, con la posibilidad de recuperar el registro audiovisual cuando era necesario. Esas instancias resultaron claves para profundizar en la interpretación de los registros y objetivación de los datos. Al igual que lo que sucede en las aulas, la interacción verbal del grupo de investigación es un momento de avance conceptual de gran profundidad. Los intercambios entre las miradas de los distintos investigadores sobre los registros, resultan tan fructíferos como los intercambios que tienen los estudiantes en el aula acerca de los fenómenos físicos que analizan.



### 3.11. Uso de Software *Videograph*

Una herramienta que utilizamos para ayudarnos en el análisis fue el software *Videograph*. Este software es una herramienta de análisis de video que permite codificar diferentes variables, como los turnos de palabra y los tiempos, o a quién se dirigen los oradores. Como muestra la Fig. 3.1 el software tiene tres pestañas, una en la que se ve el video, otra en la que se definen las variables, y una en la que se marca manualmente los momentos en los que aparece la variable.



**Figura 3.1:** Las variables que consideramos para estudiar la interacción fueron quién hablaba y a quién se dirigía el hablante.

De este modo, creamos tres variables. La variable “Docente” se marcaba cuando el profesor hablaba o escribía en la pizarra. La variable “Estudiante-Docente” se marcaba cuando uno o varios alumnos se dirigían al profesor y la variable “Estudiante-Estudiante” se marcaba cuando uno o varios alumnos se dirigían a uno o varios compañeros. Se utilizaron varios criterios para distinguir si los alumnos se dirigían al profesor o a sus compañeros. La forma más fácil de decidirlo fue considerar si al principio de la frase el alumno nombraba al profesor o a otro alumno, pero esto ocurre raramente. Otro criterio utilizado para distinguir esta variable fue a quién miraban los alumnos cuando hablaban y cómo se dirigían a ellos.

Hay algunos momentos en una clase en los que las voces se superponen. Por ejemplo, cuando un alumno hace una pregunta concreta a la profesora y ésta le responde, mientras que en otra parte del aula hay alumnos hablando entre ellos. En esas partes se decidía caso por caso, teniendo en cuenta a cuántas personas se

dirigía la profesora y de qué manera, es decir, si era una simple aclaración o una intervención más compleja.

Esta herramienta nos permitió hacer foco en las porciones del registro que resultaban más relevantes para nuestro análisis, poniendo de manifiesto similitudes y diferencias entre distintas clases.



#### 4.1. Introducción

Según [Vygotsky \(1962\)](#), el desarrollo de las funciones psicológicas superiores ocurre primero a nivel social y luego a nivel individual. La transmisión y adquisición de conocimientos es posible 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. El hecho de que el lenguaje constituya un recurso tan determinante para el aprendizaje en las aulas tiene importantes implicaciones. Para [Lemke \(1990\)](#) el dominio de una materia especializada como la ciencia es en gran parte el dominio de sus formas especializadas de utilizar el lenguaje, de modo que enseñar ciencia se trata en gran medida de enseñar a hablar el lenguaje científico. De la misma manera que no es posible aprender un idioma a través de definiciones sino usándolo, sólo la práctica del lenguaje científico puede llevar a tener fluidez y una real comprensión de lo que se dice. Así, *"el lenguaje no es sólo vocabulario y gramática: el lenguaje es un sistema de recursos para hacer significados"* (p.11).

La comprensión del lenguaje científico está ligado a la búsqueda de dar sentido a las palabras específicas usadas en las distintas ramas de la ciencia. Nos comunicamos mejor con personas que ya son miembros de nuestra propia comunidad: aquellas que han aprendido a utilizar el lenguaje de la misma manera que nosotros. Cuando las personas con las que intentamos comunicarnos utilizan el lenguaje de forma diferente, lo utilizan de manera que dan sentido a un tema

de forma diferente a la nuestra, la comunicación se vuelve mucho más difícil. De modo que en lenguaje científico, estamos ayudando a crear, una comunidad de personas que comparten ciertas creencias y valores.

Otro constructo teórico muy potente es la idea de heteroglosia. Esta propuesta fue desarrollada por [Bakhtin \(1981\)](#) y ha sido una contribución teórica especialmente importante para la enseñanza de las Ciencias. Su afirmación es que coexisten múltiples visiones del mundo que se expresan a través de los discursos de diferentes personas. Estas cosmovisiones sólo pueden modificarse si dialogan entre sí. En otras palabras, las visiones del mundo de los individuos sólo tienen la posibilidad de modificarse si cada persona tiene una actitud abierta para comprender las ideas de los otros y al mismo tiempo está dispuesto a persuadir a sus compañeros en lugar de imponer su propio punto de vista. Aunque las ideas expuestas por Bakhtin no se refieren a la enseñanza en particular, los investigadores en la enseñanza de las ciencias se han hecho eco de esta necesidad de hacer dialogar las diferentes visiones del mundo de las personas. En las aulas, las interacciones discursivas proporcionan el necesario diálogo entre cosmovisiones, y esta es una forma eficiente de aprender nuevas ideas ([O'loughlin \(1992\)](#), [Mortimer and Scott \(2003\)](#), [Clarà \(2019\)](#)).

Fomentar la interacción dialógica entre los alumnos implica una tensión para los profesores. Por un lado, son necesarios los momentos en los que su relación con los alumnos debe plantearse de forma autoritativa: cuando toman la palabra para introducir un nuevo concepto, cambiar de tema, establecer pautas de comportamiento, etc. También son necesarios los momentos dialógicos, en los que los alumnos intercambian ideas, o las ideas de los alumnos son tomadas por el profesor ([Scott et al. \(2006\)](#), [Buty and Mortimer \(2008\)](#)). Esta tensión debe ser resuelta permanentemente por los profesores cuando intentan generar ambientes de aprendizaje en los que se deben cumplir dos condiciones distintas. Por un lado, su agenda de enseñanza es establecida autoritariamente por el currículo, y por otro lado debe existir un discurso dialógico para que las ideas de los estudiantes tengan un lugar relevante en la construcción del conocimiento. No hace falta decir que los entornos de enseñanza tradicionales están lejos de ser equidistantes de estas dos condiciones discursivas distintas. Al entrar en un aula tradicional es mucho más probable esperar un escenario autoritativo en el que las ideas de los profesores son las que ocupan un lugar central en el discurso del aula. Por lo tanto, uno de los retos a los que se enfrentan los profesores cuando intentan fomentar las interacciones de los alumnos es inclinar el discurso hacia un terreno más dialógico. En buena medida, este reto implica la modificación de los roles socialmente establecidos a lo largo de los años de escolarización. Estos roles, además, están ligados a las relaciones de poder y a la negociación dentro de las aulas. Un ejemplo

habitual es el de “*preguntador*” o “*director*”, para los profesores, y “*respondedor*” o “*ayudante*”, para los alumnos. Dichos roles pueden visualizarse a través de formas o interacciones que, repetidas durante largos periodos de tiempo, se vuelven altamente ritualizadas. Esto genera una gran resistencia a la hora de cambiar esos rituales dentro de un grupo social (Brooks (2016)).

En Argentina desde 2004, entre otras prescripciones, se emitió un documento oficial denominado Núcleos de Aprendizaje Prioritario NAP (2004). En él, aparecen objetivos como “*el análisis y la discusión de resultados; la elaboración y comunicación de conclusiones y/o la generación de hipótesis alternativas;1 que involucren situaciones de trabajo colaborativo*” (p. 13) y “*la producción y el análisis de argumentos basados en evidencias para elaborar predicciones, justificar explicaciones y tomar decisiones personales y/o comunitarias, fundamentadas en los conocimientos científicos construidos*”. (p.13). Sin embargo, a pesar de los cambios en los objetivos especificados en los planes de estudio reformados y del interés de muchos profesores por hacer más participativas las prácticas en el aula, no es fácil modificar las formas tradicionales de enseñanza. La investigación sobre la enseñanza de la Física en nuestro país está fuertemente orientada a los enfoques individuales, frente a los socioculturales del aprendizaje (Baudino Quiroga et al. (2017)). Esto explica que haya poca visión sobre la forma en que esos objetivos del NAP mencionados anteriormente pueden ser implementados en las aulas, ya que son de naturaleza inherentemente social.

Un dispositivo instruccional que permite abordar la consideración de las diferentes hipótesis surgidas en la indagación colectiva en el aula, es el experimento. 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, en el que la etapa previa (Predicción) y 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 siguen 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 et al. (2014)). Haciendo uso de nuestro marco teórico podremos analizar en profundidad cómo se puede llevar adelante un experimento de forma tal que acompañe la dinámica discursiva de los estudiantes.

Nuestro interés es comprender ciertos detalles de cómo una profesora preocupada por las formas de mejorar su práctica, y por hacer su enseñanza más centrada en el alumno, logra generar ambientes discursivamente más adecuados para el aprendizaje. Creemos que los estudios que conforman esta tesis no sólo pueden ayudar a avanzar en nuestra comprensión de cómo son las interacciones

mejoradas en el aula y cómo podrían fomentarse, sino que también puede aportar información a los profesores interesados en abordar dichos objetivos.

## 4.2. El discurso progresivo como marco teórico interpretativo: dos aspectos distintivos

Dos aspectos de la interacción social son cruciales en la educación basada en la indagación. En primer lugar, la interacción debe tender a ser simétrica y los desequilibrios de poder en el diálogo deben reducirse al mínimo. Es decir, los participantes deben poder expresar sus visiones del mundo en el discurso. En segundo lugar, debe establecerse un verdadero diálogo entre cosmovisiones: Las ideas deben penetrar y se construyen mutuamente para generar nuevos significados. En esta sección se abordarán estos dos aspectos.

### 4.2.1. Interacción simétrica

En una propuesta dialógica, está implícito el objetivo de mitigar las diferencias de poder entre profesor y alumnos (Schoerning et al. (2015), Donnelly et al. (2014)). En esta búsqueda por establecer un diálogo simétrico entre los participantes, consideramos que la ocupación de los espacios en el aula es una pista fundamental. Donnelly et al. (2014) definen la distribución espacial como una de las tres técnicas de ejercicio del poder que tiene el profesor: vigilancia, regulación y distribución espacial. Esto último puede ser por ejemplo solicitar a un estudiante que se cambie de lugar o que pase al frente. Asimismo, Weinstein (1977) estudia cómo se modifica el comportamiento de los alumnos como consecuencia del cambio en el diseño físico de las aulas.

Por cómo están organizadas las aulas en la mayoría de las escuelas, la pizarra y la zona que hay delante del aula tienen una connotación muy importante en cuanto a la atención de los alumnos. Quien esté delante será el receptor natural de la mirada y la atención de la clase. Al estudiar las formas en que se negocia el poder en las aulas, Brooks (2016) describe cómo la profesora se alejaba de su ubicación frontal y centrada solo para volver continuamente a esa estación de profesora familiar y ritualizada. Como parte de este mismo ritual, sus alumnos se sentaban de frente, a veces se cambiaban de asiento o jugaban con sus pertenencias, pero rara vez se ponían frente a sus compañeros. Para Engle et al. (2014) un componente en la capacidad de persuasión es el *“privilegio espacial de los participantes, que resulta de las negociaciones en torno a las orientaciones corporales de cada participante en el espacio físico. Los aspectos que son importantes incluyen los cuerpos, las cabezas y los ojos de quién están orientados hacia quién, así como*

*la importancia visual de las diferentes personas entre sí debido a sus movimientos y posiciones en el espacio*” (p. 253). En resumen, la ocupación de los espacios por parte de los miembros de la clase informa de cómo circula el poder en el aula.

Otro indicador de poder es la posibilidad de que los alumnos hablen en clase. En un entorno tradicional, esta posibilidad es limitada. Por el contrario, en las aulas basadas en la indagación, se busca fomentar su participación. Sin embargo, la participación por sí sola no es suficiente para garantizar interacciones simétricas. A menudo ocurre que la participación de los alumnos se modula por el papel de “*respondedores*” o de “*ayudantes del profesor*”. Al ocupar estos papeles, la participación de los alumnos se limita a proporcionar las respuestas ya esperadas por el docente. En ocasiones, los alumnos incluso se turnan para asumir esos roles (Brooks (2016)). Los estudiantes y sus intervenciones son evaluadas constantemente, de manera que lo que dicen tiene más que ver con lo que el profesor quiere oír, o necesita para continuar con su clase, y no con lo que los alumnos realmente piensan. Este tipo de interacción es lo que Mehan (1979) llamó el patrón “I-R-E”, donde: - I significa iniciación: normalmente a través de una pregunta del profesor. - R significa respuesta: por parte del alumno. - E significa evaluación: por parte del profesor. Mortimer and Scott (2003) definen este tipo de patrón discursivo como interactivo/autoritario, interactivo porque los alumnos participan en la clase, pero autoritario porque la visión del mundo que está sobre la mesa es la del profesor. Como vemos, las interacciones simétricas están ligadas al mensaje que da el profesor sobre cómo va a considerar las ideas de los alumnos.

Un fenómeno habitual en las clases es que sólo unos pocos alumnos participan, relegando al resto a un lugar de meros observadores de lo que ocurre. Más allá de las variaciones en el grado de participación de los distintos alumnos, el tipo de actividad y la dinámica discursiva que tenga la clase influyen en las posibilidades de mayor involucramiento. Cuantos más alumnos participen, mayor será la posibilidad de escuchar diversas visiones del mundo. Los momentos de interacción simétrica no duran toda la clase. Tampoco es deseable, porque es el profesor quien se encarga de la agenda docente, y toma las decisiones sobre qué temas abordar, qué discusiones promover, cuándo cerrar un debate, etc. (Aguiar et al. (2010)). Sin embargo, es fundamental que estos momentos de interacción simétrica existan y se mantengan durante períodos suficientemente prolongados.

### 4.2.2. Mecanismo social de la progresividad

Existe una aparente contradicción en el intento de generar interacciones simétricas en el aprendizaje del conocimiento científico: Si el conocimiento se construye a partir de las creencias de los alumnos, se excluye la posibilidad de un punto de



vista objetivo para juzgar si algo es verdadero o no. Por lo tanto, el avance es casi imposible, ya que no hay forma de demostrar que una afirmación es más válida que otra. Bereiter (1994) ofrece una salida a esta paradoja, y propone que la ciencia se caracteriza por el hecho de que su discurso progresa, con movimientos de ida y vuelta, a medida que se vuelve más profundo y afirmativo 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. La idea de progresividad no es completamente nueva en la investigación sobre el discurso en las aulas de Ciencias. Wells (1997) utiliza para estudiar la comprensión de los estudiantes de la práctica de la predicción crece dentro de las discusiones en el aula de Ciencias. Utiliza el término progresivo para referirse al género discursivo en el que se desarrolla esa comprensión, para analizar el papel que juegan las predicciones de los estudiantes en las discusiones de aula. Badreddine and Buty (2011) analizan las diferentes formas en que los tiempos de clase son gestionados por los profesores para mantener el conocimiento de los estudiantes en progreso. Utilizan el concepto de narrativa para referirse a la naturaleza temporal característica de la progresión de ideas en el discurso del aula. Mercer (2002) habla de un intento coordinado y sostenido de resolver colaborativamente un problema común y lo llama *interthinking*. Para que esto tenga lugar, los hablantes deben compartir un contexto mental o, en otras palabras, compartir un cierto conjunto mínimo de significados. Scott et al. (2006) proponen el concepto de interanimación de ideas, que se refiere al grado de relación entre las ideas de los distintos hablantes. En diferentes términos, distintos autores aluden a la misma idea: en el discurso progresivo existe un dispositivo (fundamentalmente lingüístico) que los distintos sujetos construyen en común, y que no es atribuible a ninguno de ellos individualmente. Es una estructura semántica, pública y común, que todos construyen, cuestionan y modifican. Para que esto ocurra, es necesario que haya una mayor interacción entre los alumnos, algo que suele ocurrir en las clases basadas en la indagación que suelen implicar más interacciones entre los propios alumnos Jin et al. (2016).

Recientemente, Clarà (2019) propuso un modelo para describir la progresividad en entornos dialógicos. Identifica un mecanismo social que da cuenta del desarrollo continuo de esta estructura semántica. Consiste en una serie de iteraciones de la secuencia (Dirección)→Inferencia↔Observación↔Consenso→Fijación (D-I-O-C-F). La *dirección* es el impulso para formar nuevas inferencias, en una dirección diferente a la que estaba evolucionando la clase. A menudo, pero no necesariamente, fomentado por el profesor, consiste en una pregunta o comentario que detiene el flujo de la discusión en curso y tiende a cambiar la atención colectiva o a impulsar una nueva actividad.

Las *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 planteada. Esta estructura semántica se enriquece a medida que se realizan más inferencias.

Las *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 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 la interanimación de ideas. Las observaciones son fundamentales para que todos los hablantes den significado y perfeccionen la estructura semántica común.

La articulación entre inferencias y observaciones tiene éxito si se alcanza un *consenso*, o un acuerdo sobre una estructura semántica común, entre todos los participantes. Aunque no es posible averiguar si todos los miembros están de acuerdo, dependiendo de las condiciones en las que se construya, es posible tener cierta certeza de que al menos la mayoría de los participantes entienden y comparten la estructura semántica desarrollada.

La *fijación* consiste en la creación de un artefacto 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.

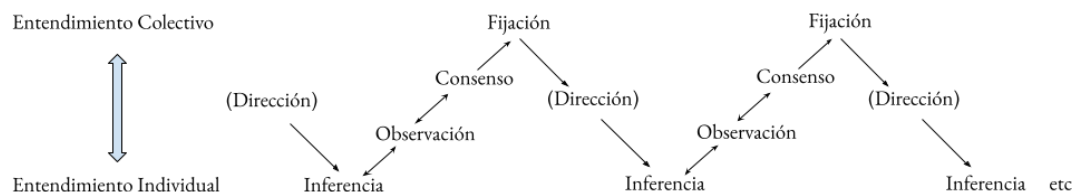
### 4.3. Unidad de análisis: la falsa dicotomía entre el todo y las partes

Dentro de la investigación sobre la enseñanza de las ciencias se pueden identificar dos enfoques diferentes sobre cómo aprenden las personas. La cognición individual analiza el tipo de conceptos erróneos o ideas alternativas que tienen los estudiantes antes de la instrucción (Posner et al. (1982), DiSessa et al. (1998)) y cómo las personas construyen el conocimiento como individuos. En estos estudios, las unidades de análisis son los individuos y la interacción con las personas y los objetos se toma como parte del contexto de aprendizaje. Por otro lado, dentro del enfoque sociocultural, los individuos forman parte de una comunidad de práctica. Según este punto de vista, el aprendizaje se produce al formar parte de esa comunidad. Así, la unidad de análisis es el grupo o la comunidad de alumnos.

Entre estos extremos se dan diversas caracterizaciones de lo que es aprender, por lo que se consideran diferentes unidades de análisis. Adhiriendo a la propuesta

de [Vygotsky \(1962\)](#) de que el desarrollo de las funciones psicológicas superiores ocurre primero a nivel social y luego a nivel individual, consideramos que para realizar un análisis completo de lo que ocurre en el aula no sólo se debe tomar al individuo como unidad de análisis. Más bien, esta unidad debe ampliarse porque en nuestro análisis las funciones cognitivas de los alumnos están distribuidas. Sin embargo, consideramos que el análisis se hace más profundo si es posible analizar el conjunto identificando las contribuciones individuales.

Con todo ello, podemos identificar las partes de la progresión del discurso en las aulas. Los enunciados individuales dan cuenta de ideas que tienen sentido para la persona que los emite. Ese sentido se convierte en colectivo en la medida en que esos enunciados se observan de forma iterativa hasta que los miembros del colectivo llegan a un consenso, y entonces se fijan. La Fig. 4.1 muestra la construcción teórica desarrollada por [Clarà \(2019\)](#). En ella se aprecia cómo el mecanismo de progresividad (D-I-O-C-F) navega entre el plano individual y el colectivo.



**Figura 4.1:** Mecanismo social para la progresividad del discurso.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el presente estudio nuestro análisis abordará las ideas del grupo en su conjunto, y también las formas en que los individuos contribuyen a esas ideas.

## 4.4. 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 por diversos motivos. En su trabajo, [King et al. \(2015\)](#) mostró que en las clases con experimentos y demostraciones los estudiantes expresaban más emociones positivas que en otras clases, y que recordaban mejor lo sucedido en estas clases que en las clases teóricas al final del ciclo lectivo. Por otro lado [Murray and Reiss \(2005\)](#) realizan una encuesta a más de 1.400 estudiantes (de distintas edades), y encuentran 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. Estos son el aprendizaje de la indagación como forma de adquirir conocimientos y el aprendizaje de los conceptos y las ideas. [Abrahams and 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, 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 durante el discurso de un experimento de tipo indagatorio se generaban durante las siguientes etapas del proceso de indagación: análisis de construcción de hipótesis de los resultados y elaboración de conclusiones adecuadas.

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 son discutidas críticamente, pueden conducir eventualmente al progreso ([Bigozzi et al. \(2014\)](#)). Esa información proporcionada por el experimento influye en el ciclo de progresividad y dependiendo de cómo es gestionado por la docente, puede incluso hacer colapsar el ciclo.

## 4.5. La construcción de las preguntas de investigación

Luego de la revisión del estado del arte del análisis del discurso en aulas de ciencia y de la presentación del marco teórico que proponemos para analizar nuestros registros podemos retomar la motivación de este trabajo de doctorado.

Nuestra pregunta primigenia es cómo se vinculan las dinámicas discursivas con el aprendizaje en el aula. Esa pregunta se irá volviendo más asertiva en función del constructo teórico acerca de las condiciones áulicas que permiten el desarrollo de ciclo de progresividad y el estudio de la construcción de la estructura semántica común. Proponemos dos grandes preguntas de investigación que serán refinadas en el capítulo de Resultados (Cap. 5). En primer lugar nos preguntamos qué es lo que cambia/mejora entre dos clases participativas, es decir, haciendo uso del constructo teórico de la progresividad del discurso cómo podemos dar cuenta de que en una clase hay mayores condiciones de aprendizaje partiendo de la base de que ambas son clases en las que los estudiantes participan activamente. En segundo lugar surge la pregunta acerca de cómo es posible dar un uso efectivo del experimento que acompañe la dinámica discursiva de los estudiantes y que esto redunde en mejores condiciones para el aprendizaje

## CAPÍTULO 5

---

### Resultados

---

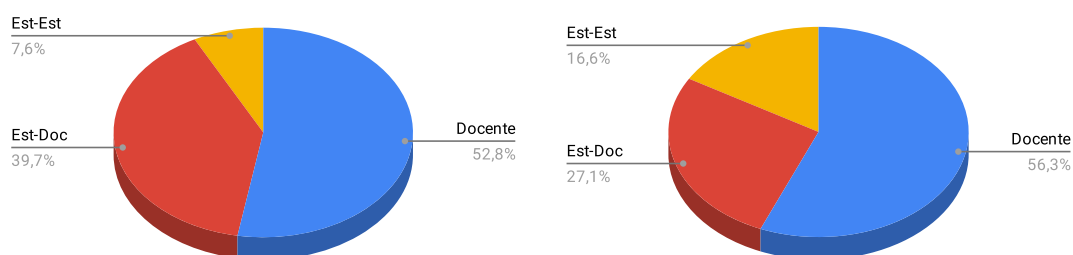
Una primera revisión de los registros audiovisuales (en total 9 clases, que suman 16 horas) permitió identificar aquellas clases en las que se presentaban de manera más clara fenómenos de interés para indagar sobre la relación entre dinámicas discursivas y aprendizaje. Esto permitió focalizar el análisis en tres de ellas. En primer lugar analizaremos dos clases que, a priori, resultan muy similares. Una transcurre en el primer año en el que trabajamos con la docente (2016) y otra transcurre en el segundo año de trabajo (2017). En este análisis daremos cuenta de cambios sutiles de la docente y cómo estos repercuten en la dinámica discursiva en el aula. Además mostraremos cómo ese cambio en la dinámica discursiva se vincula con el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados de este análisis se materializaron en la publicación de dos artículos con referato, uno en el Número Extra de la Revista de Enseñanza de la Física ([Baudino Quiroga and Coleoni \(2019\)](#)) y otro en la revista International Journal of Science Education ([Baudino Quiroga and Coleoni \(2020\)](#)). En segundo lugar analizaremos la última clase que registramos en 2017. En esta ocasión nos centraremos en estudiar cómo se produce el aprendizaje y cómo se vincula la realización de un experimento con la dinámica discursiva. Este estudio fue presentado recientemente en la revista Eureka y está en proceso de revisión.

### 5.1. Parte 1: Análisis de dos clases equivalentes

Seleccionamos para este análisis una clase de 2016 (en adelante Clase 1), y otra de 2017 (en adelante Clase 2) en la que la docente presentó el mismo problema a

los alumnos. En una primera inspección de los videos, tanto la docente como los investigadores coincidieron en la idea de que la Clase 2 había proporcionado un mejor escenario para el aprendizaje de los alumnos que la Clase 1. Sin embargo, en ese momento no pudimos averiguar qué era exactamente lo que hacía que una clase fuera mejor que la otra.

Un aspecto en el que intuimos que se diferenciaban las clases era la forma de participación. Decidimos utilizar el programa informático *Videograph* para medir ese carácter distintivo. La Fig. 5.1 muestra una primera aproximación a las interacciones en el aula en términos de los tiempos de habla de los alumnos y la docente. La fracción de tiempo que habla la docente es muy similar en ambas clases, siendo incluso ligeramente mayor en la segunda clase. Si sólo se consideraran los tiempos de habla, podríamos decir que en la Clase 1 los alumnos tienen una participación ligeramente mayor, por lo que habría más posibilidades de momentos dialógicos. Sin embargo, en la Clase 2, si bien el porcentaje de tiempo en que los alumnos hablan se mantiene similar al de la Clase 1, hay un aumento significativo del tiempo en que se dirigen unos a otros, y una disminución correspondiente del tiempo en que se dirigen a la docente.



(a) Porcentaje de tiempo de los hablantes de la Clase 1      (b) Porcentaje de tiempo de los hablantes de la Clase 2

**Figura 5.1:** Comparación del tiempo de habla. No hay una gran diferencia en el tiempo que habla la docente, pero los estudiantes hablan considerablemente más entre sí en la Clase 2 respecto a la Clase 1.

Como ya se mencionó, en el año que va de la Clase 1 a la 2, se realizó un análisis de sus propias clases junto con la profesora. Tuvimos la oportunidad de ver los videos y analizarlos desde una perspectiva dialógica. Juntos observamos que aunque su clase había tenido momentos muy interactivos (hablan muchas personas diferentes), la dinámica discursiva era lo que llamamos “radial”. Es decir, los alumnos se dirigían a la docente y rara vez discutían entre ellos. Al año siguiente, los alumnos dedicaron una mayor proporción de sus interacciones a hablar entre ellos. Entendemos que este cambio podría estar correlacionado con las acciones de

la docente. El cambio en la cantidad de tiempo en que los alumnos interactúan entre sí, es un claro indicador de una mayor interacción simétrica en la Clase 2. Esto nos permite suponer que probablemente tendremos más posibilidades de encontrar ciclos exitosos de discurso progresivo. Por esta razón, en este apartado analizaremos cómo las acciones de la docente provocaron este cambio y cómo se relacionan con el aprendizaje. Así, las preguntas de investigación específicas de este análisis son:

*¿Qué acciones diferentes, de la docente, podemos observar en la Clase 2 con respecto a la Clase 1?*

*¿Es posible relacionar estas acciones con la dinámica discursiva de los alumnos?*

*¿Es posible relacionar estas acciones con la progresividad del discurso y la construcción de una estructura semántica más robusta?*

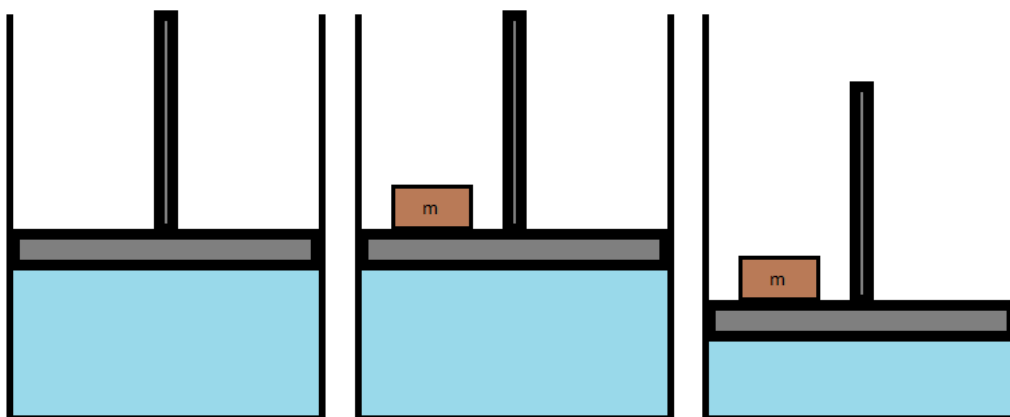
Presentamos un análisis de las interacciones que se producen en dos clases de un curso de Física. De hecho, en ambas clases los estudiantes tienen niveles significativos de participación, como indica la fracción del tiempo total de clase que dedican a hablar. Sin embargo, un primer análisis muestra que el tipo de dinámica de interacción fue significativamente diferente en ambas clases. Aunque el problema tratado en ambas clases fue el mismo, varios indicadores explican este cambio en la dinámica de interacción. En esta investigación se describen las diferencias de esos indicadores en ambas clases, así como las diferentes acciones que realiza la docente. Todos estos indicadores coinciden en la comprensión de cómo mejoran las interacciones de los alumnos en la clase 2, en comparación con la clase 1. Sin embargo, dentro del análisis global, el componente más destacado e informativo es el que aporta la progresividad del discurso.

### 5.1.1. El problema planteado a los alumnos

Este problema se utilizó para introducir la primera ley de la Termodinámica. Su característica problematizadora residía en que las ecuaciones que los alumnos ya conocían no bastaban para resolver el problema. Ya habían resuelto problemas mecánicos utilizando la conservación de la energía y el trabajo, habían trabajado con el concepto de energía interna en los cursos de Química y también habían trabajado con el concepto de calor como forma de transferencia de energía. Es decir, estaban familiarizados con las tres magnitudes que intervienen en la formulación de la Ecuación de la Primera Ley de la Termodinámica. En estas condiciones, pues, sería posible construir en clase la ecuación correspondiente. La propuesta era pensar en un problema teórico sencillo en el que fuera posible fijar una de las tres cantidades que intervienen (el calor) y analizar cómo varían las otras dos.



La situación que los alumnos debían analizar consistía en un pistón aislado como muestra la Fig. 5.2, en el que el aire estaba inicialmente en equilibrio a temperatura ambiente. A continuación, se coloca una masa sobre el extremo deslizante del pistón y la docente pregunta a los alumnos qué ocurre con las variables (de estado) del gas. Tanto en la clase 1 como en la clase 2 los estudiantes no tienen problemas en describir que la masa hará que el aire se comprima, por lo tanto disminuirá el volumen, y tampoco resultará problemático consensuar que la presión aumentará. El problema aparece cuando los estudiantes tienen que decidir si la temperatura variará y de qué forma.



**Figura 5.2:** La docente dibuja en el pizarrón un émbolo al que se le pone una masa arriba, los estudiantes predicen que el volumen disminuirá y que la presión aumentará.

### 5.1.2. Acciones que influyen en la simetría de la interacción

A continuación describiremos cómo la docente lleva adelante acciones diferentes durante las dos clases y cómo estas acciones se correlacionan con un cambio en las interacciones de los estudiantes.

#### Sobre la ocupación del espacio

Al analizar los dos videos vimos que había un cambio notable en los movimientos de la docente dentro del salón de clase. Como hemos mencionado, la ocupación del espacio está ligado a las relaciones de poder que se generan en el aula. Esto nos llevó a focalizar nuestra atención en las posiciones de los participantes. Para analizar este fenómeno de forma aislada, decidimos ver los videos

silenciados. La Fig. 5.3 está tomada de la Clase 1 (2016), en un momento en que la docente comienza a sentir que los estudiantes no responden a su demanda. El pizarrón está detrás suyo, y ella está apoyando las manos en el banco de una de las estudiantes inclinando su cuerpo hacia adelante. Podemos apreciar que la intención de la docente (consciente o inconsciente) es ser el centro de la escena, de esta manera el mensaje que envía es que los estudiantes tienen que dirigirse a ella cuando hablen.



**Figura 5.3:** En la clase de 2016 la profesora no se aparta del pizarrón, por momentos apoya sus dos manos en la mesa. Su lenguaje corporal delata incomodidad y frustración.

La Fig. 5.4 y Fig. 5.5 están sacadas de la Clase 2 (2017) en momentos en que los estudiantes están discutiendo entre ellos. En la Fig. 5.4 la docente se encuentra al fondo del aula con un pie y la espalda apoyados en la pared. Podemos notar que ella está en una actitud relajada escuchando lo que dicen los estudiantes. En la Fig. 5.5 la docente se encuentra al costado del aula, con una mano en la cintura. Al igual que en la Fig. 5.4, los estudiantes están interactuando y la docente los escucha. Podemos apreciar que el objetivo de la docente es salirse del centro de la escena y dar lugar al intercambio de ideas de los estudiantes.

En función de lo observado definimos tres zonas en las que se movía la docente (una de ellas también estaba ocupada por los alumnos). La Fig. 5.6 muestra las tres zonas ocupadas por ella en las dos clases. La zona azul es el lugar central de la clase: quien ocupe ese espacio tendrá un lugar privilegiado tanto para ser escuchado como para recibir los comentarios del resto. La zona roja es un espacio reducido en el fondo de la clase; la ocupación de ese espacio por parte de la profesora envía un metamensaje de que lo importante no pasa necesariamente por ella. La zona naranja es un espacio intermedio entre las dos zonas, aunque la



**Figura 5.4:** En la Clase 2017 la docente se posiciona en varias ocasiones en la parte de atrás del aula. Su lenguaje corporal delata relajamiento.

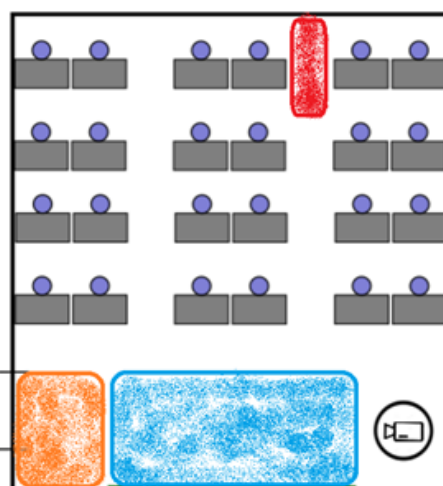
profesora está lejos de la pizarra y del espacio central, al estar delante, esa zona sigue siendo privilegiada.

La Fig. 5.7 muestra la distribución temporal de las intervenciones de los participantes. En la Clase 1, la profesora rara vez abandona la zona de la pizarra y, cuando lo hace, es sólo durante unos segundos. Además, en ningún momento ese espacio es ocupado por un alumno. En cambio, en la clase 2, la profesora se aleja de la pizarra en el minuto 23:20, se dirige al fondo del aula y no vuelve a la zona de la pizarra hasta el minuto 52:00. Durante ese tiempo, ese espacio es ocupado primero brevemente por un alumno mientras el grupo discute si la presión es una magnitud escalar o vectorial, pero él (el alumno) decide volver a su asiento. Unos minutos después, otro alumno sale a la pizarra por iniciativa propia y sin pedir permiso a la profesora. Esto demuestra que este espacio ya no se asume como un lugar al que no se puede acceder. Al cabo de tres minutos, otro alumno se acerca a la pizarra. Estos dos alumnos van a ser “dueños” de la pizarra hasta el minuto 52:00.

Como muestra la Fig. 5.7, la parte de la clase en la que los alumnos intercambian más ideas entre sí coincide con el alejamiento de la docente de la zona de la pizarra. Nos parece razonable suponer que la ocupación de estas zonas (Fig. 5.6) por parte de la profesora puede enviar diferentes metamensajes a los alumnos. Alejarse de la zona central bajo la pizarra, permitió la ocupación de ese espacio por parte de dos alumnos. Algunos resultados reportados en la literatura se relacionan con nuestras observaciones, [Christian and Talanquer \(2012\)](#) encontraron que hay una tendencia entre los grupos de estudiantes a que uno de ellos ocupe el papel de profesor/a. En general, esta tarea recae en el participante que tiene más



**Figura 5.5:** En la Clase 2017 la docente se posiciona al costado del aula. Está al frente pero retirada del pizarrón. Su lenguaje corporal refleja relajamiento.



**Figura 5.6:** Zonas ocupadas por la docente.

herramientas para resolver el problema y se encarga de explicarlo a los demás. En nuestro caso, los dos estudiantes que están al frente son reconocidos por sus compañeros como poseedores de las herramientas pertinentes. Sin embargo, no asumen el papel de explicar a sus compañeros, sino de recoger ideas e intentar plasmarlas en la pizarra.

### Sobre la consideración de las ideas

En este apartado analizaremos las intervenciones de la docente en ambas clases en relación con las ideas de los alumnos. Mostraremos dos ejemplos contrastados, y cómo estas intervenciones se articulan con las diferentes dinámicas discursivas exhibidas por los alumnos. En ambas clases, hay un momento en el que los alum-



**Figura 5.7:** Ocupación del espacio en la Clase 1 y en la clase 2. La variable Docente indica que es la docente la que habla. La variable Alumno indica que son uno o varios los alumnos que hablan. También discriminamos cuando los alumnos hablan entre ellos (segmento superior) y cuando hablan con la docente (segmento inferior).

nos están debatiendo si la temperatura del gas aumenta o permanece constante, cuando se baja el pistón y se disminuye el volumen. La siguiente transcripción se produce en la Clase 1:

---

*Juan: -Puedo poner un ejemplo práctico*

*Docente: -Quiero que me digas qué ha pasado ahí [señalando la pizarra], en relación con lo que...*

---

Esta frase está en consonancia con el metamensaje dado por la profesora durante toda la clase: quiere que los alumnos le den una respuesta, que respondan a su demanda. Estas intervenciones indican un claro interés por parte de la profesora en que los alumnos participen, sin embargo su postura no está permitiendo ni la simetría en la interacción entre los alumnos, ni la interanimación de sus ideas. Por el contrario, se sitúa en un lugar central en el que ella es la persona a la que se le entregan las ideas para que las apruebe (o no). Veinte minutos después del inicio de la clase, los alumnos empiezan a sentirse incómodos. En el siguiente fragmento, veremos cómo ellos expresan su malestar cuando la profesora no sigue un ritual que les resulta habitual: la profesora formula una pregunta, de la que conoce la respuesta correcta, y se les da la oportunidad de adivinar esa respuesta:

---

*Docente: - Argumentos de por qué aumenta (T) o por qué disminuye*

*Carlos: -¿Ah, y no podemos decir que sigue igual? [mientras añade una 3ª columna con “= T”]*

*Docente: -Ah, sí, perdón, dale... La misma temperatura.*

*Laura: -Para mí aumenta porque la energía cinética (de las partículas) aumenta*

*Docente: -Aquí tu compañera pregunta por qué aumenta la energía cinética*

---

La profesora no busca respuestas concretas y correctas. Más bien intenta que los alumnos compartan y exploren sus ideas. Uno de los alumnos afirma que también puede haber argumentos para decidir que la temperatura permanece constante. Además, no espera a que la docente apruebe su propuesta y establece una tercera columna para incluir esa opción. Esto indica que la interacción alcanza un nivel de simetría en el que los alumnos pueden incluso tomar decisiones sobre lo que se va a discutir. En este caso, Carlos asume un rol preponderante respecto a sus pares ([Christian and Talanquer \(2012\)](#)), pero no reemplaza el rol del docente sino que será quien irá anotando las ideas de sus compañeros en el pizarrón.

Lo que la profesora demanda es que los alumnos discutan sobre si la temperatura cambia o no. Ya no es a ella a quien tienen que convencer, sino a sus compañeros. Esto queda claro en su tercera intervención, en la que repite lo que escucha de una alumna que está cerca de ella y le pregunta por qué aumenta la energía cinética.

En este fragmento, la profesora se ha situado en un papel completamente diferente al que tenía en la clase anterior: el de fomentar la interanimación de las diferentes ideas de los alumnos. A su vez, éstos acogen su invitación implícita y participan de manera más central en la decisión colectiva de lo que ocurrirá con la temperatura.

En su trabajo, [Donnelly et al. \(2014\)](#) al analizar las relaciones de poder en un aula en enseñanza orientada a la indagación, encuentran que el papel tradicional del docente y el alumno, y los diversos mecanismos utilizados para mantener estas relaciones de poder tradicionales, se mantuvieron. En este trabajo mostramos cómo cambios sutiles en las acciones de la docente, llevan a un cambio en las relaciones de poder entre los estudiantes y la profesora. En este apartado hemos visto las diferentes formas en las que la profesora considera las ideas de los alumnos, en la Clase 1 la profesora se posiciona como receptora de sus ideas, y ellos asumen este acuerdo social, colocándose en el papel de los que tienen que intentar “dar con la tecla”. De hecho, se molestan cuando, después de un tiempo, ella no “*cumple con su parte*” de entregar la respuesta correcta que no fueron capaces



de adivinar. Por el contrario, en la Clase 2 la docente les pide que argumenten. Ellos comprenden que su papel es dar las ideas que tienen entre ellos, en lugar de dárselas a ella para que las valide, por eso no tienen problema en añadir una tercera columna para dar cuenta de una posibilidad que surge del grupo de alumnos. La docente interviene aquí para que los alumnos intercambien opiniones entre sí. Este cambio es un indicador de que en la clase 2 había mejores condiciones para la progresividad del discurso.

### 5.1.3. Análisis de la progresividad del discurso en dos escenarios diferentes

En este apartado mostraremos cómo las intervenciones de la docente se articulan de forma diferente con el mecanismo de progresividad discursiva en cada clase. Además mostraremos cómo se desarrolla la Estructura Semántica Común. El análisis, como antes, se hará en términos comparativos.

#### Clase 1, Extracto 1

En esta primera transcripción, de la Clase 1, los alumnos hacen uso de sus experiencias para tratar de dilucidar si la temperatura subirá o bajará cuando el gas se comprima por la acción del peso colocado en el pistón.

En este fragmento vemos que dos estudiantes (Juan y Andrés) proponen dos estructuras semánticas, apoyadas en dos inferencias que son incompatibles entre sí. Ambas son inferencias que provienen de sus experiencias individuales fuera del colegio. Ambos se dirigen a la docente, es decir, no están dialogando entre ellos sino que esperan la evaluación de ella.

Juan propone que el aumento de la presión no conlleva un aumento de la temperatura. Por otro lado, Andrés propone que el aumento o la disminución de la presión tiene como efecto el aumento o la disminución de la temperatura. La estructura semántica “la presión aumenta y la temperatura permanece constante”, es incompatible con “si la presión aumenta, la temperatura aumenta, si la presión disminuye, la temperatura disminuye”. La forma progresiva de salir de esta incoherencia sería observar una o ambas estructuras semánticas. Si este fuera el propósito de la profesora, podría, por ejemplo, centrar la atención en la incoherencia entre estas dos estructuras, cuestionar la validez de estas inferencias, de dónde proceden, si es en las mismas condiciones, etc. Sin embargo, el movimiento que hace es completamente diferente: propone simplificar el sistema, modelarlo, cambiarlo por otro. Al hacerlo, deja de lado las inferencias de los alumnos. Su intervención ha interrumpido la progresividad discursiva. No ha propiciado que ninguna alocución se constituya como una Observación a la Estructura Semántica

**Tabla 5.1:** Extracto 1 de la Clase 1.

Habla	Habla	Alocuciones	Estructura semántica
1	Juan	<i>Yo trabajé tres años cargando tanques de aire y los tanques se calientan porque el compresor tiene un motor de combustible interna, pero a baja presión no se calientan los tanques.</i>	La presión aumenta y la temperatura se mantiene igual.
2	Andrés	Yo tengo mi padre que trabaja con la heladera, los motores se encargan de mandar a presión el gas, por lo general libera mucho calor. Tienen los ventiladores que se usan para...y luego en la parte que quiere enfriar liberan ese gas a presión, que se expande, toma el calor y de esa forma enfría y así va todo el ciclo.	Si la presión aumenta, aumenta la temperatura, si la presión disminuye, disminuye la temperatura
3	Docente	Todo lo que han contado, parece que pasa, qué ocurre. Vamos a tratar de simplificar un poco el modelo y ver qué pasa con todo esto que está pasando	

del otro, ni ha promovido la incorporación de nuevas inferencias. Un indicador de ello es que, en lo que queda de esta clase, no vuelven a aparecer indicios de estas ideas.

### Clase 1, Extracto 2

Los alumnos han llevado la discusión al análisis microscópico del sistema. Intentan abordar la predicción de las variables macroscópicas (Presión/Temperatura) a partir del análisis de las velocidades de las partículas que constituyen el gas.

Se puede reconocer la siguiente estructura semántica: como las moléculas se mueven más, la temperatura aumenta, (las moléculas se mueven más, la temperatura aumenta). Esta estructura semántica es observada por Mariana y esto lleva a una mayor explicación de las inferencias involucradas: el volumen disminuye, por lo tanto hay más colisiones de las partículas con las paredes. Mariana explica su observación desarrollando esta estructura semántica: si el volumen se reduce, puede haber más choques, manteniendo la velocidad de las partículas. Esto apoya la afirmación de que la presión aumenta, pero no resuelve la cuestión de lo que ocurre con la temperatura.



Tabla 5.2: Extracto 2 de la Clase 1.

Habla	Habla	Alocuciones	Estructura semántica
1	Verónica	<i>Si hay más movimiento de las moléculas, eso da un aumento de la temperatura</i>	Si las moléculas se mueven más, aumenta la temperatura.
2	Mariana	<i>¿Pero por qué?</i>	
3	Verónica	<i>Porque como hay menos volumen, chocan más</i>	Si disminuye el volumen hay más colisiones, entonces aumenta la temperatura
4	Mariana	<i>Hay más presión, pero pensá, se mueve a...voy a decir una...10km/h y choca dos veces. Si lo bajás, choca cuatro, pero sigue moviéndose a la misma velocidad</i>	A más choques, más presión. La velocidad es la misma entonces la temperatura se mantiene.
5	Verónica	<i>Para mí igual aumenta</i>	
6	Docente	<i>¿Por qué se alteraron esas variables?</i>	

En su intervención la docente no recurre a ninguna de las inferencias de la estructura semántica que los alumnos están negociando. No pone a disposición nuevas inferencias, ni promueve ninguna observación. Por el contrario, prescinde de las consideraciones microscópicas y plantea una cuestión completamente ajena a ellas (“estas variables” son las macroscópicas P, V, T). Su intención es que los alumnos consideren el trabajo mecánico realizado por el peso de la masa. No es difícil entender por qué esta intervención, lejos de conseguir este objetivo, acaba interrumpiendo la progresividad discursiva: Los alumnos no retoman estas consideraciones microscópicas.

En estos dos ejemplos de la Clase 1, la progresividad discursiva se ve interrumpida por la forma en que interviene la profesora. Es interesante observar el valor que ofrece el marco teórico. La pregunta de la docente (¿Por qué se han alterado estas variables?), analizada únicamente en relación con el problema planteado, parecería totalmente pertinente: el análisis y los efectos son una forma sensata de predecir el comportamiento de un sistema físico. Sin embargo, utilizando esta herramienta analítica, es posible notar cómo estas intervenciones no se articulan discursivamente con la propuesta de inferencias que podrían contribuir a una estructura semántica común, o con la observación de esas estructuras, o con el apartamiento de unas inferencias y otras, etc. Son estas consideraciones de progresividad discursiva las que permiten entender por qué estas intervenciones no son eficientes para hacer avanzar la discusión.

En la clase 2 hay una articulación notablemente diferente (en comparación con la clase 1) entre las acciones de la docente y la progresividad discursiva. En primer lugar, participan más alumnos y, por tanto, hay más individuos que contribuyen a la construcción de sentido. Es posible observar un proceso, con claros indicadores de progresividad, a través del cual se puede conformar una estructura semántica compleja.

### Clase 2, Extracto 1

En este primer fragmento los alumnos realizan un análisis microscópico, que la docente sigue y apoya.

**Tabla 5.3:** Extracto 1 de la Clase 2.

	Hablantes	Alocuciones	Estructura semántica
1	Docente	<i>Argumentos de por qué aumenta (T) o por qué disminuye</i>	
2	Laura	<i>Para mí aumenta porque aumenta la energía cinética (de las partículas)</i>	Aumenta la energía cinética entonces aumenta la temperatura
3	Docente	<i>Acá la compañera pregunta por qué aumenta la energía cinética</i>	
4	Clara	<i>Yo digo ¿Por qué aumenta la energía cinética?</i>	
5	Laura	<i>Porque tienen menos espacio y chocan mas veces</i>	<b>Disminuye el espacio, chocan más</b> entonces aumenta la energía cinética y aumenta la temperatura
6	Pedro	<i>Eso era la presión</i>	Disminuye el espacio, chocan más <b>entonces aumenta la presión</b>
7	Clara	<i>Yo digo que la temperatura es igual La temperatura se mantiene</i>	
8	Carlos	<i>¿Por qué?</i>	

*Continúa en página siguiente*

Tabla 5.3 – Continúa de página anterior

Habla	Habla	Alocuciones	Estructura semántica
9	Clara	<i>Porque suponete, la molécula va a... 10m/s...si vos le achicas el espacio sigue haciendo 10m/s pero con más choques</i>	Disminuye el espacio, chocan más <b>pero se mantiene la velocidad entonces la temperatura se mantiene</b>
10	Docente	<i>Están discutiendo entre ustedes..pero un paso atrás ella me pregunta y quiero que le contesten uds...qué era la Ec...la energía que tiene un cuerpo por estar a determinada velocidad y por qué mas?</i>	Energía cinética relacionada con la velocidad de las partículas
11	Carlos	<i>Y por su masa</i>	Energía cinética relacionada con la velocidad de las partículas <b>y por su masa</b>
12	Sofía	<i>Si los choques de las moléculas con las paredes son elásticos, no se gana ni se pierde energía entonces no vamos a cambiar la energía cinética y no aumentaría la temperatura. Pero la presión hace que los choques sean más frecuentes también.</i>	Las colisiones son elásticas entonces $\Delta E = 0$ y $\Delta T = 0$ , hay más presión entonces los choques son más frecuentes

En el turno 2, Laura propone una primera inferencia: La temperatura aumenta porque la energía cinética de las partículas aumenta. Sin embargo, hay otra inferencia que también es candidata a conformar la Estructura Semántica Común: la temperatura permanece igual. En los turnos 4 y 9, Clara describe una observación a la inferencia propuesta por Laura: la energía cinética puede permanecer igual y al mismo tiempo puede haber más colisiones de partículas en las paredes del recipiente al disminuir el volumen. Pedro parece apoyar esta misma observación en el turno 6. Así pues, la progresividad se evidencia en la existencia de diferentes inferencias, y en los esfuerzos que los alumnos realizan para decidir, a través de las observaciones, cuál de esas inferencias ocupará un lugar relevante en la Estructura Semántica Común.

Las intervenciones de la profesora se articulan coherentemente con esta dinámica de progresividad. En la línea 3 rescata la voz de un alumno que está

observando la estructura semántica. En el turno 10 hace algo parecido: rescata la voz de un alumno que se estaba quedando un paso atrás en la discusión: ¿Por qué aumenta la Energía Cinética? En el turno 11, Carlos responde a esta pregunta, afinando la inferencia inicial: La Energía Cinética depende de la velocidad y la masa de las partículas. Finalmente, Sofía esboza un argumento que retoma las inferencias y observaciones que sus compañeros han realizado previamente, incorporando el componente elástico de los choques. Podemos ver que esta estructura semántica es mucho más compleja que la desarrollada por Mariana y Verónica en la Clase 1. A diferencia de lo que hace la profesora en la clase 1, ahora sus acciones tienden a favorecer la proposición de inferencias y la consideración de observaciones. Inferencias y observaciones que están ahí porque los alumnos las plantearon. También vemos que la descripción de Clara (Clase 2) sobre cómo se movería una molécula de gas es sorprendentemente similar a la ofrecida por Mariana (Clase 1) el año anterior. Cuando el émbolo desciende, las partículas que golpean contra él no sólo rebotan especularmente, sino que además, reciben un impulso en la misma dirección de la velocidad del émbolo. Este efecto, en general no es advertido por los estudiantes, quienes tienden a ver solamente el hecho de que entre dos momentos diferentes el émbolo produce una disminución de las dimensiones del recipiente que contiene al gas.

La progresión continúa con nuevos aportes sobre cómo son las colisiones entre las partículas. En ese momento la docente escucha a un alumno preguntar sobre la energía cinética. En el turno 10, la docente rescata la pregunta de un alumno en particular que no está siendo considerado en la corriente principal. Esto ayuda a que el grupo recupere un consenso sobre un tema que se ha discutido previamente: las variables que intervienen en la energía cinética. Este consenso se recupera y se fija, y la discusión sobre la temperatura del gas puede continuar.

Los alumnos siguen discutiendo en pequeños grupos, cada uno con sus compañeros cercanos, y después de unos minutos recupera la discusión de toda la clase sobre el siguiente Extracto.

## **Clase 2, Extracto 2**

En este fragmento los alumnos siguen discutiendo a escala microscópica y finalmente llegan a un consenso.

**Tabla 5.4:** Extracto 2 de clase 2.

Hablantes	Alocuciones	Estructura semántica
1 Mariano	<i>Vos nunca con la pelotita de ping-pong hiciste así [hace con la mano hacia abajo como usando una paleta sobre la mesa]? Viste que hace taca taca...trr</i>	El espacio se reduce, hay mas frecuencia y más velocidad. Aumenta la Energía Cinética entonces aumenta la temperatura
2 Darío	<i>Pero aumenta la frecuencia de choque, no la velocidad</i>	El espacio se reduce, hay mas frecuencia <b>pero no</b> hay más velocidad. <b>No</b> aumenta la Energía Cinética entonces <b>no</b> aumenta la temperatura
3 Carlos	<i>Claro, sí</i>	
4 Eva	<i>Sí, para mí ya está, queda igual</i>	
5 Pedro	<i>Yo digo que se mantiene constante</i>	
6 Carlos	<i>¡Votemos, votemos!</i>	
7 Docente	<i>¿Quieren que votemos?</i>	

A través de los movimientos progresivos que implican inferencias y observaciones, los alumnos han llegado aparentemente a acordar que la temperatura permanece constante. Algunos alumnos sostienen la siguiente inferencia: un menor volumen implica un mayor número de colisiones, y eso se corresponde con un aumento de la temperatura (turno 1). Al mismo tiempo (turnos 2, 3 y 5) otros alumnos sostienen una inferencia diferente: las colisiones aumentan, pero la velocidad de las partículas se mantiene, y por tanto la temperatura se mantiene.

Los alumnos proponen una votación como forma de llegar a un consenso, y también como dispositivo de fijación de ese consenso. Aunque su conclusión es físicamente incorrecta, tiene el valor de haber sido consensuada por ellos, y la docente decide refrendar ese consenso. Ella entiende (implícitamente) que acompañar esa construcción colectiva es importante, y apoya la votación como dispositivo de fijación.

De hecho, tras la fijación de ese consenso (después de las partes transcritas para nuestro análisis en este trabajo), la profesora inicia una nueva dirección de indagación, preguntando por la energía potencial de la masa en el pistón. En este nuevo ciclo los alumnos se dan cuenta de que la energía potencial que pierde la masa se transfiere al gas, por lo que su energía interna tiene que aumentar.

Además, en la clase inmediatamente posterior a la 2, utiliza el ejemplo de la pelota de ping-pong propuesto por Mariano (turno 17, Tabla IV) para conectar los análisis microscópicos y macroscópicos.

#### 5.1.4. Conclusiones de la Parte 1

Hemos podido describir cómo las acciones de la docente se articulan con los cambios en la dinámica de interacción entre los alumnos, en dos escenarios distintos (Clases 1 y 2). En primer lugar hemos estudiado la ocupación del espacio. Como se ha comentado anteriormente, el desplazamiento del profesor hacia zonas menos centrales coincide con la toma de posesión por parte de los alumnos de la zona de la pizarra para expresar sus ideas. Utilizando el *Videograph*, se observó una relación entre los espacios ocupados por la docente y los alumnos, y el tipo de interacción en el aula.

La segunda dimensión de las acciones de la profesora está relacionada con el metamensaje que envía respecto a cómo se supone que deben circular las ideas. Este metamensaje cambió significativamente entre las dos clases. A lo largo de la clase 1, instó a los alumnos a dirigirse a ella. Al hacerlo los alumnos entendían que su trabajo consistía en dar respuestas correctas. Los alumnos reconocieron este ritual en el que la profesora se pone en el papel de “preguntadora” que espera hasta que aparece una respuesta correcta, la cual ella ya conoce, entre sus alumnos respondedores. Parte de esta rutina ritualizada incluye un acuerdo bien establecido: si los alumnos no pueden proporcionar esa respuesta correcta, la docente acabará revelándola. Sin embargo, la profesora perseguía en realidad otro objetivo. Intentaba promover razonamientos basados en las ideas de los alumnos y, por tanto, no estaba dispuesta a dar esa respuesta. Al final, los alumnos se quejaron explícitamente de que no cumplía su papel en el modelo ritualizado que estaban jugando.

En la Clase 2, la profesora adopta una postura diferente. Es mucho más clara a la hora de comunicar su intención de que los alumnos compartan sus ideas. Se posicionó como gestora de las ideas de los estudiantes, incluso poniendo en relieve propuestas que ella sabía que tenían fallas desde el punto de vista disciplinar. De esta manera los estudiantes se sintieron los actores principales de la discusión. Eran ellos quienes aportaban las ideas y podían modificarlas mediante el diálogo con sus pares. Los mensajes de la profesora habían generado un escenario muy diferente en cuanto a la simetría de las interacciones.

Los indicadores sobre la mejor ocupación del espacio, sobre la mejor consideración de las ideas de los alumnos y la simetría resultante en el discurso resultan significativos. De hecho, pueden considerarse requisitos para un mejor escenario

de aprendizaje. Sin embargo, no permiten garantizar que el aprendizaje de los alumnos efectivamente mejore. La progresividad del discurso, proporciona una poderosa herramienta en este sentido.

En la Clase 1 los estudiantes ejercitan el uso de las definiciones, recuerdan ideas sobre los sistemas microscópicos que son relevantes para abordar el problema y relacionan las descripciones microscópicas con las variables macroscópicas. Sin embargo las intervenciones de la profesora acaban obstaculizando el ciclo de inferencias y observaciones de los alumnos. La docente está más preocupada en conseguir que los alumnos consideren el problema abstracto (5.1) o las macrovariables (5.2), y menos enfocada en comprender lo que están diciendo y a partir de allí avanzar progresivamente. En consecuencia, los priva de la posibilidad de hacer avanzar sus propias ideas y convertirlas en nuevas y mejores formas de entender el problema en cuestión.

En la Clase 2, la docente se centra más en dar sentido a lo que los alumnos aportan a la discusión. Esto tiene un efecto sorprendente en la progresividad del discurso. El análisis de los fragmentos de esta clase muestra cómo la profesora retoma las ideas de los alumnos para ayudarles a desarrollarlas. Incluso cuando se da cuenta de que están llegando a una conclusión “incorrecta”, prioriza la construcción de un discurso progresivo por sobre la corrección de los resultados. Ella entiende (implícitamente) que será más valioso para los estudiantes fijar estas ideas ahora y cuestionarlas más tarde a través de una nueva dirección de indagación. La progresividad del discurso permite describir con mayor profundidad este escenario de aprendizaje mejorado en comparación con la Clase 1.

Además, el modelo de progresividad adoptado, y el papel que desempeñan las inferencias y las observaciones en este modelo, permiten comprender por qué a veces los movimientos de la docente no logran ayudar a los alumnos a avanzar en sus discusiones. Como ejemplo, podemos volver a la pregunta de la docente al final del segundo extracto de la Clase 1 (5.2, Turno 6). Inducir a los alumnos a dirigir su atención a por qué se alteran las variables macroscópicas, parece algo perfectamente sensato. Reclama las ideas de los alumnos, es decir, incluye su participación, está bien orientada en cuanto a los contenidos disciplinares implicados y, sin embargo, no les ayuda a decidir si la temperatura varía o cómo. El análisis que se ofrece inmediatamente después de la Tabla 5.2, en términos de las inferencias en la Estructura Semántica que los estudiantes intentan construir, ayuda a entender por qué esto no sucede.

La Clase 2 muestra ejemplos de movimientos de la docente que podrían parecer equívocos, pero que acaban favoreciendo la comprensión de los alumnos. El primero de estos movimientos es la aceptación de la profesora a la inclusión de una tercera posibilidad: que la temperatura siga siendo la misma. Normalmente se di-

ría que esto no es algo sensato, ya que ella sabe que no está entre las posibilidades reales. Sin embargo, es una decisión muy acertada en términos de progresividad del discurso. Los alumnos están considerando diferentes inferencias (conflictivas) y decidiendo, mediante observaciones, cuál de esas inferencias ocupará un lugar relevante en la Estructura Semántica Común. En este sentido, permitir que se considere cualquier inferencia válida de los alumnos sólo promueve que éstos puedan mantener ese esfuerzo. Así, no es de extrañar que, en comparación con la clase 1, en la clase 2 no sólo participen más estudiantes en las discusiones, sino que también haya más inferencias y observaciones, y una mayor complejidad en la Estructura Semántica Común. La segunda medida, también sensata, es respaldar la petición de los alumnos de someter la decisión final a una encuesta. Desde el punto de vista de la física, es evidente que esto no es razonable. Sin embargo, en términos de progresividad, es un movimiento oportuno y conveniente. Al hacerlo, la profesora ayuda a los alumnos a llegar a un consenso, y a fijarlo, y ahora está en mejores condiciones para iniciar una nueva dirección de indagación a través de la cual, quizá, pueda ayudarles a darse cuenta de que la temperatura aumenta debido al trabajo mecánico realizado sobre el pistón. Esto, de hecho, ocurre en la clase inmediatamente subsiguiente.

## 5.2. Parte 2: El rol del experimento en la progresividad del discurso

En esta sección estudiaremos una clase en la que la docente lleva un experimento al aula. Esta clase es posterior a las clases analizadas en la Parte 1. Además es la última que registramos luego de un año y medio de análisis y aprendizaje mutuo entre la docente y los investigadores. Es notorio que la docente tiene mayor claridad en cómo intervenir para acompañar más eficientemente la dinámica discursiva del grupo.

Como mencionamos en el marco teórico, el experimento es un dispositivo instruccional muy valioso en aulas de ciencias. Sucede a menudo que en los casos en que se llevan adelante experimentos, se utilizan como sustentos de la teoría dictada anteriormente y no como método de aprendizaje, tanto de conceptos como del método científico. Mediante el análisis y los resultados que se muestran en esta sección, se pretende profundizar en cómo es posible llevar a cabo un experimento que acompañe la construcción de saberes de los estudiantes. Nuestro foco entonces está puesto en el aprendizaje de los estudiantes y cómo el experimento juega un papel importante en ese proceso.

De esta manera nuestras preguntas de investigación para esta sección son:



*¿Es posible servirse de la progresividad discursiva para entender mejor las condiciones en que un experimento favorece aprendizajes en el aula?*

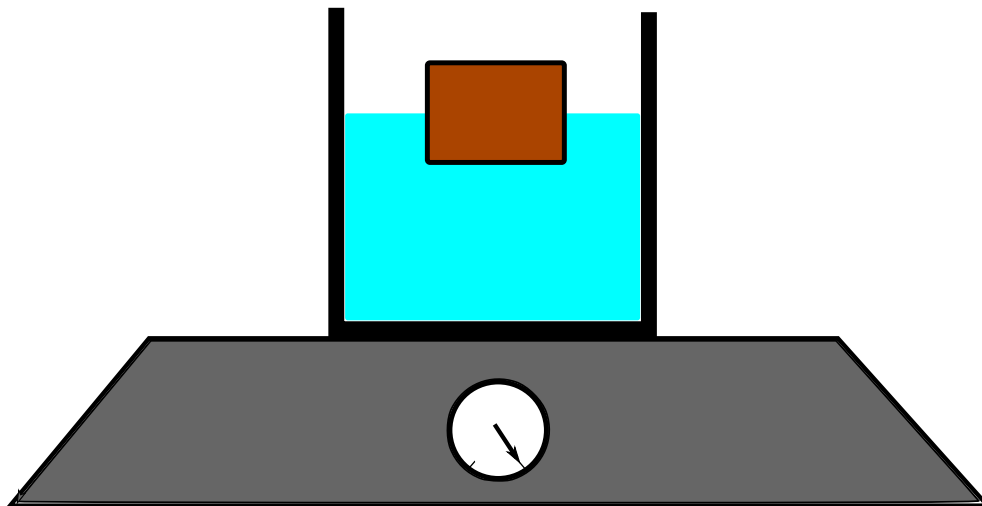
Para responder a esta pregunta, analizaremos dos aspectos constitutivos de la misma, de manera diferenciada:

*¿Cuáles son las condiciones en las que un experimento acompaña más eficientemente el ciclo de progresividad?*

*¿Qué rol ocupa el experimento en la construcción de la estructura semántica común?*

### 5.2.1. El Problema planteado a los alumnos

Al comienzo de la clase, la docente dibuja en el pizarrón un recipiente con agua arriba de una balanza tal como muestra la Fig. 5.8 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?



**Figura 5.8:** Recipiente con agua arriba de una balanza al que se le coloca una madera.

### 5.2.2. Inferencias y Observaciones antes del experimento

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, progresivamente, dar forma a la Estructura Semántica Común.

### Aumenta pero no es igual al peso

La primera hipótesis que surge entre los estudiantes es expresada en el siguiente extracto 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 (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:

**Tabla 5.5:** Extracto 1 de clase 3. Min 7:14

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

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 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 (turno 4) señalando que la balanza no está en el agua. Para sostener su afirmación, Ana intenta utilizar una herramienta conocida por ellos que es la sumatoria de fuerzas:

**Tabla 5.6:** Extracto 2 de clase 3. Min 15:00

Habla	Habla	Alocuciones	Estructura semántica
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

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 estructura semántica ha variado respecto de la anterior: “la balanza registra un aumento pero no igual al peso de la madera porque el empuje va a ser mayor al peso”. Es decir, se mantiene el qué (la lectura va a aumentar, menos que lo que pesa la madera) y ha cambiado el porqué (porque el empuje es opuesto al peso). 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 sería distinto si la madera estuviera totalmente sumergida. 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 uno de ellos se hace eco de la observación de Juan para generar una inferencia

distinta.

### 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, 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 más allá de que tiene una falla:

**Tabla 5.7:** Extracto 3 de la Clase 3. Min: 31:23

	Habla	Habla	Interpretación
	Habla	Habla	Interpretación
1	Noe	<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 a la del peso de la madera entonces lo anula
2	Juan	<i>No! es la fuerza de acción y reacción</i>	
3	Docente	<i>Dicen que es igual, porque la fuerza de empuje del agua...</i>	
4	Noe	<i>Claro, anula el peso de la madera</i>	
5	Docente	<i>Y entonces, el peso total..</i>	
6	Noe	<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.</b>
7	Docente	<i>Bien, esa es una idea</i>	

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. Las observaciones son gérmenes de posibles nuevas inferencias, en este caso la inferencia de Noé está ligada a la observación hecha por Juan en

el extracto a. Es destacable cómo la docente interviene para ayudar a que Noé desarrolle su idea. Mediante una estrategia de *revoicing* (O'Connor and Michaels (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.

### 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.

**Tabla 5.8:** Extracto 4 de la Clase 3. Min 33:45

	Hablantes	Alocuciones	Estructura semántica
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 tenés que tener una superficie?</i>	
3	Juan	<i>La superficie es la de abajo</i>	Si <b>el agua</b> 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>	

*Continúa en página siguiente*

Tabla 5.8 – *Continúa de página anterior*

	Hablantes	Alocuciones	Estructura semántica
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 peso.</i>	Si el agua empuja para arriba, hace la misma fuerza para abajo a la superficie <b>y esa fuerza tiene el mismo valor que el peso</b>
8	Bruno	<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	Juan	<i>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</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	Bruno	<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>

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 se reemplaza el agua por 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 explicita otra inferencia: la fuerza que la madera hace sobre el agua (hacia abajo) es la reacción al empuje (ejercido por el agua 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 estructura semántica 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 and 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, sin embargo no se convence de forma automática: “sí, por analogía... pero no lo veo claro en el agua...”

En los extractos a. y b. 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 b. 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  $\longleftrightarrow$  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 estructura semántica, y ese es un indicador de avance en la progresividad.

### 5.2.3. 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 tarro con agua y luego la madera para que los estudiantes anoten los pesos. Como muestra la Fig. 5.9 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 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 no terminar la clase allí:



**Figura 5.9:** Esta imagen está tomada inmediatamente antes de que la docente ponga la madera en el agua, se puede apreciar que los estudiantes están muy interesados en el resultado, además las expresiones faciales tanto de los estudiantes como de la docente muestran que están disfrutando el momento).

Min: 55:00

*S:- Escucho argumentos ¿Quién fue el que hizo referencia a que el peso?...  
ah, acá al fondo*

*N:- Sí, me equivoqué*

*S:- No no no, no es así de simple*

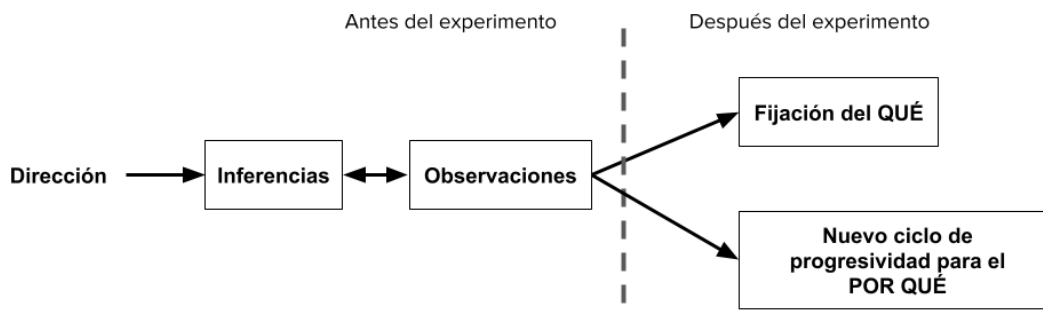
*N:- Cómo que no?*

*S:- 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 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. Como muestra la Fig. 5.10, se produce un cambio *acerca* de lo que se discute. Lo que la docente demanda es que se elabore la Estructura Semántica Común en la que todos acuerden por qué es que la balanza marca lo que marca.

Ella da por válido que la fuerza de empuje y el peso se anulan. Además el experimento muestra 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 5.9 mostraremos cómo los estudiantes realizan inferencias que se van incorporando a la estructura semántica, en estos registros es posible ver con





**Figura 5.10:** El experimento genera una fijación del **QUÉ**, sin embargo los estudiantes tienen que seguir discutiendo para alcanzar un consenso y fijación del **POR QUÉ**

más claridad cómo las inferencias de los estudiantes se van incorporando a una estructura semántica común, permite ilustrar mejor cómo se van produciendo esos cambios:

**Tabla 5.9:** Extracto 5 de la Clase 3. Min 33:45

	Hablantes	Alocuciones	Estructura semántica
1	Mario	<i>¿Cuál es la reacción de esa maderita al agua?</i>	
2	Juan	<i>Es una reacción a la fuerza</i>	La fuerza que hace la madera al agua es una reacción
3	Mario	<i>¿A qué fuerza?</i>	
4	Juan	<i>A la del empuje</i>	La fuerza que hace la madera al agua es una reacción <b>al empuje</b>

*Continúa en página siguiente*

Tabla 5.9 – Continúa de página anterior

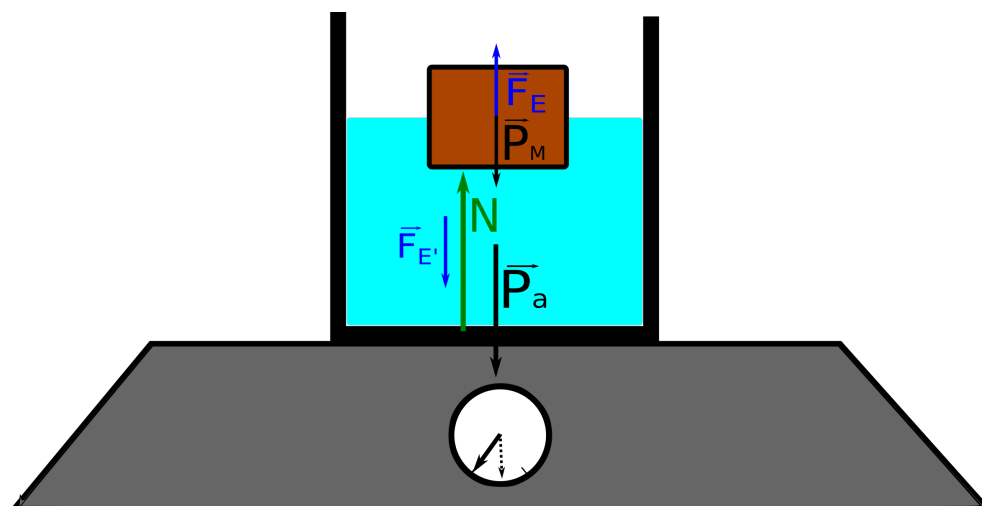
Hablantes	Alocuciones	Estructura semántica
5 Mario	<i>O sea que la fuerza de empuje, sería: el agua le ejerce una fuerza a la madera, esa sería la fuerza de empuje y al agua le ejercen una fuerza, la madera. Es la misma fuerza que hace el objeto, de acción y reacción.</i>	El agua le ejerce una fuerza 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, el 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 peso del agua más el peso de la madera</b>
10 María	<i>¿Sería la misma que el peso?</i>	
11 Noé	<i>Sí, lo acabamos de demostrar</i>	

*Continúa en página siguiente*

Tabla 5.9 – *Continúa de página anterior*

Habla		Alocuciones	Estructura semántica
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 la balanza marca la suma del peso del agua más el peso de la madera.
13	Sara	<i>En distinto sentido</i>	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 <b>en distinto sentido</b> . Entonces la balanza marca la suma del peso del agua más el peso de la madera.

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. En la Tabla 5.9 está marcado en negrita los aportes que van realizando los estudiantes en la construcción de la Estructura Semántica Común (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 Fig. 5.11 en la que 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 FE'. También grafican el peso del agua y la normal (esta última fuerza será discutida más adelante en la clase).



**Figura 5.11:** 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.

#### 5.2.4. Conclusiones de la Parte 2

Haciendo uso de la progresividad del discurso hemos avanzado en la comprensión de cómo el experimento puede jugar un papel fructífero, desde el punto de vista del aprendizaje, en una clase con fuerte componente dialógico. También hemos podido analizar cómo la docente gestiona el discurso grupal, de forma tal que los estudiantes logren construir una Estructura Semántica Común que dé respuesta a la pregunta dada.

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. Durante la clase se van proponiendo distintas inferencias. Mediante observaciones se van descartando unas, y 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.

Algunas inferencias, que en principio pueden considerarse ideas ‘incorrectas’, tienen un gran valor para la progresividad del discurso. Más allá de su valor correcto o incorrecto en términos disciplinares, tienen la potencialidad de ser generadoras de observaciones. Estas observaciones luego podrán ser inferencias que a su vez podrán ser observadas. Una misma idea puede ser en un momento una inferencia y en otro momento una observación. Esto no significa que el ciclo no sea virtuoso, debido a que a medida que se suceden las inferencias y observaciones,

la estructura semántica va complejizándose con nuevos elementos que antes no estaban incluidos.

Como señala Bigozzi et al. (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”, carece de anclaje discursivo y perderá relevancia desde el punto de vista del aprendizaje de conceptos. Para comprender el rol que ha ocupado el experimento en la construcción de la Estructura Semántica Común podemos diferenciar dos partes de la misma: Qué es lo que pasa y por qué pasa lo que pasa. En esta clase el experimento ha sido un artefacto que marcó un punto de inflexión en el proceso del aprendizaje conceptual. Por un lado, ha fijado 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 el discurso por la docente, ha permitido que los estudiantes continúen aportando inferencias hasta alcanzar un consenso acerca de por qué eso sucede. Esta función es mucho más rica, en términos de aprendizaje, que la de solamente confirmar o descartar una hipótesis.

Todo esto nos permite ver cómo hay un aprendizaje conceptual: la idea de acción y reacción ahora se ha extendido a un contexto desconocido por los estudiantes. Es decir, ellos conocían el concepto de empuje y el de acción y reacción de forma separada, con esta clase lograron unir esas ideas para dar respuesta a la pregunta dada.

La docente se sintoniza con este ciclo de progresividad. Da lugar a que se genere un ciclo largo de inferencias y observaciones antes de realizar el experimento, promoviendo que los estudiantes desarrollen sus ideas a pesar de saber que tienen falencias. 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.

---

### Entrevistas con la docente

---

Los siguientes fragmentos corresponden a las entrevistas hechas a la profesora Silvana Durilén entre los años 2016 y 2017. Si bien no forman parte de nuestra pregunta de investigación, encontramos en ellas un insumo interesante para mostrar que lo analizado en nuestros datos están en sintonía con lo que la docente percibía de su propia práctica.

#### 6.1. Entrevista post Clase 1 [07/06/2016]

Esta entrevista fue realizada luego de la primera clase analizada. Nuestra valoración, sumamente positiva, de lo que había ocurrido en esa clase, contrastaba con la disconformidad que expresaba la profesora.

---

**Docente:** *¿Por qué me fui mal? Porque (...) yo creo que fui libre y me equivoqué.*

**Entrevistador:** *¿Por qué?*

**Docente:** *Exageradamente lo dejé liberado a que los chicos, además de ser protagonistas, casi que tuvieran todo el protagonismo. Cosa que no podía ser así, obviamente alguien tiene que orquestar y conducir. Pero yo me sentía que (...) que no intervine como lo hubiera hecho si lo hubiéramos planificado con alguna intención. Nunca hablamos de cómo desde mi lugar podía establecer un nuevo modo áulico que nunca había puesto en práctica de orquestar las intervenciones (...). Yo me di cuenta que mi rol no era el que tenía que ser (...). Me sentí desnuda ahí. Me salió una pasividad.*

La docente expresa la frustración que sintió al terminar la clase. Por un lado plantea que otorgó excesivo protagonismo a los estudiantes. Esta idea de pérdida del control está muy ligada a la forma clásica de enseñanza, sin embargo su planteo va más allá. Ella hace un reclamo a los investigadores con respecto a la falta de planificación acerca de cómo se debería intervenir y gestionar las ideas. Si bien siempre es posible planificar mejor las clases, aprender a gestionar las ideas de los estudiantes es un proceso que sólo se alcanza con la práctica. Como señala Scott et al. (2006) “este tipo de actividad docente no se basa simplemente en la utilización de diferentes bases de conocimiento. También existe el "saber hacer" de ser capaz de involucrar a los estudiantes en interacciones dialógicas y ver cómo éstas difieren de las interacciones autoritarias”. Es decir, la única posibilidad de lograr mejoras es llevando adelante un proceso de retroalimentación entre la práctica y la teoría.

Finalmente ella explicita que su rol en esta nueva modalidad no era el que ella llevó adelante. Como señala Brooks (2016) estos roles luego de tantos años de práctica son difíciles de cambiar y pueden llevar a que los docentes embarcados en un intento de cambiar su forma de enseñar desistan de ese intento.

## 6.2. Entrevista acerca de la Clase 1 realizada al año siguiente [24/4/2017]

Esta entrevista fue realizada al año siguiente de la Clase 1 antes de la Clase 2, en ese tiempo la docente tuvo la posibilidad de analizar los videos de sus propias clases valiéndose de los materiales teóricos compartidos por los investigadores (Stein et al. (2008) y Scott et al. (2006)), que abordan la problemática del rol docente en aulas participativas.

---

**Entrevistador:** De la experiencia del año pasado ¿Qué es lo primero que traerías a colación?

**Docente:** *Que no la pude explotar (...) que tiene potenciales a los que yo no me pude arrimar, en cuanto a tensiones puestas, a intenciones puestas en el aula. Al principio como una incertidumbre de dejar que algo ocurriera en el aula entre los alumnos sin mi intervención directa...sin una intervención de la clásica. Porque esta nueva propuesta da más protagonismo a la interrelación horizontal entre ellos que a la de ellos conmigo. Entonces eso era...me parece que eso me costó...sentirme satisfecha en los momentos en que fui consciente en que la llevé*

*a cabo. Cuando lo hice un poco consciente, intentando entender cómo era la metodología...tampoco me iba satisfecha, en el sentido que había cosas que yo no las había sabido aprovechar por mi práctica histórica acostumbrada.*

---

La docente expresa la sensación de incertidumbre que le generaba que los estudiantes por momentos se hicieran dueños de la clase. Esta sensación es atribuible a larga (y exitosa) trayectoria docente de la profesora a lo largo de la cual los roles sociales y las relaciones de poder en el discurso del aula se han ritualizado, y por lo tanto son difíciles de cambiar (Brooks (2016)). Además explicita que a pesar de que haya instancias en las que lograba el objetivo de que se generen momentos dialógicos, no se sentía satisfecha con lo alcanzado. Ella atribuye a su “práctica histórica” la imposibilidad de aprovechar mejor esos momentos. Encuentra en su historia no solamente un antecedente positivo sino también la causa que le está dificultando cambiar su forma de enseñar.

---

**Entrevistador:** ¿Qué cosas?

**Docente:** *Momentos de la clase que fui consciente que se pasaron y que no los tomé, alguna intervención de un alumno, por varias razones, eso lo sentí vivencialmente cuando supe que había alguien que decía algo y yo conscientemente no lo tomaba para incorporarlo a la clase.*

**Entrevistador:** ¿Y por qué no lo tomabas?

**Docente:** *Como que me faltó muñeca para ver...qué cosas descartar y decir “bueno eso lo vamos a ver después” o qué cosas decir “ah bien, vamos a considerar a ver qué dijo él, a ver, escuchen”. Por otro lado, tuve una vivencia al ver los videos. Será autoexigencia porque después lo ví y no estaba tan mal jajaja. Yo de esa clase vivencialmente fue la clase que más angustiada salí (...). Sin conocer y manejar la metodología me empantané en, casi que la primera premisa al principio era “dejá que los chicos digan” entonces como que no entendía mucho la metodología acerca de qué miraba. (...) Y en esa clase era como un poco de inseguridad. (...) Era como que yo les transmitía mi angustia de ver que ellos no me respondían, pobres.*

---

La docencia es un trabajo emocional Ritchie et al. (2011), incluso en una docente experimentada como Silvana, aparecen emociones fuertes de incertidumbre e incluso angustia. Esas emociones son percibidas por los estudiantes que, como vimos en los registros, empiezan a sentir que son ellos los que están “fallando” a pesar de estar participando. Cuando la docente dice “ellos no me respondían” se refiere a que los estudiantes no le respondían lo que ella necesitaba para continuar



la clase. Veremos en el transcurso de las entrevistas que hay un cambio sustancial alrededor de esa apreciación.

### 6.3. Entrevista después de la Clase 2 [19/6/2017]

En esta entrevista percibimos importantes cambios en la mirada de la docente sobre su práctica. Estos cambios abarcan aspectos que van desde una visión distinta acerca del valor de las ideas de los estudiantes como de sus ansiedades y emociones.

---

**Entrevistador:** ¿Cómo va tu proceso acerca de hacer estas clases “innovadoras”?

**Docente:** *Después de haber abordado un poco más el marco teórico mi sensación es que he tenido más herramientas con los alumnos (...) Cosas concretas, bajar las ansiedades de si la cosa aparentemente puede entrar en una meseta de discusión (...) Dar tiempos, intervenir de a poco, hacer una pregunta orientadora sin dar la respuesta. Y todo eso me parece que yo me sentía más segura que el año pasado, más cómoda.*

**Entrevistador:** ¿Es como una herramienta nueva no? De enfocarse más en preguntar

**Docente:** *Y de confiar en la respuesta de los chicos. (...) Al término de la clase los chicos sí expresaron que sintieron que no era una clase convencional, que era la primera vez que ensayaban que los compañeros dieran respuestas y no el profe. Me dijeron “profe nunca pensamos así las situaciones” Hubo un momento que a mí me pareció importante, que uno de los chicos dijo “ah, a mí me sirvió lo que dijo un compañero”.*

---

En primer lugar la docente valora las herramientas teóricas con las que trabajamos. Esas herramientas le sirvieron para comprender mejor en qué consistía su nuevo rol en el aula. Es consciente del cambio en su forma de intervenir y eso repercute en mayor seguridad y menos ansiedades. Esa confianza también está depositada en las ideas de los estudiantes, ella comprende que puede haber momentos en los que la clase no avance en la dirección que ella “necesita”, pero que eso se puede redireccionar con preguntas. La docente también rescata las devoluciones de los estudiantes, en función de lo que ella expresa y lo que nosotros notamos en los registros, pareciera que los estudiantes disfrutaron de la clase y encontraron un valor renovado en las ideas de sus compañeros.

**Entrevistador:** Como que recupera el valor de los pares y de alguna manera a vos te pone en otro lugar, como un coordinador más general?

**Docente:** *Sí, y cómo a pesar de que yo el ritmo al que debiera llevarlos por una cuestión del calendario escolar, se me hace muy apremiante, aún así yo veo que mi participación se vuelve importante a la hora de una síntesis, de una recuperación de algunos conceptos potentes que nos permiten avanzar en los contenidos.*

*Hubo momentos de la clase que yo me desprendía de la necesidad de control. Que no me pasa seguido...me cuesta. Entonces me aflojé de decir...me relajo. Hubo situaciones en las que ellos empezaron a participar, inclusive desde afuera lo valoró el Nico que yo no había hecho consciente, que en un momento yo me retiré y empecé a estar al fondo del aula. (...).*

*Acá en la segunda clase, me dijeron “pero profe, está bien o está mal lo que estamos diciendo?” más que “¿qué quiere que le digamos?” porque a lo mejor mis respuesta gestuales, orales ...tengan que ver ya no eran la pregunta y mi incomodidad del año pasado de que no dijeran lo que yo esperaba que dijeran para que yo avanzara, si no...en que todavía no cerrábamos la respuesta al problema hasta tanto no hubiera más gente, o más argumentos o más ideas.*

---

Ella se da cuenta en como repercute en los chicos su actitud de pregunta, ya no sienten que tienen que acertar a la respuesta correcta sino que lo que les pasa es que no saben si sus ideas están bien encaminadas.

#### 6.4. Entrevista después de la clase de empuje (Clase 3) [22/8/2017]

La última entrevista registrada transcurre luego de la clase de empuje. Vamos a ver una docente mucho más segura, que se siente cómoda con sus intervenciones y nota que empieza a naturalizar algunas acciones de esta nueva modalidad.

---

**Entrevistador:** ¿Qué le notaste a esta clase que haya sido diferente a otras?

**Docente:** *Que me sentí más cómoda, como que en algún momento se me hizo un poco natural. Después de haber concientizado tanto los materiales leídos, las charlas con ustedes, ese feedback afuera del aula(...). Yo intervine con menos pruritos que otras veces... Llegó un momento en que yo dejé de intervenir porque estaban todos discutiendo sobre eso, en todos los pequeños grupos.*

**Entrevistador:** Fijate que vos acabas de decir “en algún momento me di cuenta que estaban todos hablando de eso entonces yo decidí apartarme” que era algo

que a vos te resultaba un agujero negro “¿Cómo que me retiro?”

**Docente:** *Sí, me parecía que era una falta de conducción del momento*

**Entrevistador:** Y ahora me parece que vos tenés más ductilidad y más confianza en que vos podés retirarte un ratito para volver a entrar.

**Docente:** *Bueno, pero ¿Por qué me retiré cómoda? porque me pareció que había prendido lo que yo pretendía que prendiera. Entonces estaba ocurriendo lo más importante que era el debate entre ellos.*

---

La docente comprende que la conducción no está en ser dueña de la palabra ni que los estudiantes se dirijan a ella. Ella ahora ve que lo más importante es el debate entre ellos y que su logro está en que ellos debatan acerca de lo que ella quería que debatan. Es decir, la conducción ahora está en lograr generar un escenario propicio para que las interacciones sean productivas en términos de su agenda de enseñanza.

---

**Entrevistador :** Yo creo que vos te retiraste por eso, porque te diste cuenta de que ellos necesitaban meterse en ese barro y vos los tenías que dejar

**Docente:** *Sí, y que dialogaran y se respondieran en términos que no son los míos. Si alguien pregunta algo y antes que mi respuesta aparece la de un compañero, lo hacen en términos que aún a veces yo no entiendo y el otro dice “ah, sí sí”. Hay una comunicación entre ellos que puede escapar de lo formal, puede escapar de lo correctamente dicho y hay algo que circula y ellos lo retraducen, y ellos lo entienden.*

**Entrevistador:** La comunicación entre ellos te...

**Docente:** *Me da un colchón. (...) Yo me doy cuenta que esto [esta nueva metodología] te lo llevas a las otras aulas, a las otras clases. Y no das por cerrado nunca nada. En otras clases, aunque mis clases puedan tener una dinámica más acelerada. Me dí cuenta que estaba preguntando más de lo que estaba acelerando: “estás seguro?” “escuchá lo que dice...”. Digo, esto lo apliqué aún en clases con otra dinámica. (...) Al no acabar una discusión rápidamente también genera algún grado de expectativa y de participación de los chicos, porque cuando vos la abortas diciendo qué es correcto o incorrecto el que dijo algo...y ya se terminó el chiste. Interrumpís lo rico que viene después, que es el debate.*

---

Ella rescata que en ocasiones el lenguaje que utilizan los estudiantes no es compartido por la docente. Esto, lejos de ser un escollo o algo que hay que erradicar, es para la docente una base, un colchón en el que los estudiantes se entienden, desde el cual se podrá ir formalizando e introduciendo terminología del lenguaje

científico. En el último tramo la docente explicita que generar espacios para la discusión, esperar y no apurarse a dar la respuesta correcta forman ahora parte de una suerte de caja de herramientas de la cual ella dispone. De manera que podemos constatar que la profesora encuentra en esta metodología algo sumamente útil para su práctica cotidiana.



## CAPÍTULO 7

---

### Consideraciones finales

---

Esta tesis es el resultado de un camino de indagación que buscó explorar y describir aspectos de la relación entre la dinámica discursiva de un grupo-clase y el aprendizaje de la Física que era objeto de enseñanza. Los registros sobre los cuales se trabajó fueron tomados de clases reales de un colegio secundario pre-universitario dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba. Previo al análisis, nuestra experiencia, tanto como profesores como investigadores, nos permitía diferenciar que algunas de las clases registradas eran más “abundantes” en cuanto a eventos significativos para la indagación que pretendíamos hacer. Había clases que nosotros intuíamos que eran mejores, pero no teníamos elementos concretos para decir en qué se sostenía ese ‘ser mejores’ ni cómo (o si) esas mejores clases lograban promover más el aprendizaje conceptual.

Se realizó un análisis macro comparando cambios en la estrategia de la docente entre un año y otro y un análisis meso en el que se estudiaron los patrones de interacción predominantes. Respecto al aprendizaje de conceptos se realizó un análisis micro acerca de los detalles de la interacción entre la docente y sus estudiantes. Para llevar adelante el análisis que nos permitiría caracterizar esas clases, sus dinámicas discursivas y sus calidades como entornos de aprendizaje, se fueron incorporando diferentes lentes teóricos. Entre otros: el hecho de que los alumnos se dirigieran o no a los demás, las formas de ocupación espacial del aula y la manera en que eran consideradas las ideas de los alumnos. Estos indicadores resultaron claramente pertinentes para describir esas dinámicas, y agregaban claridad a aquello que la experiencia permitía advertir, pero no lograban trascender de manera contundente esa mirada. La progresividad del discurso resultó ser un lente teórico que permitió dar un salto cuantitativo para caracterizar esos

entornos de aprendizaje participativo. Permitió dar cuenta de dos cuestiones: i) por qué algunos entornos pueden resultar más propicios que otros (igualmente participativos) para promover aprendizajes, y ii) cómo esas características de las participaciones se articulan con el aprendizaje conceptual que lleva adelante un grupo de estudiantes.

La primera cuestión se abordó mediante un análisis comparativo entre dos cohortes consecutivas de un mismo curso. Diferentes indicadores permitieron profundizar en la caracterización de los entornos participativos como escenario propicio para el aprendizaje. De manera paralela, el trabajo con la docente evidenció una transformación en su propia manera de entender la enseñanza. Cabe recordar que la profesora tenía una inquietud propia por avanzar hacia modos más eficaces para su práctica docente, que superaran el paradigma de la transmisión de conocimiento. En ese sentido se llevaron a cabo con ella reuniones periódicas para el análisis de algunos textos y de sus propias clases, sobre todo de aquellos aspectos discursivamente relevantes. Esto resulta un dato contextual interesante para acompañar este primer estudio de caso en el cual se pudieron establecer correlaciones entre las acciones de la docente y los cambios en las interacciones de los estudiantes. En esta primera etapa, se logró caracterizar la diferencia entre dos entornos igualmente participativos, pero diferentes en cuanto a su potencialidad para promover aprendizajes entre los estudiantes. La segunda cuestión se aborda en un escenario que también es importante contextualizar. Tal como se evidencia en las entrevistas con la profesora, ella se ha adueñado de ciertas estrategias que le permiten proponer entornos de aprendizaje centrados en los estudiantes. Valiéndonos de la progresividad del discurso fue posible describir cómo ese escenario discursivamente más propicio redundó en condiciones favorables para la comprensión colectiva de los alumnos del fenómeno concreto considerado. En este sentido, cabe resaltar que este segundo estudio incorpora un elemento de gran interés para la enseñanza de la física: el uso del experimento. El uso del experimento y su potencialidad para el aprendizaje se logra comprender de una manera más integral al vincularlo con las características del discurso progresivo en el aula.

De manera más concreta, o explícita, la investigación reportada en esta tesis permite entender mejor dos cuestiones. En primer lugar, si bien existe un consenso claro sobre la importancia de entornos de aprendizaje en los que los estudiantes puedan poner en juego sus propias ideas, el primer estudio de caso permite avanzar en comprender por qué algunas clases participativas pueden resultar mejores entornos de aprendizaje que otras. En segundo lugar, y aceptando que la actividad experimental es un ingrediente útil (y deseable) en las clases de física, se logró avanzar en entender cómo las características discursivas del entorno de cla-

se pueden potenciar su impacto en el aprendizaje conceptual de los estudiantes. Es decir, se trata de un avance en el sentido de entender por qué los entornos participativos, y el uso del experimento son condiciones necesarias, pero pueden no ser suficientes, para el aprendizaje significativo.

La progresividad del discurso, y la propuesta teórica de su modelización en las aulas propuesta por [Clarà \(2019\)](#) como un ciclo D-I-O-C-F, resultó ser un protagonista de peso en este trabajo. Este constructo teórico claramente puede informar nuestra comprensión de las complejas dinámicas que tienen lugar en los entornos en los que el aprendizaje de la Física ocurre por medio de las interacciones discursivas entre alumnos y profesores. En tal sentido, esta tesis permite valorar el papel que puede jugar un experimento en un entorno áulico. Se ha descrito su lugar en un ciclo de progresividad discursiva, en el cual operó como un artefacto que posibilitó fijar un ciclo (el **qué** ocurre) y abrir una nueva dirección de indagación (**por qué** ocurre).

Si bien no fue objeto de investigación de esta tesis, el aprendizaje de la docente, de alguna manera reflejado en las entrevistas realizadas con ella, es un elemento contextual que enmarca los resultados. Los cambios reportados en las clases están ligados a las modificaciones en el escenario discursivo y ese cambio no es azaroso: es indicativo de un aprendizaje de la docente. En las entrevistas podemos apreciar una evolución que se refleja tanto en las herramientas teóricas incorporadas como en las emociones descritas. Luego de la primera clase ella explicita que no comprendía el rol que tenía que tener, con emociones negativas, como inseguridad y angustia y reclamando mayor claridad respecto a la metodología. En la segunda entrevista vemos a una docente más benevolente con su propio proceso de aprendizaje y a la vez con claridad acerca de qué cosas puede mejorar para las clases siguientes. Después de la Clase 2, baja la ansiedad y comienza un proceso de relajamiento en términos de controlar acerca de lo que se va a discutir y comodidad con la adopción de formas más sutiles de intervención ligadas a la gestión de las ideas de los estudiantes. En la última entrevista se explicita una naturalización de la nueva forma de enseñanza: los aprendizajes alcanzados por ella ya le pertenecen y le son de utilidad. Tanto es así que manifiesta que a esas “nuevas herramientas” las ha usado en contextos fuera del proyecto de investigación. Este sobrevuelo sobre lo que permiten ver las entrevistas invita a profundizar en el proceso de aprendizaje de la docente, mediante un estudio más profundo de las mismas y de los registros audiovisuales de las clases, incorporando otros insumos teóricos para su análisis. Esta es una cuestión que queda abierta para trabajo futuro.

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 et al. \(2014\)](#). Con este trabajo esperamos aportar desde el análisis del discurso en las aulas a la comprensión de cómo los profesores pueden llevar adelante clases con un fuerte componente participativo que redunde en mejores condiciones para el aprendizaje.

---

## Bibliografía

---

- Abrahams, I. and 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 ISSN:*, 30(14):1945–1969.
- Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., and Scott, P. H. (2010). Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2):174–193.
- Alibali, M. W., Nathan, M. J., Wolfgram, M. S., Church, R. B., Jacobs, S. A., Johnson Martinez, C., and Knuth, E. J. (2014). How teachers link ideas in mathematics instruction using speech and gesture: A corpus analysis. *Cognition and instruction*, 32(1):65–100.
- Andersson, J. and Enghag, M. (2017). The relation between students' communicative moves during laboratory work in physics and outcomes of their actions. *International Journal of Science Education*, 39(2):158–180.
- Badreddine, Z. and Buty, C. (2011). Discursive Reconstruction of the Scientific Story in a Teaching Sequence. *International Journal of Science Education*, 33(6):773–795.
- Bakhtin, M. M. (1981). *The Dialogic Imagination: Four Essays by M. M. Bakhtin*. University of Texas Press.
- Balgopal, M. M., Casper, A. M. A., Atadero, R. A., and Rambo-Hernandez, K. E. (2017). Responses to different types of inquiry prompts: college students' discourse, performance, and perceptions of group work in an engineering class. *International Journal of Science Education*, 39(12):1625–1647.

- Baudino Quiroga, N. and Coleoni, E. A. (2019). Caracterización de la enseñanza en entornos participativos mediante la progresividad del discurso. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31:39–45.
- Baudino Quiroga, N. and 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.
- Baudino Quiroga, N., Velasco, J., and Buteler, L. (2017). ¿Cómo estudiamos el aprendizaje? Lo que dicen nuestros trabajos de investigación. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29:145–151.
- Baudino Quiroga, N., Velasco, J., Coleoni, E., and Buteler, L. (2019). La interacción mediante el habla: Una revisión del discurso en las aulas de ciencias. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 14(2):29–44.
- Bellocchi, A. and Ritchie, S. M. (2015). “I Was Proud of Myself That I Didn’t Give Up and I Did It”: Experiences of Pride and Triumph in Learning Science. *Science Education*, 99:638–668.
- Benedict-Chambers, A., Kademian, S. M., Davis, E. A., and Palincsar, A. S. (2017). Guiding students towards sensemaking: teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of Science Education*, 0(0):1–25.
- Bereiter, C. (1994). Implications of Postmodernism for Science, or, Science as Progressive Discourse. *Educational Psychologist*, 1520(1):93–98.
- Berland, L. K. (2011). Explaining variation in how classroom communities adapt the practice of scientific argumentation. *Journal of the Learning Sciences*, 20(4):625–664.
- Berland, L. K. and Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1):68–94.
- Berland, L. K. and Lee, V. R. (2012). In Pursuit of Consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation. *International Journal of Science Education*, 34(12):1857–1882.
- Bigozzi, L., Tarchi, C., Falsini, P., and Fiorentini, C. (2014). ‘Slow Science’: Building scientific concepts in physics in high school. *International Journal of Science Education*, 36(13):2221–2242.

- Brooks, C. F. (2016). Role, Power, Ritual, and Resistance: A Critical Discourse Analysis of College Classroom Talk. *Western Journal of Communication*, 80(3):348–369.
- Brown, N. J., Danish, J. A., Levin, M., et al. (2015). Competence reconceived: The shared enterprise of knowledge analysis and interaction analysis. In *Knowledge and interaction*, pages 27–45. Routledge.
- Buteler, L. and Coleoni, E. (2014). El aprendizaje de empuje y sus variaciones contextuales: un análisis de caso desde la teoría de clases de coordinación. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 13(2):137–155.
- Buteler, L. and Coleoni, E. (2016). Solving problems to learn concepts, how does it happen? a case for buoyancy. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2):020144.
- Buty, C. and Mortimer, E. F. (2008). Dialogic/Authoritative Discourse and Modelling in a High School Teaching Sequence on Optics. *International Journal of Science Education*, 30(12):1635–1660.
- Byrne, J., Ideland, M., Malmberg, C., and Grace, M. (2014). Climate Change and Everyday Life: Repertoires children use to negotiate a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 36(9):1491–1509.
- Campbell, T., Oh, P. S., and Neilson, D. (2012). Discursive modes and their pedagogical functions in model-based inquiry (MBI) classrooms. *International Journal of Science Education*, 34(15):2393–2419.
- Carraher, D. and Schliemann, A. (2002). The transfer dilemma. *The Journal of the learning sciences*, 11(1):1–24.
- Cavagnetto, A. R. and Kurtz, K. J. (2016). Promoting Students' Attention to Argumentative Reasoning Patterns. *Science Education*, 100(4):625–644.
- Cheng, M. F. and Brown, D. E. (2015). The role of scientific modeling criteria in advancing students' explanatory ideas of magnetism. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(8):1053–1081.
- Chi, M. T., Kang, S., and Yaghmourian, D. L. (2017). Why students learn more from dialogue than monologue videos: Analyses of peer interactions. *Journal of the Learning Sciences*, 26(1):10–50.
- Chomsky, N., Keyser, S. J., et al. (1988). *Language and problems of knowledge: The Managua lectures*, volume 16. MIT press.

- Christian, K. and Talanquer, V. (2012). Content-related interactions in self-initiated study groups. *International Journal of Science Education*, 34(14):2231–2255.
- 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.
- Coleoni, E. A. and Buteler, L. M. (2021). Entrevistas clínicas en la investigación educativa: un análisis desde la progresividad discursiva. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27:1–17.
- Colley, C. and Windschitl, M. (2016). Rigor in Elementary Science Students' Discourse: The Role of Responsiveness and Supportive Conditions for Talk. *Science Education*, 100(6):1009–1038.
- Corazza, M. J. and Pedrancini, V. D. (2014). Interações discursivas e a elaboração dos conceitos de raça e espécie em aulas de Biologia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(1):18–31.
- Coştu, B., Ayas, A., and Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a poe-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40(1):47–67.
- da Costa Tourinho Silva, A. and Fleury Mortimer, E. (2013). Contrastando professores de estilos diferentes: Uma análise das estratégias enunciativas desenvolvidas em salas de aulas de Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(3):524–552.
- da Silva, A. F. and Aguiar, O. G. (2011). Água Na Vida Cotidiana E Nas Aulas De Ciências: Análise De Interações Discursivas E Estratégias Didáticas De Uma Professora Dos Anos Iniciais Do Ensino Fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(3):529–547.
- da Silva, A. F. and Aguiar, O. G. J. (2016). Água na vida cotidiana e nas aulas de ciências: análise de interações discursivas e estratégias didáticas de uma professora dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(3):529–547.
- DiSessa, A. A., Scroll, P., and For, D. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 10(20):1155–1191.

- Donnelly, D. F., McGarr, O., and O'Reilly, J. (2014). 'Just Be Quiet and Listen to Exactly What He's Saying': Conceptualising power relations in inquiry-oriented classrooms. *International Journal of Science Education*, 36(12):2029–2054.
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Ediciones Morata.
- Ellis, A. B. (2007). The influence of reasoning with emergent quantities on students' generalizations. *Cognition and Instruction*, 25(4):439–478.
- Engle, R. A., Langer-Osuna, J. M., and McKinney de Royston, M. (2014). Toward a model of influence in persuasive discussions: Negotiating quality, authority, privilege, and access within a student-led argument. *Journal of the Learning Sciences*, 23(2):245–268.
- Ferruzzi, E. C. and Werle de Almeida, L. M. (2012). Interações dialógicas em atividades de Modelagem Matemática. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 7(1):32–48.
- Ford, M. J. (2012). A dialogic account of sense-making in scientific argumentation and reasoning. *Cognition and Instruction*, 30(3):207–245.
- Ford, M. J. and Wargo, B. M. (2012). Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding. *Science Education*, 96(3):369–391.
- Fung, D. and Lui, W.-m. (2016). Individual to collaborative: guided group work and the role of teachers in junior secondary science classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(7):1057–1076.
- Garcia-Mila, M., Gilabert, S., Erduran, S., and Felton, M. (2013). The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Science Education*, 97(4):497–523.
- Gee, J. P. (2010). *How to do discourse analysis: A toolkit: A toolkit*. Routledge.
- Givry, D. and Tiberghien, A. (2012). Studying Students' Learning Processes Used during Physics Teaching Sequence about Gas with Networks of Ideas and Their Domain of Applicability. *International Journal of Science Education*, 34(2):223–249.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., and 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.

- Hemberger, L., Kuhn, D., Matos, F., and Shi, Y. (2017). A Dialogic Path to Evidence-Based Argumentive Writing. *Journal of the Learning Sciences*, 26(4):575–607.
- Hinko, K. A., Madigan, P., Miller, E., and Finkelstein, N. D. (2016). Characterizing pedagogical practices of university physics students in informal learning environments. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1):1–15.
- Howe, C. and Abedin, M. (2013). Classroom dialogue: A systematic review across four decades of research. *Cambridge journal of education*, 43(3):325–356.
- Jin, H., Johnson, M. E., Shin, H. J., and Anderson, C. W. (2017). Promoting student progressions in science classrooms: A video study. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(7):852–883.
- Jin, H., Mehl, C. E., and Lan, D. H. (2015). Developing an analytical framework for argumentation on energy consumption issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(8):1132–1162.
- Jin, H., Wei, X., Duan, P., Guo, Y., and Wang, W. (2016). Promoting cognitive and social aspects of inquiry through classroom discourse. *International Journal of Science Education*, 38(2):319–343.
- Jordan, B. and Henderson, A. (1995). Interaction analysis: Foundations and practice. *The journal of the learning sciences*, 4(1):39–103.
- Katchevich, D., Hofstein, A., and Mamlok-naaman, R. (2013). Argumentation in the Chemistry Laboratory : Inquiry and Confirmatory Experiments. *Research in science education*, pages 317–345.
- Kawalkar, A. and Vijapurkar, J. (2013). Scaffolding Science Talk: The role of teachers’ questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, 35(12):2004–2027.
- Kelly, G. (2015). Discourse in science learning. *Encyclopedia of science education*, pages 333–335.
- Kilinc, A., Demiral, U., and Kartal, T. (2017). Resistance to dialogic discourse in SSI teaching: The effects of an argumentation-based workshop, teaching practicum, and induction on a preservice science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6):764–789.
- Kim, M. (2016). Children’s reasoning as collective social action through problem solving in grade 2/3 science classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(1):51–72.

- Kim, M. (2017). Understanding children's science identity through classroom interactions. *International Journal of Science Education*, 0(0):1–22.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., and Henderson, S. (2015). Emotionally Intense Science Activities. *International Journal of Science Education*, 37(12):1886–1914.
- King, D., Ritchie, S. M., Sandhu, M., Henderson, S., and Boland, B. (2017). Temporality of emotion: Antecedent and successive variants of frustration when learning chemistry. *Science Education*, 101(4):639–672.
- Larrain, A., Freire, P., and Howe, C. (2014). Science Teaching and Argumentation: One-sided versus dialectical argumentation in Chilean middle-school science lessons. *International Journal of Science Education*, 36(6):1017–1036.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. ERIC.
- Levrini, O., Fantini, P., Tasquier, G., Pecori, B., and Levin, M. (2014). Defining and Operationalizing “Appropriation” for Science Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 8406(November):140606091737002.
- Lin, Y. R. and Hung, J. F. (2016). The analysis and reconciliation of students' rebuttals in argumentation activities. *International Journal of Science Education*, 38(1):130–155.
- Lineback, J. E. (2015). The Redirection: An Indicator of How Teachers Respond to Student Thinking. *Journal of the Learning Sciences*, 24(3):419–460.
- Louca, L. T., Zacharia, Z. C., and Constantinou, C. P. (2011). In Quest of Productive Modeling-Based Learning Discourse in Elementary School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8):919–951.
- Louca, L. T., Zacharia, Z. C., and Tzialli, D. (2012). Identification, interpretation—evaluation, response: An alternative framework for analyzing teacher discourse in science. *International Journal of Science Education*, 34(12):1823–1856.
- Manz, E. and Renga, I. P. (2017). Understanding how teachers guide evidence construction conversations. *Science Education*, 101(4):584–615.
- Massi, L. and Linhares, S. (2011). Jogo discursivo na apropriação da linguagem científica por alunos de iniciação científica em química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1):35–57.



- Mazur, E. and Hilborn, R. C. (1997). Peer instruction: A user's manual. *Physics Today*, 50(4):68.
- McMahon, K. (2012). Case Studies of Interactive Whole-Class Teaching in Primary Science: Communicative approach and pedagogic purposes. *International Journal of Science Education*, 34(11):1687–1708.
- McNeill, K. L. and Knight, A. M. (2013). Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on K-12 teachers. *Science Education*, 97(6):936–972.
- Mehan, H. (1979). *Learning lessons*. Harvard University Press.
- Mercer, N. (2002). *Words and minds: How we use language to think together*. Routledge.
- Mestad, I. and Kolstø, S. D. (2014). Using the Concept of Zone of Proximal Development to Explore the Challenges of and Opportunities in Designing Discourse Activities Based on Practical Work. *Science Education*, 98(6):1054–1076.
- Mortimer, E. and Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classrooms*. Open University Press, Maidenhead, Philadelphia.
- Murray, I. and Reiss, M. (2005). The student review of the science curriculum. *School Science Review*, 87(318):83–93.
- NAP (2004). *Núcleos de Aprendizaje Prioritario*. Ministerio de Educación Argentina.
- Ni, Y., Zhou, D., Li, X., and Li, Q. (2014). Relations of instructional tasks to teacher–student discourse in mathematics classrooms of chinese primary schools. *Cognition and Instruction*, 32(1):2–43.
- Nielsen, J. A. (2012). Science in discussions: An analysis of the use of science content in socioscientific discussions. *Science Education*, 96(3):428–456.
- Nussbaum, E. M. and Edwards, O. V. (2011). Critical questions and argument stratagems: A framework for enhancing and analyzing students' reasoning practices. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3):443–488.
- O'Connor, M. C. and Michaels, S. (1993). Aligning Academic Task and Participation Status through Revoicing: Analysis of a Classroom Discourse Strategy. *Anthropology and Education Quarterly*, 24(4):318–335.

- Oliveira, A. W., Akerson, V. L., Colak, H., Pongsanon, K., and Genel, A. (2012). The implicit communication of nature of science and epistemology during inquiry discussion. *Science Education*, 96(4):652–684.
- Oliveira, A. W., Cook, K., and Buck, G. A. (2011). Framing evolution discussion intellectually. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(3):257–280.
- O’loughlin, M. (1992). Rethinking science education: Beyond piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8):791–820.
- O’Mahony, T. K., Vye, N. J., Bransford, J. D., Sanders, E. A., Stevens, R., Stephens, R. D., Richey, M. C., Lin, K. Y., and Soleiman, M. K. (2012). A Comparison of Lecture-Based and Challenge-Based Learning in a Workplace Setting: Course Designs, Patterns of Interactivity, and Learning Outcomes. *Journal of the Learning Sciences*, 21(1):182–206.
- Passmore, C. M. and Svoboda, J. (2012). Exploring Opportunities for Argumentation in Modelling Classrooms. *International Journal of Science Education*, 34(10):1535–1554.
- Pimentel, D. S. and McNeill, K. L. (2013). Conducting Talk in Secondary Science Classrooms: Investigating Instructional Moves and Teachers’Beliefs. *Science Education*, 97(3):367–394.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., Gertzog, W. A., et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2):211–227.
- Reigosa, C. and Aleixandre, M. P. J. (2011). Formas de actuar de los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, pages 23–34.
- Ritchie, S. M., Tobin, K., Hudson, P., Roth, W. M., and Mergard, V. (2011). Reproducing successful rituals in bad times: Exploring emotional interactions of a new science teacher. *Science Education*, 95(4):745–765.
- Rodrigues, A. and Mattos, C. (2011). Contexto, negociación y actividad en una clase de física. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2):263–274.
- Rudsberg, K., ÖHman, J., and ÖStman, L. (2013). Analyzing Students’Learning in Classroom Discussions about Socioscientific Issues. *Science Education*, 97(4):594–620.

- Ryoo, K. and Bedell, K. (2017). The effects of visualizations on linguistically diverse students' understanding of energy and matter in life science. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(10):1274–1301.
- Ryu, S. and Sandoval, W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. *Science Education*, 96(3):488–526.
- Samarapungavan, A., Bryan, L., and Wills, J. (2017). Second graders' emerging particle models of matter in the context of learning through model-based inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(8):988–1023.
- Sasseron, L. H. and Duschl, R. A. (2016). Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2):52–67.
- Schoerning, E., Hand, B., Shelley, M., and Therrien, W. (2015). Language, access, and power in the elementary science classroom. *Science Education*, 99(2):238–259.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., and Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science education*, 90(4):605–631.
- Serrano, G. P. (1994). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes*. La muralla Madrid.
- Sessa, P. and Trivelato, L. F. (2017). Interações dialógicas no ensino de Biologia : modos semióticos e o processo de construção de significados nas atividades de campo. *Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias*, 16:173–195.
- Shanahan, M. C. and Nieswandt, M. (2011). Science student role: Evidence of social structural norms specific to school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4):367–395.
- Shim, S.-Y. and Kim, H.-B. (2018). Framing negotiation: Dynamics of epistemological and positional framing in small groups during scientific modeling. *Science Education*, 102(1):128–152.
- Silva, G. and Villani, A. (2012). A dinâmica de um grupo de alunas nas aulas de física, a sua relação com o saber e as intervenções do professor. *Investigação em ensino de ciências*, 17(III):183–208.

- Siry, C., Ziegler, G., and Max, C. (2012). "Doing science"through discourse-in-interaction: Young children's science investigations at the early childhood level. *Science Education*, 96(2):311–326.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., and Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical thinking and learning*, 10(4):313–340.
- Stroupe, D. (2014). Examining Classroom Science Practice Communities: How Teachers and Students Negotiate Epistemic Agency and Learn Science-as-Practice. *Science Education*, 98(3):487–516.
- Sun, J., Anderson, R. C., Perry, M., and Lin, T.-J. (2017). Emergent leadership in children's cooperative problem solving groups. *Cognition and Instruction*, 35(3):212–235.
- Tan, A.-L. and Wong, H.-M. (2012). 'didn't get expected answer, rectify it.': Teaching science content in an elementary science classroom using hands-on activities. *International Journal of Science Education*, 34(2):197–222.
- Tang, K., Tan, S. C., and Yeo, J. (2011). Students' multimodal construction of the work–Energy concept. *International Journal of Science Education*, 33(13):1775–1804.
- Tang, K.-S. (2016). The interplay of representations and patterns of classroom discourse in science teaching sequences. *International Journal of Science Education*, 0693(September):1–27.
- Tang, K. S. (2017). Analyzing Teachers' Use of Metadiscourse: The Missing Element in Classroom Discourse Analysis. *Science Education*, 101(4):548–583.
- Tourinho e Silva, A. d. C. and Mortimer, E. F. (2013). Contrastando profesores de estilos diferentes: Uma análise das estratégias enunciativas desenvolvidas em salas de aulas de química. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 12(3).
- van Aalst, J. and Truong, M. S. (2011). Promoting knowledge creation discourse in an asian primary five classroom: Results from an inquiry into life cycles. *International Journal of Science Education*, 33(4):487–515.
- Van Booven, C. D. (2015). Revisiting the Authoritative–Dialogic Tension in Inquiry-Based Elementary Science Teacher Questioning. *International Journal of Science Education*, 37(8):1182–1201.

- van de Sande, C. C. and Greeno, J. G. (2012). Achieving Alignment of Perspective Framings in Problem-Solving Discourse. *Journal of the Learning Sciences*, 21(1):1–44.
- Van Dijk, T. A. (2000). El discurso como interacción en la sociedad. In *El discurso como interacción social: estudios del discurso, introducción multidisciplinaria*, pages 19–66. Gedisa.
- Verma, G., Puvirajah, A., and Webb, H. (2015). Enacting acts of authentication in a robotics competition: An interpretivist study. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3):268–295.
- Vieira, R. D. and Kelly, G. J. (2014). Multi-level Discourse Analysis in a Physics Teaching Methods Course from the Psychological Perspective of Activity Theory. *International Journal of Science Education*, 36(16):2694–2718.
- Volfson, A., Eshach, H., and Ben-Abu, Y. (2020). Identifying physics misconceptions at the circus: The case of circular motion. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1):010134.
- Vygotsky, L. (1962). *Thought and Language*. MIT Press.
- Weinstein, C. S. (1977). Modifying Student Behavior in an Open Classroom Through Changes in the Physical Design. *American Educational Research Journal*, 14(3):249–262.
- Wells, G. (1997). From guessing to predicting: Progressive discourse in the learning and teaching of science. *Teaching learning and classroom discourse: Approaches to the study of educational discourse*, pages 67–87.
- Williams, G. and Clement, J. (2015). Identifying Multiple Levels of Discussion-Based Teaching Strategies for Constructing Scientific Models. *International Journal of Science Education*, 37(1):82–107.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*, volume 5. Sage.
- Zhang, M., Lundeborg, M., and Eberhardt, J. (2011). Strategic facilitation of problem-based discussion for teacher professional development. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3):342–394.