

El cine, un recurso de producción discursiva

*Una experiencia con profesores
en formación inicial en Química*

El cine, un recurso de producción discursiva

*Una experiencia con profesores
en formación inicial en Química*

Néstor Alexander Zambrano González
Liz Mayoly Muñoz Albarracín



Los autores tienen el agrado de presentar a la comunidad académica el libro resultado del proyecto de investigación titulado: *Caracterización del discurso científico de profesores en formación inicial: la química detrás del cine*, el cual se espera aporte fundamentos teóricos y metodológicos a la investigación en el campo de la formación inicial de los profesores de Ciencias.

© Universidad Distrital Francisco José de Caldas
© Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico
© Néstor Alexander Zambrano González, Liz Mayoly Muñoz Albarracín
Primera edición, marzo de 2020
ISBN: 978-958-787-160-9



Dirección Sección de Publicaciones
Rubén Eliécer Carvajalino C.

Coordinación editorial
Nathalie De la Cuadra N.

Corrección de estilo
Lilia Carvajal Ahumada

Diagramación y montaje de cubierta
María Paula Berón R.

Editorial UD
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Carrera 24 N.º 34-37
Teléfono: 3239300 ext. 6202
Correo electrónico: publicaciones@udistrital.edu.co

Muñoz Albarracín, Liz Mayoly
El cine, un recurso de producción discursiva. Una experiencia con profesores en formación inicial en química / Liz Mayoly Muñoz Albarracín, Néstor Alexander Zambrano Rodríguez. -- Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2020.
144 páginas; 24 cm.
Incluye bibliografía e índice.
ISBN 978-958-787-160-9
1. Formación profesional de maestros de química 2. Química - Enseñanza - Metodología 3. Investigación científica
4. Comunidades científicas I. Zambrano Rodríguez, Néstor Alexander, autor II. Tít.
540.7 cd 22 ed.
A1658231

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Todos los derechos reservados.
Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo escrito de la Sección de Publicaciones de la Universidad Distrital.
Hecho en Colombia

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	13
A MANERA DE PREÁMBULO	15
1. ANTECEDENTES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR EN FORMACIÓN INICIAL	17
Lenguaje, palabra, ideología y discurso	17
El horizonte del análisis del discurso (AD)	19
Estudios del discurso en el aula	20
Discurso en las aulas de ciencias: algunos referentes de investigación	22
2. EL PROBLEMA DEL QUE TRATA ESTA INVESTIGACIÓN	27
3. EL CONCEPTO DE DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR (DCP) EN FORMACIÓN INICIAL	31
Didáctica de las Ciencias (DdC)	32
Naturaleza de la Ciencia (NdC)	32
Aproximaciones teóricas a la Naturaleza de la Ciencia	33
Ejes de la naturaleza del conocimiento científico	34

Formación inicial de profesores	36
La formación inicial de profesores: el caso de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza	36
Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva constructivista	37
El discurso científico y la formación inicial de profesores de Ciencias	38
Aproximaciones al concepto de discurso	38
Teoría del discurso	40
Sujeto discursivo	42
Discurso científico del profesor (DCP) en formación inicial	43
Concepciones de ciencia	44
La química detrás de efectos especiales mecánicos en el cine	45
4. SEGMENTOS Y PLANO DE CARACTERIZACIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR	49
Generalidades	49
Enfoque metodológico	50
Diseño metodológico	51
Diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje	53
Selección de los participantes	54
Categorías de análisis del discurso científico del profesor (DCP)	56
Segmentos de caracterización del discurso científico del profesor (SC-DCP)	56
Codificación de los segmentos de caracterización del discurso científico del profesor	59
Unidades de análisis para la caracterización del discurso científico del profesor	61
Posición ética de los investigadores	61
Límites de la investigación	62
5. CARACTERIZACIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR Y RESULTADOS DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	63
Fase de contextualización	63
Grupo de partida	64
Grupo seleccionado	65
Concepciones de ciencia	66
Confiabilidad del instrumento	72

Fase de caracterización del discurso	72
Caracterización del discurso científico del PFILQ2	74
Caracterización del discurso científico de la PFILQ3	85
Caracterización del discurso científico de la PFILQ11	97
Hacia un modelo didáctico del discurso científico en la formación inicial de profesores de Química	110
CONCLUSIONES	115
REFERENCIAS	119
ANEXOS	127

PRESENTACIÓN

Este libro presenta a la comunidad interesada en el campo de la Didáctica de las Ciencias, el resultado de una investigación cuyo objetivo consistió en caracterizar el discurso científico del profesor en formación inicial de Licenciatura en Química (PFILQ), mediante la contextualización de la química detrás del cine y la implementación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje en el aula. Para la caracterización del discurso científico del profesor (DCP), se propuso considerar un sistema de referencia análogo al de coordenadas cartesianas, característico de las matemáticas, en cuyo primer cuadrante se ubicó, *de modo arbitrario*, un espacio para el desarrollo en términos de Bajtín (1982) del género discursivo, es decir, de aquellos tipos relativamente estables de enunciados propios de cada esfera del uso de la lengua, en este caso la ciencia. Para el estudio de las unidades discursivas seleccionadas, se utilizó el *plano de caracterización*, un modelo inédito de análisis fundamentado teórica y metodológicamente, con el cual se identificó y caracterizó, en su entorno de aparición, el discurso de naturaleza científica de los profesores en formación participantes en esta experiencia.

En lo que refiere a su organización, este libro consta de cinco capítulos. En el primero se ofrece una breve exposición y revisión del tema; en el segundo, la problematización y finalidades de la investigación; el tercero muestra algunos referentes teóricos asociados a la Didáctica de las Ciencias, al discurso científico del profesor de ciencias en formación, la perspectiva de análisis discursivo derivada de Bajtín (1982), la naturaleza del conocimiento científico, los procesos de formación inicial de profesores, y la química detrás de algunos efectos especiales mecánicos utilizados en el cine. El cuarto capítulo presenta la propuesta metodológica para caracterizar el discurso científico de los profesores

en formación inicial, y en el último, se detallan los principales resultados alcanzados y se plantea un diseño emergente con elementos por considerar para la construcción de un modelo didáctico futuro, fundamentado en el discurso científico del profesor en formación inicial.

A MANERA DE PREÁMBULO

Con el paso del tiempo, la invención de un sistema estructurado de comunicación se constituyó en pilar fundamental para la construcción, circulación y consolidación del saber: ciencia, arte, filosofía, política y religión hallaron en el lenguaje un aliado para comunicar principios y hallazgos, concertar significados de palabras y fundar *culturas especiales* en las cuales se configuraron “no una, sino muchas realidades o formas de ver el mundo” (Camargo, 2007, p. 139). Una de estas la forjó el conocimiento científico, “una cultura específica que se ha configurado a lo largo de la historia de la humanidad” como una poderosa llave que abrió, abre y abrirá puertas a nuevas “formas de percibir y comprender la realidad, de pensar, de hablar y de relacionarse con el mundo y con los otros” (p. 139).

Cuando se regresa por las páginas de la historia, los hechos hablan por sí solos, la humanidad ha trascendido sus propios límites conquistando terrenos hostiles, ha crecido en conocimiento y dominio de la naturaleza, y ha hecho realidad muchas de las cosas que en el pasado siquiera imaginaba. Se ha aventurado a revivir las más grandes proezas de la historia y los momentos que han de quedarse grabados para siempre en la memoria de las generaciones; a darle vida a personajes fantásticos, terroríficos o con capacidades excepcionales las cuales sobrepasan la razón, y a recrear con fidelidad inhóspitas condiciones medioambientales que podrían ocurrir con escasa probabilidad durante el rodaje de una escena. Estos son solo algunos de los más destacados logros transmitidos a millones de personas en centenares de producciones a través de las cuales el afamado *séptimo arte* se ha encargado de materializar la imaginación y de mostrar que algunas veces aquello que en un primer momento puede parecer imposible, podría años más tarde convertirse en realidad.

El cine, un poderoso medio de divulgación que ha alcanzado los públicos más diversos, que ha convertido en foco de interés los temas más actuales y polémicos, que ha integrado en sus guiones los avances de la ciencia y la tecnología como cómplices para simular hechos reales, y que se ha configurado como una herramienta de trabajo en el aula, constituyó la columna vertebral del diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje alrededor de la cual se adelantó este trabajo investigativo.

En concreto, esta investigación se fundamentó en un dispositivo teórico derivado de los estudios del discurso de Mijaíl Bajtín (1982), se ocupó de la caracterización del discurso de tres profesores en formación inicial que participaron en la implementación de una secuencia didáctica diseñada alrededor de la química detrás de algunos efectos especiales mecánicos utilizados en reconocidas producciones cinematográficas, y se desarrolló integralmente en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá (Colombia), durante parte del segundo periodo académico de 2015, hecho que en sí mismo configura una situación particular, que distancia sus propósitos de la universalización y/o de estandarización de condiciones de producción discursiva que se repliquen de modo invariante en otros contextos.

Cabe destacar que en esta investigación se consideró central la estructura y la dinámica de las interacciones en el aula de clase, entre otras formas, a través del diálogo en torno a diversos fenómenos de la naturaleza, advirtiendo la necesidad de integrar diferentes elementos teóricos y metodológicos de orden epistemológico, histórico, sociológico, psicológico y pedagógico de la ciencia, como ejes transversales dentro de los procesos de formación inicial de los futuros profesores. Por esa razón esperamos con esta obra suscitar reflexiones y cuestionamientos alrededor de la producción discursiva y su anclaje en la formación inicial de los profesores de Ciencias.

1. ANTECEDENTES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR EN FORMACIÓN INICIAL

En este primer capítulo se abordan las imbricadas relaciones entre los conceptos de lenguaje, palabra, ideología, discurso y ciencia; se presentan generalidades sobre las corrientes de análisis del discurso, con énfasis en la teoría del enunciado de Bajtín (1982), en la cual se fundamentó teóricamente esta investigación. Antes de finalizar, se muestra un panorama en torno al estudio del discurso de la ciencia en el aula de clase, partiendo de algunos resultados de destacadas investigaciones en este campo.

Lenguaje, palabra, ideología y discurso

El recurso más utilizado de la lengua es la palabra, vehículo para socializar la cosmovisión, comunicar pensamientos, construir imágenes acerca de aquello que nos rodea, generar conceptualizaciones y significados, entre otros. Esta definición se reviste de sentido al abordar preguntas sobre qué es la ciencia, por qué se constituye en una producción humana y cómo se valida, se formaliza y se divulga.

Dentro de la concepción bajtiniana, la palabra se constituye como un producto ideológico resultante de un proceso de interacción en una realidad viva, la esencia de la vida discursiva, portadora de la significación, derivada de un fenómeno complejo que refleja y refracta los finos hilos paralelos que en su conjunto tejen la sociedad, hilos a los que en los términos del autor y su círculo¹, se les conoce bajo el nombre de signos.

¹ Para citar lo referido por el autor, se aclara que la expresión "Bajtín y su círculo", se refiere a las producciones y autoría de Bajtín en cooperación con sus compañeros de trabajo (Volochínov, Medviédev, Kagan, Pumpiánski, Sollertínski, Iúdina, Váguinov, Zubákin y Kanaev). Para efectos de simplificación, en adelante solo se aludirá al autor principal, sin que, de ninguna manera, esta decisión implique desconocer los aportes de los demás autores mencionados.

Desde los orígenes del sistema de comunicación desarrollado por los seres humanos, la palabra ocupó un lugar privilegiado, en él adquirió identidad, sentido y dinamismo; evolucionó a pasos tan agigantados como los del mismo hombre, y dejó de ser unívoca para siempre, cuando en el contexto encontró su voz, pues como ya lo decía Bajtín (1980): “Las palabras, en tanto signos ideológicos, no se limitan a reflejar la realidad, sino que la interpretan en el intercambio comunicativo social” (citado en Silvestri y Blanck, 1993, p.44).

Después, la palabra buscó abandonar sus propios límites en busca de desentrañar el pensamiento, develar las creencias de los hombres sobre la realidad y adentrarse en la región inexplorada de la ideología². De las entrañas de aquello que motivó lo que el hablante *quiso decir* al utilizar cierta combinación de palabras, emergió el discurso.

Refiriéndose a la idea de discurso, Bajtín (1982), señaló: “[...] el uso de la lengua se lleva a cabo en forma de enunciados (orales y escritos) concretos y singulares que pertenecen a los participantes de una u otra esfera de la praxis humana”, y “cada esfera del uso de la lengua elabora sus tipos relativamente establebles de enunciados, a los que denominó *géneros discursivos*” (p. 248), postulado teórico con el cual la reducción cotidiana del discurso a la acción de hablar, y la linealidad que por años restringió el lenguaje a la mera unión de palabras para formar oraciones, se deslegitimó, convirtiendo los procesos de significación nacidos en la interacción comunicativa en una determinada situación histórico-social entre los hablantes de una misma esfera, en foco de interés y en campo robusto de estudio, con un sistema de comunicación sumamente específico, complejo, dinámico y multimodal.

Para Astudillo, Rivarosa y Ortiz (2008), en la formación de profesores de Ciencias, “[...] los sentidos que el sujeto construye en el proceso mismo de enunciación discursiva están totalmente determinados por el contexto, que no se reduce a las condiciones pragmáticas inmediatas, sino sobre todo a las condiciones y circunstancias sociales que varían de un grupo a otro (Bajtín, en De LaLinde, 1997, p. 4)”, idea principal de Bajtín resumida en la célebre definición: “el enunciado es más que la palabra; es la palabra contextualizada”.

La propuesta teórica de Bajtín sostiene que el discurso nunca es originario, toda vez que proviene de otros discursos y que la mayoría de los enunciados que se formulan corresponden a un tipo de formación ideológica, premisa que aplicada

2 El concepto de ideología en Bajtín no es demasiado riguroso, y pueden identificarse distintas acepciones aun dentro de un mismo texto. En una primera, el calificativo, aplicado al signo indica, sencillamente, que el signo involucra un significado, que todo objeto-signo provoca un reflejo de otro objeto al que representa. La segunda es como un sistema de ideas socialmente determinado, como un sistema de valores y puntos de vista. Bajtín denominó a sistemas semióticos específicos, como la ciencia, “formas ideológicas” (recorte de algunas ideas consignadas en la obra de Silvestri y Blanck, 1993, pp. 55-57).

a los estudios del discurso de los profesores de Ciencias en formación inicial, supone reconocer la existencia de una relación entre los enunciados formulados y las concepciones clásicas o contemporáneas de los sujetos discursivos, respecto al conocimiento científico; materializadas fundamental —*aunque no de modo absoluto*— en producciones verbales y/o escritas provistas de sentido.

El horizonte del análisis del discurso (AD)

Respecto al análisis del discurso, eje fundamental de esta investigación y sobre el cual conviene profundizar un poco, Aquino y Mutti (2006), afirmaron:

No existe apenas una línea de análisis de discurso; existen muchos estilos diferentes “probablemente al menos 57 variedades de análisis del discurso”, con enfoques variados, a partir de diversas tradiciones teóricas, sin embargo, todas reivindicadas en el mismo nombre. Lo que esos diferentes estilos *parecen tener en común*, al tomar como objeto el discurso, es que parten de “un rechazo de la noción realista de que el lenguaje es simplemente un medio neutro para reflejar, o describir el mundo, y una convicción de la importancia central del discurso en la construcción de la vida social” (p. 680).

El análisis del discurso, insignia de la escuela francesa de los años sesenta, y huésped de honor de la intelectualidad europea y norteamericana de los años setenta, incursionó en diversas esferas sociales, políticas, culturales y académicas, y halló terreno fértil en la educación; campo donde por naturaleza los procesos de enseñanza y de aprendizaje suscitan interacciones entre los participantes (profesores y estudiantes), en las cuales el papel del sistema ideológico dominante se considera protagónico.

En el plano teórico, Barcellos y Martins (2006) señalan que el análisis del discurso (AD) constituye una “[...] opción teórico-metodológica que se caracteriza por una perspectiva que procura describir y analizar los sentidos y sus condiciones de producción, o sea, busca explicitar, en el discurso, una determinación histórica de los procesos de significación”, toda una teoría crítica que no concibe la historia como una sumatoria de datos, sino como el producto “[...] de un proceso colectivo de interacción, interlocución, nuevos sentidos, nuevos significados que van siendo producidos, en contraste con los viejos y redimensionando los nuevos. Un hombre que al hablar, materializa su historia, la historia de su grupo social” (p. 123).

Así pues, incorporar el análisis del discurso a las prácticas del ámbito escolar, supone considerar un escenario comunicativo en donde el emisor y el receptor (términos clásicos asociados a las figuras profesor y estudiante) no existen de modo invariable, toda vez que la interacción entre ambos ocurre de manera bidireccional y en el mismo nivel, pues tal como lo sostén Bajtín (1982), los oyentes no actúan pasivamente, los oyentes toman con respecto al discurso una activa postura de respuesta, lo completan, lo aplican y se preparan para una acción.

En el AD, “[...] el discurso es un objeto histórico-social ideológico y su historicidad se da a través de su materialidad, que es la lingüística. Su objetivo es detectar, a través de las marcas inscritas en el discurso, su proceso histórico social y los efectos de sentido presentes allí” (Barcellos y Martins, 2006, p. 123).

Estudios del discurso en el aula

Los estudios del discurso en el aula desarrollaron una sólida estructura teórica incorporando aportes provenientes de la sociología, la antropología, la psicología, la filosofía y la lingüística de los años sesenta y setenta en Europa y Norteamérica. En el ámbito educativo, el propósito inicial de estudiar el discurso en el aula consistió en determinar la relación entre el uso del lenguaje y el rendimiento escolar.

Los orígenes del análisis del discurso refieren al filósofo francés Michel Pêcheux, fundador en los años sesenta de la escuela francesa de AD, en contraposición del tradicional análisis del contenido. La hipótesis básica de la escuela de Pêcheux se erigió en la premisa de que “[...] el discurso es determinado por condiciones de producción y por un sistema lingüístico” (Minayo, 2003, p. 246).

Los primeros años que inauguraron la década de los ochenta, configuraron con Todorov (1981), Bajtín (1982), Gumperz (1982), Lacan (1983), Holquist (1983), Authier-Revuz (1984), García (1984), Bronckart et al. (1985), Van Dijk (1985) y Brown y Levinson (1987), la época dorada de florecimiento y consolidación de la teoría lingüística en su dimensión pragmático-discursiva.

El filólogo ruso Mijaíl Bajtín erigió su teoría del enunciado, definido como el producto de una interacción discursiva, y sintetizó su modelo de comunicación discursiva en la translingüística y el dialogismo o intertextualidad. La primera, porque posibilita tratar los problemas del discurso en general que exceden el campo de la lingüística, y el segundo, planteado como un modo especial de interacción en el cual todo discurso es dialógico, porque interactúa con enunciados previos y está dirigido a alguien, y todo enunciado es social porque en esencia está hecho por seres sociales. Este pensamiento, opuesto al carácter discursivo unidireccional, impositivo y dominador de la retórica clásica, supuso una innovación que alumbró una construcción participativa, integradora y social, en la que la diversidad, la multiplicidad de voces y el escenario polifónico adquirieron un lugar privilegiado.

En Italia, la perspectiva vytgotskiana y la perspectiva conversacional de la teoría pragmática, se convirtieron en los referentes de sus más destacadas representantes: Clotilde Pontecorvo y Margherita Orsolini, quienes analizaron las conversaciones entre profesores y estudiantes considerando que “[...] el habla es un principal instrumento de mediación para la transmisión y construcción del conocimiento en la escuela” (1992, p. 126) y que “[...] la interacción verbal en la escuela está caracterizada por diferentes tipos de ‘mediación semiótica’ —definido por

Wertsch (1985^a; 1985^b)— que los modos ‘científicos’ de razonamiento proveen (Vygotski, 1934/1990; Pontecorvo, 1990)” (citado en Pontecorvo y Orsolini, 1992, pp. 126-127).

En Norteamérica, un breve recorrido histórico por las corrientes básicas de la investigación llevada a cabo en Estados Unidos, “[...] se puede esbozar a partir de los trabajos de Cazden (1972), Koehler (1978) y Green (1983)” (Cazden, citado en Wittrock, 1997, p. 629), como parte de un campo de estudio más amplio y antiguo: la etnografía de la comunicación, propuesta programática desarrollada por Hymes en 1962.

Los exponentes más representativos de la corriente estadounidense del análisis del discurso son los lingüistas Sinclair y Coulthard, quienes en 1975, interesados en la teoría de los actos del habla y en el desarrollo de un esquema comprehensivo para el AD, encontraron en el aula “[...] un tipo de discurso hablado más simple [que el de la conversación normal] el cual tiene una estructura mucho más manifiesta” en donde “[...] uno de los participantes [el profesor] ha asumido la responsabilidad de dirigir el discurso, decidir quien hablará y en qué momento, e introducir y dar por concluidos los temas”, un escenario donde todos los participantes tratan verdaderamente de comunicarse, y en el que las emisiones potencialmente ambiguas tienden a poseer un solo significado aceptado (Cazden, citado en Wittrock, 1997, p. 631).

En los países suramericanos los estudios e investigaciones alrededor del análisis del discurso destacan la fuerte representación de Eni Orlandi en Brasil, quien en la línea de la vertiente francesa del AD de Michel Pécheux planteó: “[...] el lenguaje es un hecho social”, que conecta “[...] la lengua y la exterioridad, la lengua y la ideología, la ideología y el inconsciente” (2003, p. 3; traducción del portugués realizada por los autores).

Desde finales de los noventa, la producción académica de Orlandi se consideró como punto de partida de múltiples investigaciones relacionadas con el análisis de las interacciones y la producción de significados en las aulas de clase.

La escuela, escenario por el cual transitan pequeños fragmentos del amplio espectro del conocimiento, entre ellos los derivados de las ciencias naturales, se configura como punto convergente entre el *saber sabio* y el *saber enseñando* (Chevallard, 1997); en el curso de un proceso de transposición en el cual el sistema de creencias, el conocimiento del contenido y el uso del lenguaje por parte del profesor, resultan clave toda vez que, “[...] las ciencias naturales, como sistema cultural, poseen códigos propios y el acceso a ellos debe plantearse desde la educación formal” (Lemke, 1997, 2002, citado en Levin, Ramos y Adúriz-Bravo, 2008, p. 34).

Una educación en la cual el deber actual de los profesores de Ciencias es evitar el estudio instrumental de los fenómenos, lograr que los estudiantes despojen de elitismo los conocimientos científicos y acudan a saberes que por años han sido del

dominio de campos del conocimiento como la matemática, el lenguaje y la filosofía, en procura de que comprendan el mundo donde viven y desarrollen habilidades para desempeñarse asertivamente en situaciones reales.

La enseñanza problematizada de las ciencias naturales para estudiantes y profesores en formación inicial, en contextos análogos a los que se desarrolla la ciencia, destaca el papel del lenguaje en la divulgación, la socialización y la búsqueda de consensos para la consolidación de los conocimientos científicos, en razón a que:

[...] una ciencia escolar verdaderamente rica debería tener en cuenta la interacción social del estudiante en la clase de ciencias naturales con sus compañeros, con el profesor y con los materiales, tomando en consideración que las relaciones entre los científicos en comunidades son fundamentales para el avance de la ciencia (Adúriz-Bravo, 2005, p. 87).

La comunicación en el aula, pilar fundamental para la enseñanza, trasciende las acciones de informar, decir, expresar o transmitir, situándose como pieza clave dentro de un modelo “orquestral” en donde “todo comunica”, en el cual tanto estudiantes como profesores son emisores y receptores a la vez (De Longhi, 2011, p. 7), y en el que “[...] el lenguaje no solo sirve para representar y comunicar significado sino como un instrumento para negociar y desarrollar los propios sistemas de significados; es un recurso didáctico y una estrategia de enseñanza y de aprendizaje” (p. 8).

Discurso en las aulas de ciencias: algunos referentes de investigación

A lo largo de las dos últimas décadas, las interacciones entre profesores y estudiantes en las aulas de clase han configurado una línea de investigación destacada dentro de la Didáctica de las Ciencias. Reconocidos académicos han contribuido en la consolidación de este campo de estudio, incorporando, al igual que en esta investigación, principios teóricos derivados del análisis del discurso en la enseñanza de múltiples conocimientos científicos.

En los párrafos siguientes, se presenta una recopilación de investigaciones que comparten algunos rasgos característicos: 1. Corresponden a la producción intelectual de importantes académicos de nacionalidad española, portuguesa, argentina, brasileña, chilena y colombiana. 2. Constituyen referentes destacados, publicados en medios de amplia trayectoria, entre ellos las revistas especializadas: *Enseñanza de las Ciencias*, *Educación Química*, *Iberoamericana de Educación*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Ciência & Educação* y *Tecné, Episteme y Didaxis*. 3. Se ocupan del estudio del discurso en el aula, particularmente en lo relacionado con contenidos de enseñanza en las ciencias naturales.

En la primera investigación seleccionada, César Coll y Javier Onrubia (1996) enunciaron y desarrollaron al menos tres dimensiones de la actividad discursiva en el aula: la social y comunicativa; la cognitiva y de aprendizaje, y la instruccional o de intencionalidad pedagógica. En palabras de los investigadores:

La dimensión social y comunicativa del discurso educacional tiene que ver con las reglas que estructuran y organizan la participación del profesor y de los alumnos en el discurso, es decir, con lo que podríamos denominar “derechos y obligaciones interaccionales” de los participantes. Por su parte, la dimensión cognitiva y de aprendizaje remite más bien a las reglas discursivas que la propia lógica interna del contenido o tarea objeto de la actividad conjunta impone a los participantes (p. 59).

En cuanto a la dimensión instruccional o de intencionalidad pedagógica, “[...] relativa a los objetivos, más o menos explícitos, que presiden la situación, es decir, a la intencionalidad educativa que marca la dirección de la actividad conjunta” (p. 59), Coll y Onrubia conciben el aula como “[...] un contexto con unas características propias y peculiares que se reflejan en las actuaciones de los participantes” (p. 60), que la distancian de consideraciones “[...] como un simple entorno o escenario más de la comunicación”.

En 2000, con el objetivo de contribuir a la comprensión de la construcción del conocimiento surgido a través de mensajes verbales entre el profesor y el alumno en la interacción en las clases de Ciencias, Ana Lía de Longhi, publicó en la revista *Enseñanza de las Ciencias*, la investigación didáctica titulada: *“El discurso del profesor y del alumno: Análisis didáctico en las clases de ciencias”*, cuyo propósito fue “[...] elaborar un esquema de análisis que permitiera describir, interpretar y explicar las secuencias de diálogo que se generan en las clases de Ciencias, destinadas a enseñar determinado tema” (p. 205). Los niveles del esquema de análisis propuesto por De Longhi, abarcaron cuatro niveles: 1) contexto didáctico; 2) análisis de las intervenciones; 3) inferencias didácticas, y 4) síntesis conceptual.

Dos años más tarde, Eduardo Mortimer y Phil Scott (2002), siguiendo los principios de la teoría de Vigotsky, presentaron un marco analítico sociocultural que focalizaba el papel del profesor para analizar y planear la enseñanza, basado en cinco aspectos interrelacionados: Las intenciones del profesor y el Contenido (Focos de enseñanza), el Enfoque Comunicativo (Enfoque), y los Patrones de interacción e Intervenciones del profesor (Acciones).

En 2003, María Pilar Jiménez Aleixandre y Joaquín Díaz de Bustamante, presentaron la investigación didáctica titulada: *Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas*, la cual constituyó una reflexión sobre la investigación del discurso de aula y su contribución al conocimiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias. En el estudio, detallaron apartados en los que analizaron el razonamiento argumentativo del alumnado, con ejemplos tomados del proyecto RODA (Razonamiento,

Discusión, Argumentación), llevado a cabo en la Universidad de Santiago de Compostela desde 1994, y presentaron otras dimensiones del discurso de aula estudiadas en el proyecto, como las operaciones epistémicas y la cultura escolar. Asimismo, discutieron algunas implicaciones para la investigación en Didáctica de las Ciencias.

Entre 2005 y 2006, las investigaciones didácticas de Agustín Adúriz-Bravo y Mario Quintanilla, situaron la capacidad discursiva dentro de las competencias científicas escolares. El planteamiento teórico de los investigadores definió una competencia científica escolar como “[...] cualquier capacidad (cognitiva, discursiva, material, afectiva) de orden superior específica, con capacidad de hacer algo sobre un contenido determinado (proveniente de las ciencias) dentro de un contexto delimitado reconocible (escolar significativo, y por tanto transferible a la vida ciudadana)” (citado en Quintanilla, Merino y Cuellar, 2012, p. 189).

En el periodo comprendido entre 2008 y 2009, Lydia Galagovsky y Diana Bekerman desarrollaron investigaciones en relación con la problemática de “hablar ciencias” (Lemke, 1997), una idea fuerte en la Didáctica de las Ciencias. Los núcleos problemáticos estudiados por las investigadoras giraron en torno a la cuestión: “¿Qué significa ‘hablar Química’ en el contexto de las clases de química?”. Los resultados obtenidos y sus posteriores análisis las condujeron a señalar:

Diversos lenguajes se utilizan para comunicar el discurso de la química: lenguaje verbal en explicaciones y textos; lenguaje gráfico, tanto de nivel macroscópico como nivel atómico-molecular en dibujos y esquemas; lenguajes matemáticos en ecuaciones; lenguaje de fórmulas químicas en ecuaciones químicas, entre otros. Los docentes —y los textos— utilizan una multiplicidad simultánea de estos lenguajes con el fin de representar más cabalmente la complejidad de los conceptos teóricos abstractos (citado en Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo y Alí, 2014, p. 786).

En la Universidad de Río Cuarto en Argentina, los investigadores Carolina Astudillo, Alcira Rivarosa y Félix Ortiz (2008), recuperando los fundamentos teóricos de Coll y Edwards, De Longhi, Valsiner, Mercer, Wertsch, Cole, Whorf y Martins, presentaron en la publicación: *El discurso en la formación de docentes de ciencias. Un modelo de intervención*, una propuesta de formación pluridiscursiva, en un modelo definido como:

[...] una conjunción de decisiones fundamentadas desde: 1) el conocimiento disciplinar y didáctico; 2) la reflexión del sentido de las herramientas de mediación cultural empleadas, y 3) la potencialidad de las estrategias diseñadas en la movilización de concepciones y prácticas en el plano del discurso (p. 10).

En 2010, en desarrollo de la tesis doctoral *Saberes Docentes Mobilizados Em Contextos Interativos Discursivos De Ensino De Física Envolvendo Analogias*, la brasileña Fernanda Cátia Bozelli ilustró de modo amplio el lugar del lenguaje en la enseñanza de la ciencia, y destacó un cambio en la manera de entender su papel,

partiendo de un creciente interés por la naturaleza de las interacciones entre profesores y alumnos destinadas a la construcción del conocimiento científico, y sobre el rol de los idiomas y discursos que circulan en el contexto del aula interactiva discursiva a través del uso de analogías y su potencial como recursos didácticos.

En Colombia, la publicación de Castelblanco (2010), resultado de una revisión bibliográfica en revistas indexadas de habla hispana, subrayó que las investigaciones que para la época se ocupaban de la comunicación científica escolar, el rol comunicador del docente de ciencias, y de su discurso, contaban con mínima presencia en el país. En el documento publicado, la investigadora presentó tres trabajos reconocidos en el campo, hechos entre 2006 y 2008, los cuales se citan a continuación:

Martínez, Muñoz, Ospina y Ruiz (2008), quienes resaltan el papel del lenguaje en la formación de profesores de ciencias; Camargo y Hederich (2007), profesores investigadores que plantean la importancia de analizar el discurso y el estilo de comunicación que transcurre en el aula, o Gómez (2006), quien expone la relevancia de analizar la manera como los estudiantes construyen explicaciones científicas escolares, de forma escrita y oral, para usarlo como material de investigación en didáctica de las ciencias (sección de Antecedentes, párr. 12).

Un año después, en 2011, Camargo y Hederich, profesores de la Universidad Pedagógica Nacional, publicaron en la revista *Forma y Función* de la Universidad Nacional de Colombia, su trabajo titulado: “El género científico. La relación discurso-pensamiento y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias”, en el cual presentaron una caracterización del discurso de divulgación científica desde la perspectiva del género discursivo propuesta por Bajtín.

En 2012, Martínez, Parga y Gómez, investigadores del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, presentaron los elementos teóricos y metodológicos de un proyecto de investigación enfocado en el análisis de los discursos movilizados por profesores de Ciencias en ejercicio y profesores de Química en formación inicial durante el diseño y desarrollo de unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas.

A modo de resumen, específicamente respecto a esta investigación, resulta importante hacer énfasis en que:

- Al igual que Calsamiglia y Tusón (2004), se concibe que: “Hablar de *discurso* es, ante todo, hablar de una práctica social” (p. 1).
- Se introducen los conceptos de lenguaje, palabra, ideología y discurso, como elementos necesarios para comprender los fundamentos de la Teoría de la Enunciación, elegida para el tratamiento y análisis de los datos recolectados.
- Se reconoce al profesor en formación inicial como un sujeto epistémico, histórico, social y discursivo.

- Se considera el análisis del discurso como un conjunto articulado de conocimientos transversales cuyos aportes permiten aproximarse holísticamente al estudio del discurso científico en sus contextos epistemológicos, históricos y sociológicos.
- Se selecciona la perspectiva teórica de Bajtín (1982) como el eje en donde se fundamenta el análisis de los resultados obtenidos, pues se considera que las construcciones discursivas en el marco de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias son dialógicas, fundadas sobre la base de la interacción colectiva, determinadas por factores asociados a los contextos epistémicos, históricos, sociales, políticos, económicos y culturales en los cuales se encuentran inmersos los participantes, y estrechamente vinculadas con la manera particular en la que su proceso de comunicación (que, pese a su grado de especificidad, nunca es unívoco ni monológico) se desarrolla.
- Se presenta una recopilación hispanoamericana de avances teóricos en temáticas en las cuales el discurso adquiere un papel protagónico dentro de la formación inicial de los profesores de Ciencias, resultando más afines para los objetivos de esta investigación propuestas como las de Mortimer y Scott (2002) y Camargo y Hederich (2011), quienes introdujeron al campo específico de la enseñanza de las ciencias, planteamientos provenientes de Bajtín y su círculo.

2. EL PROBLEMA DEL QUE TRATA ESTA INVESTIGACIÓN

La formación tradicional de los profesores de Ciencias, caracterizada por su amplio contenido disciplinar, fidelidad al método científico y tendencia a la sistematización y la exactitud, ha atravesado importantes cambios de paradigma, migrando desde los modos típicos de la enseñanza por transmisión verbal, memorística y repetitiva, hacia tendencias pedagógicas constructivistas más contemporáneas, en las cuales las interacciones discursivas entre los participantes de los procesos de enseñanza y de aprendizaje ocupan un lugar de privilegio que trasciende el uso del lenguaje especializado, toda vez que “[...] la capacidad de hacerse preguntas y de hacerlas a otros con espíritu crítico, de responderlas, de comunicar de forma convincente y de compartir conocimiento son partes integrales de la actividad científica” (Hand, Prain, Lawrence y Yore, 1999, citados en Quilez, 2016, p. 106).

Probablemente, esta podría constituir una de las razones que explica la necesidad de repensar continuamente los procesos de formación inicial de profesores de Ciencias en la universidad, articulando componentes del orden disciplinar en el área del saber y del orden profesional en los campos de la pedagogía, la epistemología, la historia, la sociología y la didáctica de las ciencias, así como también el reto de emprender investigaciones en las cuales se considere al profesor en formación inicial como un sujeto epistémico, histórico, social y discursivo, constituido, en palabras de Bajtín (1982), como un colectivo de numerosos “yo” que ha asimilado a lo largo de su vida en contacto con distintas voces que de alguna manera han dado lugar a su *ideología*.

En la problemática vinculada con la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias, particularmente de la Química, intervienen múltiples factores relacionados con las características de los alumnos, de los docentes, de los contenidos específicos, de la

institución escolar y del contexto sociocultural más amplio. Es decir, en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, por ser fenómenos sociales, confluyen e interaccionan tanto aspectos individuales como sociales (Olivera, Mazzitelli y Guirado, 2015, p. 78).

Para el 2010 en Colombia las investigaciones que se ocupaban de la comunicación científica escolar, el rol comunicador del docente de ciencias, y de su discurso, contaban con mínima presencia de acuerdo con los hallazgos del rastreo bibliográfico realizado por Castelblanco (tal como fue mencionado previamente). La marcada segmentación entre los componentes disciplinares y profesionales, acentuada en los planes de formación inicial de profesores, a pesar de las reformas introducidas aún tienden a dificultar la integración entre *lo que debería saber* el docente sobre la disciplina que enseña, y las herramientas pedagógicas y didácticas *que necesitaría* para desempeñar asertivamente su actividad profesional educativa.

Por ejemplo, el perfil profesional declarado para los licenciados en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas propende hacia la formación de docentes investigadores y reflexivos de su práctica desde “[...] lo científico, lo didáctico lo epistemológico y lo histórico de la química para favorecer la generación de conocimiento útil en la resolución de problemas de interés para el desarrollo de la comunidad donde habita y adelanta su actividad profesional educativa³”.

En este propósito, la contribución de los aportes de las metaciencias, la inclusión de la dimensión comunicativa y el abordaje de preguntas en cuyas respuestas converjan conocimientos disciplinares y profesionales adquiridos durante la formación inicial de los profesores, no solo están presentes a lo largo de la estructura curricular del programa, sino que también se reflejan en múltiples líneas de investigación y reflexión contextualizadas alrededor de núcleos temáticos y problemáticos relevantes.

En virtud de lo expuesto, reconocer el ejercicio de formación inicial como una actividad profesional social, en donde la idea de aprender química implica, entre otras, saberse comunicar mediante una cultura de lo oral que responda al contexto específico de las necesidades del aula, constituye el pilar que fundamentó el problema en torno al cual giró esta investigación, y que se resumió en la siguiente pregunta: *¿Cómo se caracteriza el discurso científico del profesor (DCP) en formación inicial de Licenciatura en Química, durante una intervención en aula mediada por una secuencia de enseñanza y aprendizaje centrada en la química detrás del cine?*

En el contexto anterior, en esta investigación se optó por:

- Caracterizar el discurso científico del profesor en formación inicial de Licenciatura en Química mediante la contextualización de la química detrás del cine y la implementación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje en el aula.

3 Información tomada de: <http://licquimica.udistrital.edu.co:8080/perfil-profesional>.

- Articular los fundamentos teóricos en torno a las concepciones de ciencia y de Naturaleza de la Ciencia, y desde los atributos del discurso: polifonía, heterogeneidad e identidad, los cuales permitieran caracterizar el discurso científico construido por los profesores en formación.
- Indagar sobre las concepciones de ciencia que tenían los profesores en formación participantes en la experiencia, desde la tendencia clásica y contemporánea.
- Implementar una secuencia de enseñanza y aprendizaje basada en un conjunto de actividades en donde se propiciaran condiciones de producción discursiva de naturaleza científica, desde la Química detrás de los efectos especiales mecánicos utilizados en algunas producciones cinematográficas en un espacio convencional de formación.
- Proponer un modelo de análisis que permitiera identificar y caracterizar, en su entorno de aparición, el discurso científico construido por los profesores en formación inicial.

3. EL CONCEPTO DE DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR (DCP) EN FORMACIÓN INICIAL

La adquisición de conocimientos disciplinares constituye una etapa esencial, pero insuficiente por sí sola, para la formación integral de los profesores de Ciencias. Los desafíos con los que se encuentran estos profesionales en las aulas, requieren indiscutiblemente del dominio de saberes pedagógicos y didácticos, a partir de los cuales se propenda por conciliar al menos tres tipos básicos de competencias: el saber (lo cognitivo), el saber hacer (lo pragmático) y el saber ser (lo axiológico).

Este capítulo expone el conjunto de principios teóricos que sustentaron esta investigación, y que fueron fundamentales para identificar y caracterizar el discurso de naturaleza científica que construyó el grupo seleccionado en desarrollo de la secuencia de enseñanza y aprendizaje diseñada; estrategia didáctica en la cual los participantes recurrieron a algunos conocimientos adquiridos durante su formación disciplinar y profesional, con la intención de ampliar la información de la que disponían para explicar algunos efectos especiales mecánicos utilizados en diferentes producciones cinematográficas.

Didáctica de las Ciencias (DdC)

Durante al menos las tres últimas décadas, la Didáctica de las Ciencias se ha desarrollado y consolidado vertiginosamente como sólido cuerpo teórico. “Uno de los indicadores más relevantes que sirven de soporte para justificar esta afirmación, es el fortalecimiento y consolidación de líneas de investigación didáctica entre las que destaca la de la Formación de los Profesores de Ciencias” (Gil et al., 1999, citado en Mosquera y García, 2000, p. 99).

La Didáctica de las Ciencias es una disciplina joven, reconocida como campo independiente de la pedagogía y de la didáctica general, robustecida históricamente con aportes epistemológicos y psicológicos más que pedagógicos, en un modelo autónomo producto de “[...] la particular naturaleza epistemológica del conocimiento didáctico” (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2002, p. 130).

De acuerdo con Porlán (1998), el objetivo de la Didáctica de las Ciencias “[...] presenta dos dimensiones complementarias: describir y analizar los problemas más significativos de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y elaborar y experimentar modelos que, a la luz de los problemas detectados, ofrezcan alternativas prácticas fundamentadas y coherentes” (p. 178).

Situar el problema abordado por la didáctica de las ciencias dentro de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, permite que, siguiendo la teoría de Vigotsky (1981), se explice la noción de enseñanza asumida en esta investigación, como aquella que proporciona las condiciones requeridas no solo para la formación de la actividad cognoscitiva del estudiante —el desarrollo de su pensamiento, de sus capacidades y habilidades y los distintos aspectos de su personalidad—, sino del aprendizaje como una actividad social de producción y reproducción del conocimiento, mediante la cual se asimilan los modos sociales de actividad y de interacción en el entorno cercano y más tarde en la escuela, los fundamentos del conocimiento científico en condiciones de orientación e interacción social⁴, mediadas por el lenguaje, un poderoso instrumento cultural.

Naturaleza de la Ciencia (NdC)

“Un aspecto central de la imagen popular de la ciencia consiste en que generalmente se cree que el lenguaje científico es sesudo y críptico, y por ende inaccessible y elitista” (Adúriz-Bravo, 2005, p. 93). En consecuencia, propender hacia la construcción de imágenes dinámicas de ciencia en las aulas de clase para formar profesores cada vez más críticos de los estereotipos tradicionales de la actividad científica y de la percepción global que tiene la sociedad sobre los

4 Las concepciones del aprendizaje y de la enseñanza de L. S. Vigotsky presentadas en este apartado, fueron tomadas de la interpretación hecha por un colectivo de autores. *Tendencias Pedagógicas Contemporáneas*. CEPES. Universidad de La Habana, pp. 155-175. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-temprana/articulo_vigostki.pdf.

científicos, implica reconocer el lenguaje como eje fundamental, en una perspectiva contemporánea en la cual la ciencia se convierte en una actividad profundamente humana que busca co-construir explicaciones y significaciones en torno a diversos fenómenos naturales del mundo en donde vivimos.

En esta investigación, la Naturaleza de la Ciencia se incorporó como componente esencial para estructurar los segmentos que, en conjunto, caracterizan el discurso científico construido por los participantes.

Aproximaciones teóricas a la Naturaleza de la Ciencia

En su forma más general, la Naturaleza de la Ciencia se refiere a los diversos aportes que pueden hacer las metaciencias a la educación científica (Matthews, 1994; Izquierdo-Aymerich, 1996, 2000).

Posteriores desarrollos teóricos, como los de McComas, Clough y Almazroa, 1998 y el de Vázquez et al. 2001 (citados en Acevedo-Díaz, 2008) presentaron la Naturaleza de las Ciencias como “[...] un término poliédrico que se refiere a una gran variedad de asuntos relacionados con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia (pp. 134-135). En tanto, Vázquez, Acevedo-Díaz y Manassero (2004) optaron por la NdC como “[...] un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinares realizadas desde la historia, la filosofía y la sociología por especialistas de estas disciplinas, pero también por algunos científicos insignes” (p. 3), proposición en la que profundizaron al señalar que:

La NdC incluye la reflexión sobre los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad (p. 3).

El epistemólogo argentino Agustín Adúriz-Bravo (2005), en el libro *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*, formalizó una definición más amplia del término, refiriéndose a la Naturaleza de la Ciencia, como “[...] un conjunto de contenidos metacientíficos transpuestos que se seleccionan por su valor para la educación científica de la ciudadanía” (p. 12), definición en la que profundizó, y que, en 2011 cuando publicó el artículo titulado “Desde la enseñanza de los ‘productos de la ciencia’ hacia la enseñanza de los ‘procesos de la ciencia’ en la Universidad”, presentó en los siguientes términos:

La naturaleza de la ciencia engloba un conjunto de contenidos fundamentalmente procedentes de distintas escuelas y autores de la epistemología (o filosofía de la ciencia) del siglo XX, “ambientados” en episodios paradigmáticos de la historia de la ciencia y

“advertidos” por la sociología de la ciencia contra el dogmatismo, el triunfalismo, el elitismo y el sexismo de las visiones de ciencia tradicionales, comúnmente calificadas de *científicas* (p. 6).

Ejes de la naturaleza del conocimiento científico

La Naturaleza de la Ciencia incorpora aportes provenientes de la epistemología, la historia y la sociología a la enseñanza de las ciencias, los cuales Adúriz-Bravo (2005) organizó en tres grandes campos temáticos que utilizó para fundamentar su propuesta teórica conocida como “ejes de la naturaleza del conocimiento científico”.

Ejes que, a grandes rasgos, corresponden a las tres preguntas fundamentales que se pueden hacer sobre la ciencia y que para esta investigación fueron incorporadas para analizar la comprensión de la NdC que se hacía manifiesta en los Profesores en Formación Inicial de Licenciatura en Química (PFILQ):

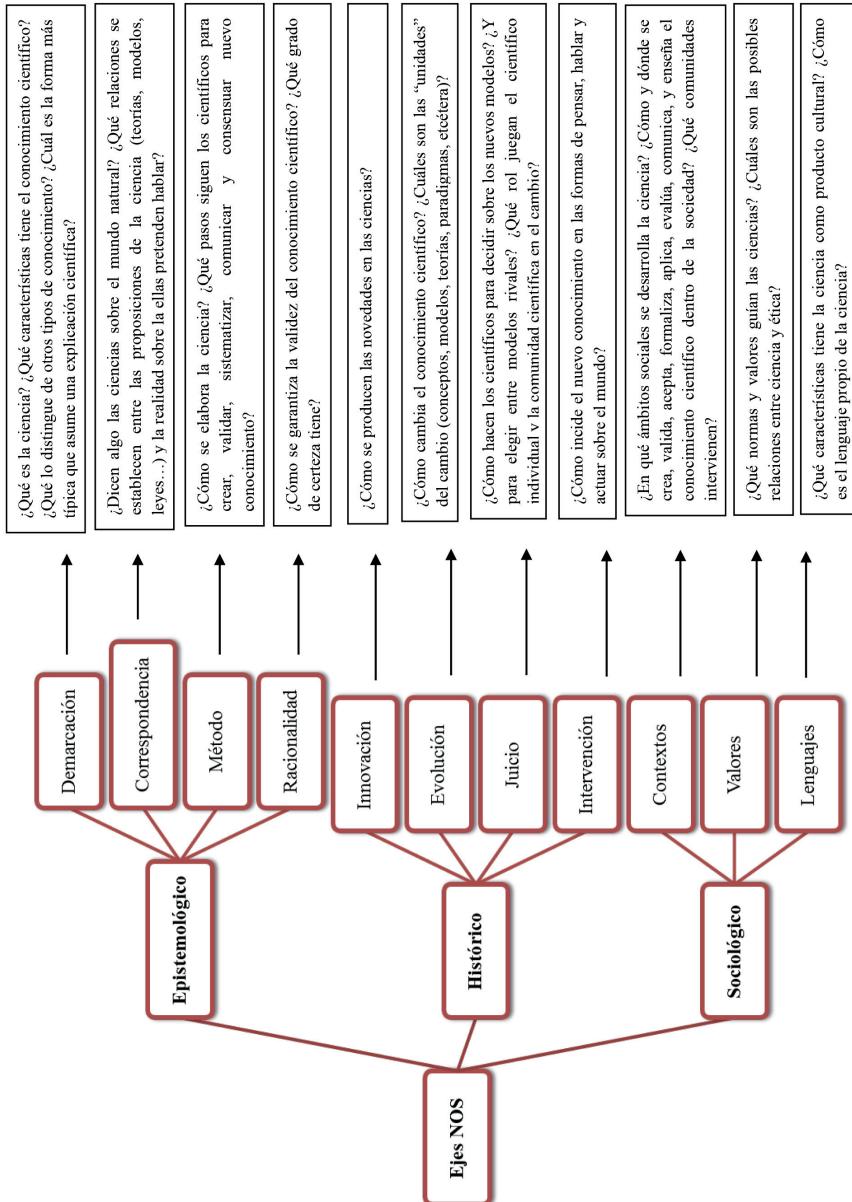
1. El eje *epistemológico* apunta a determinar qué es la ciencia y cómo se elabora.
2. El eje *histórico* intenta responder a la pregunta de cómo cambia la ciencia en el tiempo.
3. El eje *sociológico* quiere caracterizar la cuestión de cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura (p. 13).

El análisis de cada uno de los ejes gira alrededor de cuestiones organizadoras en las cuales subyacen aún más preguntas. En la figura 1, se incluye de modo resumido la organización general propuesta por el investigador.

Una razón esencial para incluir el campo de innovación “naturaleza de la ciencia” a la didáctica de las ciencias, acogido en esta investigación, fue sintetizada por Adúriz-Bravo (2011), de la siguiente manera:

La naturaleza de la ciencia pretende crear en el estudiantado una imagen de ciencia dinámica, profundamente humana, que se aleja de la exposición de productos acabados (las “verdades científicas”) y pretende hacer vislumbrar algo de la complejidad de la actividad científica (p. 6).

Figura 1. Cuestiones organizadoras. Ejes de la Naturaleza de las Ciencias



Fuente: elaboración propia a partir de Aduriz-Bravo (2005)

Formación inicial de profesores

A manera de preámbulo, la denominación *formación inicial de profesores*, citada de modo recurrente desde el título de esta publicación, corresponde en el marco del Sistema Colombiano de Formación de Educadores con “[...] el momento en el que los futuros docentes se acercan a las realidades del ejercicio docente forman una identidad profesional dentro de los marcos globales, locales, académicos y laborales” (MEN, s. f., párr. 1) en el desarrollo de programas de licenciatura ofrecidos por instituciones de educación superior.

De acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (s. f.): “La formación inicial de docentes se ocupa de promover espacios para que el futuro educador apropie los fundamentos y saberes básicos, y desarrolle las competencias profesionales necesarias para efectuar su labor como profesional de educación” (párr. 2), en procura de preparar integralmente a los ciudadanos en las distintas áreas del conocimiento para el ejercicio responsable de la ciudadanía.

No resulta secundario que durante al menos cinco siglos, la ciencia se haya consolidado en el sistema político mundial como pilar del desarrollo económico, y que al menos durante el último, la investigación didáctica alrededor de los desafíos de alfabetizar y formar científicamente a los estudiantes en los diversos niveles de escolaridad, haya ocupado páginas de honor de publicaciones reconocidas en todo el planeta. En las siguientes líneas se intentará mostrar panorámicamente la complejidad de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, concediendo especial énfasis en la formación inicial de profesores en este campo.

La formación inicial de profesores: el caso de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza

La formación de profesores de Ciencias que a través de la investigación y la docencia se conviertan en “un gestor de la actividad y de la discusión” (Sutton, 2003) en las aulas de clase, demanda la necesidad de introducir en los escenarios de preparación profesional, líneas de investigación didáctica en donde la acción comunicativa utilizada para explicitar las ideas de profesores y estudiantes, y el consenso entre pares en los procesos de enseñanza de la ciencia, sean reconocidos como objetos de estudio.

Rechazar “[...] una visión ecléctica y ateórica de la formación del profesorado de las ciencias admitiendo por el contrario el carácter sistémico y paradigmático que ella tiene, tanto para cuestionar los modelos tradicionales de formación como para abordar nuevos paradigmas” (Furió, 1994, citado en Mosquera y García, 2000), implica que el saber didáctico y las finalidades del currículo declarado (ser, saber y saber hacer) para la formación inicial de profesores de Química, converjan en perspectivas constructivistas de la concepción de ciencia, de su enseñanza y de su aprendizaje.

Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva constructivista

Las tendencias de enseñanza de las ciencias centradas en la “transmisión de conocimientos científicos” y la “preparación psicopedagógica general con olvido casi total de los contenidos específicos” (Furió y Gil, 1989, p. 257), heredados de concepciones clásicas de la actividad científica, se han sustituido, luego de considerar la “[...] estrecha relación entre la construcción del conocimiento científico en la escuela y el reto de formar profesores que entiendan dicho significado” (Angulo y García, 2003, p. 39), paradigma cargado de elementos conceptuales originarios de la teoría del constructivismo social de Vigotsky.

Precisamente, refiriéndose al constructivismo, Solé y Coll (1995) afirmaron:

El constructivismo no es, en sentido estricto, una teoría sino más bien un movimiento, una corriente o mejor aún un marco explicativo que partiendo de la consideración social y socializadora de la educación escolar, integra aportaciones diversas cuyo denominador común lo constituye un acuerdo en torno a los principios constructivistas. Tampoco es un libro de recetas, sino un conjunto articulado de principios desde donde es posible diagnosticar, establecer juicios y tomar decisiones fundamentadas sobre la enseñanza (citados por Santiváñez-Limas, 2004, p. 138).

Los principios constructivistas se soportan al menos en cuatro modelos fundamentales: el modelo de los conocimientos previos de Ausubel (1973), el de adquisición de conceptos de Bruner (1972), el modelo cognitivo de Piaget (1948) y el interactivo de Vigotsky (1981).

El modelo interactivo de Vigotsky (1981), de principal interés en esta investigación, concibe el desarrollo cognitivo “como el producto de la relación entre el niño y el medio, a través del lenguaje” y en torno a dicha premisa, sostiene que:

- a. El lenguaje condiciona el desarrollo cognitivo porque favorece la organización de la experiencia del niño, y la elaboración de conceptos naturales (interacción en el entorno familiar) y científicos (interacción en la escuela).
- b. Son los procesos sociales los que condicionan las funciones del pensamiento.
- c. La actividad del niño sobre su medio hace que este lo transforme.

Considerar la dimensión social de la enseñanza de la ciencia en la perspectiva del constructivismo, “[...] en el doble sentido de que la educación escolar es un proyecto social que toma cuerpo y se desarrolla en una institución también social” (Solé y Coll, 1995, p. 10), destaca el papel de la interacción entre profesores y estudiantes en un proceso en el cual la acción comunicativa supera los límites instrumentales acuñados al tratamiento lingüístico, para propender hacia la construcción compartida de significados, la negociación y la retroalimentación.

El discurso científico y la formación inicial de profesores de Ciencias

El medio de comunicación que de manera predominante utilizan los profesores para la enseñanza de las diferentes áreas del conocimiento, entre ellas la química, se apoya en el uso de la palabra para la expresión oral y escrita, “[...] en tanto que esfera de la actividad humana, los procedimientos de la indagación científica suponen ciertas condiciones de interacción y comunicación entre personas —los científicos— que producen formas discursivas claramente identificables en el plano temático” (Camargo y Hederich, 2011, p. 129).

Estudiar el lenguaje en el marco de los procesos de interacción para la formación inicial de profesores de Química desde una mirada discursiva, en la línea de los fundamentos teóricos de Bajtín en los cuales se soporta esta investigación, requiere a nuestro juicio incorporar al análisis al menos dos grupos de aspectos relevantes: el primero relacionado con lo que en esta investigación se denominó *ejes transversales*, integrado por las concepciones de ciencia (Chalmers, 1990; Ravetz, 1996) y los ejes de la naturaleza epistémica, histórica y social del conocimiento científico (Adúriz-Bravo, 2005), y el segundo en el que se consideren al menos tres atributos del sujeto discursivo: polifonía, heterogeneidad e identidad (Bakhtin y Authier-Revuz, 1990; Hall, 2003 y Bauman, 2005) (citados en Alves, 2008).

Aproximaciones al concepto de discurso

“El *discurso* suele presentarse como un término polisémico y no exento de ambigüedad” (Garrido, 2002, p. 125) lo cual, de entrada, permite señalar que no existe una definición unívoca acerca de este concepto.

En su forma primigenia, los análisis desde la perspectiva del discurso indagan por lo que significan las palabras en su contexto, hallando en los estudios del lenguaje y en el conocimiento de los sistemas ideológicos y cognitivos imperantes, aportes multidisciplinares decisivos que pretenden desentrañar aquello detrás de las palabras, configurándose así un campo de estudio que pese a incorporar en su sistema conceptual variadas contribuciones del orden filosófico, sociológico, psicológico y lingüístico, adquirió y consolidó una identidad propia para analizar, del modo más holístico posible, el discurso producido en determinados contextos.

Al igual que Lorenzo y Farré (2009), es de anotar que tradicionalmente los análisis del discurso en clase han girado principalmente en torno al estudio de los aspectos lingüísticos y estructurales (Van Dijk y Kintsch, 1983) y en las interacciones discursivas y los procesos de gestión del aula (Edwards y Mercer, 1994; Coll y Onrubia, 1996; Lemke, 1997).

Por ello, antes de presentar algunas aproximaciones al concepto de discurso en el campo específico de la enseñanza de la Química, resulta prudente introducir como preámbulo la perspectiva proveniente de Bajtín, y algunos paradigmas lingüísticos derivados de la escuela norteamericana, en un marco que permita en su conjunto comprender las razones por las cuales es necesario recurrir al componente lingüístico y al componente asociado a la naturaleza del conocimiento científico, en la pretensión de analizar el discurso que construye el grupo de profesores seleccionado.

En la obra de Bajtín (1982):

La vaga palabra “discurso”, que puede designar tanto a la lengua como al proceso o discurso, es decir, al habla, tanto a un enunciado separado como a toda una serie indeterminada de enunciados, y asimismo a todo un género discursivo (“pronunciar un discurso”), hasta el momento no ha sido convertida, por parte de los lingüistas, en un término estricto en cuanto a su significado y bien determinado (p. 259).

En el plano comunicativo, la propuesta de Bajtín implica la dinamización de los roles convencionales de emisor y receptor; la ruptura de la secuencialidad entre el proceso de producción de enunciados y su decodificación por parte del destinatario, y aboga en favor del análisis contextualizado de la palabra, incorporando como elemento esencial a su propuesta teórica la necesidad de indagar acerca de las posiciones ideológicas y los procesos sociales en donde se hallan inmersos los intervinientes, sea de modo tácito o explícito.

En la perspectiva lingüística del pensamiento de la escuela norteamericana y de algunas europeas homólogas, la tarea del analista del discurso en el paradigma funcionalista de Halliday es describir lo que hacen hablantes y oyentes; en el paradigma formalista de Chomsky es analizar la relación entre una oración o proposición y otra; mientras que en la concepción multidisciplinar de T. A. van Dijk, lo esencial es tratar y analizar el discurso en toda su complejidad: como una estructura verbal, como interacción y como fenómeno cognitivo.

Múltiples acepciones con relación al término *discurso* se han incorporado al plano educativo, y han ganado terreno en ambientes tan conservadores como los de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. Por ejemplo, con el trabajo de Mortimer y Scott (2002), sin duda uno de los más sobresalientes en la perspectiva de Bajtín, se logró la inserción del concepto de *abordaje comunicativo*, por medio del cual se caracterizó el discurso entre profesor y alumnos, o entre alumnos, en dos dimensiones: *el discurso dialógico o de autoridad* y *el discurso interactivo o no interactivo*; dimensiones que al combinarse configuran las clases, que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Clases de abordaje comunicativo

	Interactivo	No interactivo
Dialógico	Profesores y estudiantes exploran ideas, formulan preguntas auténticas y ofrecen, consideran y trabajan diferentes puntos de vista.	Profesor reconsidera, en su habla, varios puntos de vista, destacando similaridades y diferencias.
De autoridad	Profesor generalmente conduce a los estudiantes por medio de una secuencia de preguntas y respuestas, con el objetivo de llegar a un punto de vista específico.	Profesor presenta un punto de vista específico.

Fuente: Mortimer y Scott, 2002, p. 288

Cabe anotar que en la línea del análisis del discurso “[...] la lengua no es un ‘instrumento’, sino que constituye la ‘condición de posibilidad’ del discurso: es un lugar material en el que se realizan los ‘efectos de sentido’, que son históricos e ideológicos” (Hall y López, 2011, p. 172); premisa que en las aulas donde se enseñan ciencias naturales aboga por la necesidad de vincular la filosofía y la historia de la ciencia a una educación científica en la cual se reconozcan las ideas que sobre la ciencia sostienen los intervinientes, las imágenes de científico y los papeles que cumple el componente metacientífico en el pensamiento del profesor, en un proceso caracterizado por la construcción, la negociación y la transformación constante del significado.

No por azar, en términos de Calsamiglia y Tusón (2004), “[...] desde el punto de vista discursivo, hablar o escribir no es otra cosa que construir piezas textuales orientadas a unos fines y que se dan en interdependencia con el contexto (lingüístico, local, cognitivo y sociocultural)” (p. 1).

Teoría del discurso

Una vez hecha la conceptualización de lo que significa la palabra discurso, es preciso centrarnos en la teoría del discurso en la que se sustenta esta investigación, la cual reúne la teoría bajtiniana de la enunciación y la teoría vigotskiana de la interacción, propuesta que Martínez (2001), resumió en las siguientes líneas:

Se trata de una teoría mediadora de la producción de sentido que inscribe el lenguaje en una dimensión dialógica y explora el papel activo del intercambio verbal y su unidad discursiva (el enunciado) en la generación de procesos graduales de generalización (p. 21).

En referencia particularmente a los aspectos metodológicos, los enunciados entendidos por Calsamiglia y Tusón (2004) como “el producto concreto y tangible de un proceso de *enunciación* realizado por un *Enunciador* y destinado a un *Enunciatario*” (p. 3), configuraron las unidades básicas que permitieron ordenar el análisis.

Por supuesto, no se trata de restringir el *enunciado* a la concepción instrumental de mediador en los procesos de interlocución que acontecen entre enunciadores y enunciatarios, toda vez que:

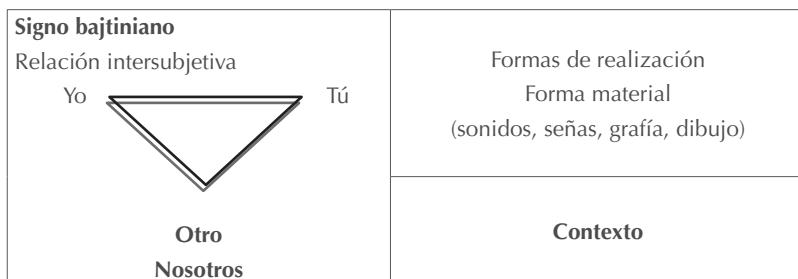
Ningún enunciado desde una perspectiva general, puede ser atribuido a un solo locutor: El enunciado es el producto de la interacción de los interlocutores y de manera general, el producto de toda situación social compleja, en la cual éste surgió (Todorov, 1981, p. 50).

Los enunciados no pertenecen a un solo sujeto aún si fisiológicamente los produce uno solo, un enunciado es el resultado de dos sujetos socialmente organizados, es decir, todo enunciado procede de un locutor social y se dirige al horizonte social responsivo de un auditor. Todo enunciado estará siempre inscrito en una dimensión dialógica aún en el caso de no reciprocidad cara a cara o del diálogo anterior (Martínez, 2001, pp. 29-30).

Se dispone, entonces, de una teoría robusta alrededor del discurso, un complejo universo en el donde la modalidad oral “**natural**, consustancial al ser humano y constitutiva de la persona como miembro de una especie” (Calsamiglia y Tusón, 2004, p. 15) no constituye una faceta aislada de su desarrollo, no resulta indiferente de su cotidianidad y de lo que es habitual para los que lo rodean; por el contrario, se encuentra estrechamente vinculada con las normas y valores que orientan sus acciones y ofrece una posibilidad para expresar las vivencias, aquello a lo que Bajtín (1992)⁵ definió como “[...] la capacidad de otorgar sentido verbal a los acontecimientos, a partir de la sinfonía de veces que convergen en cada repliegue de la antropología discursiva en su doble nivel lo histórico y lo biográfico”.

Para resumir, se eligió adoptar como referente metodológico y analítico de las unidades seleccionadas, una teoría del discurso para la cual en el desarrollo de las relaciones intersubjetivas es donde el enunciado adquiere un “cuerpo” que reúne múltiples voces, que se hacen presentes en diferentes formas materiales, en contextos que trazan horizontes espacio-temporales, de contenido social y de valores comunes y diversos (ver figura 2).

Figura 2. Esquema de conceptualización del signo bajtiniano



Fuente: Martínez, 2001, p. 23

.....
 5 Es de anotar que algunos expertos le atribuyen la autoría de la obra *El marxismo y la filosofía del lenguaje* a Voloshinov y otros a Bajtín.

Sujeto discursivo

Para comprender la noción de sujeto discursivo, de vital importancia en esta investigación, Alves Fernandes (2008), propone:

- a. El sujeto siempre debe considerarse como un ser social, aprehendido en un espacio colectivo, no fundamentado en una individualidad ni en un "yo" individualizado, sino como un sujeto que tiene existencia en un espacio social e ideológico, en un momento dado de la historia y no en otro.
- b. Reconocer que los sujetos no son homogéneos, que su discurso se constituye del entrecruzamiento de diferentes discursos, de discursos en oposición que se niegan y se contradicen.
- c. Considerar por lo menos tres atributos para comprender el sujeto discursivo:

Polifonía: noción acuñada por Mijaíl Bajtín (citado en Alves, 2008, pp. 24-35), para referirse a la presencia de distintas voces en la voz del sujeto discursivo, resultado de la interacción social que establece con diferentes segmentos en ámbitos sociales iguales o diferentes, identificable cuando se refiere a un determinado tema. En un plano de naturaleza pragmática frente al uso de la noción, Fernández (2007, p. 9) señala:

Nuestro propio lenguaje es polifónico pues todos los pensamientos son formas de diálogos internalizados, de manera tal que las voces de los otros son incorporadas al propio discurso. Los enunciados surgen como respuestas a enunciados anteriores y se orientan hacia los que vendrán en el futuro (cita parafraseada de Bajtín, 1982).

Heterogeneidad: concepto desarrollado por la lingüista francesa Jacqueline Authier-Revuz (1990, citada en Alves, 2008, pp. 28-35), subdividido en dos formas:

1. *Heterogeneidad constitutiva* como condición de existencia de los discursos y de los sujetos, una vez que todo discurso resulta del entrelazamiento de diferentes discursos dispersos en el medio social.
2. *Heterogeneidad mostrada*, en cuyo caso la voz de otro se presenta de forma explícita en el discurso del sujeto y puede ser identificada en su materialidad lingüística.

"En definitiva, ambas heterogeneidades son irreductibles pero articulables y necesariamente solidarias" (Pendones, 1992, p. 10). Sin embargo, para los intereses de esta investigación resulta necesario detenerse en la heterogeneidad mostrada, porque esta se manifiesta explícitamente en el plano de la enunciación, entre otras, a través del discurso directo, las glosas metadiscursivas, los términos entrecomillados, el discurso indirecto, la paráfrasis y las citas.

Identidad: término plural, fragmentado, no fijo, o sea en constante proceso de evolución, derivado de los estudios culturales posmodernos de Stuart Hall y Zygmunt Bauman (2003; 2005, citados en Alves, 2008, pp. 32-35), reflejada en el discurso y en las posiciones que asume un sujeto en diferentes lugares sociohistóricos.

La incorporación de este término admite su carácter contradictorio e inacabado, pues en los discursos el sujeto asume variadas posiciones, comportamiento que explica por qué su identidad nunca será la misma en los diferentes momentos y lugares sociohistóricos donde se encuentre.

Comprender el sujeto discursivo desde sus atributos constitutivos, se convierte en una herramienta potente, que en conjunto con las consideraciones de concepciones y de naturaleza del conocimiento científico, permite aproximarse a los estudios de los discursos que se construyen dentro de este género específicamente. Conjuntos de enunciados que constantemente se producen, reproducen, reconfiguran, e incluso desaparecen.

Discurso científico del profesor (DCP) en formación inicial

Desde la postura teórica que fundamenta esta investigación, hablar de discurso es hablar de una práctica social, de una forma de interacción entre las personas que se articula a partir del uso lingüístico contextualizado, ya sea oral o escrito (Calsamiglia y Tusón, 2004), en desarrollo de actividades que conforman las diferentes esferas de la cotidianidad humana, una de ellas es la ciencia.

El discurso del profesor en formación inicial del que se ha hablado hasta aquí, no es un discurso cualquiera. Se trata de un discurso especializado de un sujeto que se prepara en lo disciplinar y en lo profesional para desempeñarse en el campo de la educación en ciencias; un sello indeleble, constituyente fundamental de su identidad, cuyas transformaciones hacen parte integral de su desarrollo; discursos que en la medida en que se comprenda cómo se construyen revelarán las complejas formas de producción que se hacen evidentes en cada instante en el que se dan acuerdos, interacciones, objeciones, contradicciones, entre las muchas formas de manifestación de este potente modo de comunicación que utilizan los sujetos.

La introducción de la denominación y definición del *discurso científico del profesor en formación inicial (DCP)*, forma parte de los resultados de este trabajo de investigación y constituye una propuesta emergente que pretende dar cuenta de este discurso como una práctica social en la cual el conocimiento científico ocupa un lugar de privilegio dentro de otras formas que existen para explicar los fenómenos de la naturaleza; un conjunto de formulaciones construidas en interacciones enriquecidas con aportes provenientes de las metaciencias, y materializadas en las voces de los enunciadores; voces que en palabras de Bajtín (1982) resultan de la suma de otras voces, que son heterogéneas, complejas, multilaterales, activas, y en donde cada enunciado incluye la postura de respuesta del oyente, y todo hablante es al mismo tiempo un contestatario.

En definitiva, a partir de este trabajo se acuña como definición del DCP un *discurso entrelazado por la combinación de múltiples enunciados de naturaleza*

científica, en los que los contenidos disciplinares se encuentran amparados por aportes metacientíficos, provenientes de la historia y de la sociología de la ciencia.

Por lo que se refiere al discurso profesional docente, Angulo (2002) propone que ya sea en su formación inicial, intermedia o permanente, se deben considerar tres campos: *epistemológico, didáctico y pedagógico*, campos a los que Quintanilla (2006) se refiere como *el esquema conceptual del profesor de ciencias*. Un esquema en el cual la inclusión de la Naturaleza de la Ciencia orienta el discurso, y se convierte en piedra angular para la planificación de los contenidos en los espacios que propendan hacia la formación inicial y continua del profesorado.

Concepciones de ciencia

A lo largo de la historia de la humanidad, las ideas acerca de la ciencia han ido evolucionado en el tiempo, apareciendo diferentes modelos o visiones que en cierta forma han intentado integrar las formas de pensamiento de la época marcando etapas en su desarrollo (Asencio, 2014, p. 551).

Como habría de esperarse, la literatura provee un número representativo de perspectivas agrupadas históricamente bajo el nombre de tendencias/escuelas/movimientos icónicos, los cuales con los años han estudiado, clasificado y presentado en obras escritas por reconocidos epistemólogos, distintas aproximaciones respecto a la actividad científica.

Sin descartar la posibilidad de que exista alguna relación entre las ideas que acerca de la ciencia poseen los profesores en formación inicial (concepciones) y su discurso científico construido, en este apartado se incorporaron dos aproximaciones que reúnen formas distintas de concebir la actividad científica: una primera, en adelante denominada *clásica*, derivada del trabajo de Chalmers (1990)⁶, quien realizó una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos, y una segunda, producto del trabajo de Ravetz (1996)⁷, quien analizó el conocimiento científico desde una perspectiva social y ética, y que para efectos de lo que sigue, se referirá como *contemporánea*.

Las proposiciones generales que forman parte de cada perspectiva, se encuentran resumidas en la tabla 2.

6 Alan F. Chalmers, filósofo británico de la ciencia y autor de la reconocida obra *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (1990), aborda en ella enfoques de diferentes escuelas y pensadores que a lo largo de la historia han tratado de caracterizar el conocimiento científico pasando por el inductivismo, el falsacionismo, los programas de investigación, los paradigmas, el racionalismo, el relativismo, el objetivismo, la teoría anarquista del conocimiento de Feyerabend, el realismo, el instrumentalismo y la verdad.

7 Jerome Ravetz, filósofo estadounidense de la ciencia y autor de la reconocida obra *El conocimiento científico y sus problemas sociales* (1996), presenta en ella una ilustración razonada de la ciencia como un proceso social con todas las fallas e imperfecciones de los esfuerzos humanos.

Tabla 2. Proposiciones-concepciones clásicas y contemporáneas sobre la ciencia

Clásicas	Contemporáneas
El conocimiento científico es conocimiento probado.	La investigación científica no es realizada por un gran hombre que abre los ojos al mundo que lo rodea, sino que necesariamente surge de la matriz de un cuerpo de resultados altamente técnicos.
Las teorías científicas se derivan de algún modo riguroso, de los hechos de la experiencia adquiridos mediante la observación y la experimentación.	La ciencia se concibe en términos de preguntas con extremos que se abren en todas direcciones.
La ciencia es objetiva.	La ciencia como actividad humana, siempre es cambiante y nunca perfecta.
El conocimiento científico es conocimiento fiable porque es conocimiento objetivamente probado.	La ciencia aplicada se convierte en el medio básico de la producción en la economía moderna.

Fuente: elaboración propia a partir de Chalmers (1990) y Ravetz (1996)

Explicitar algunas de las proposiciones que forman parte tanto de las concepciones clásicas como de las contemporáneas sobre la ciencia, se convierte en una fuente de información clave para analizar el discurso científico del profesor, toda vez que ello permite comprender algunas lógicas de razonamiento específicas (no siempre premeditadas), a las cuales recurren los participantes para la construcción de enunciados dentro del género discursivo científico. Por supuesto, no se trata de plantear que cada tendencia exista por separado, pues se ha demostrado a escala teórica y práctica que entre ambas se experimentan relaciones de coexistencia. El propósito de incorporar esta tabla tiene que ver con la pretensión de reconocer divergencias en aspectos tales como, ¿qué es el conocimiento científico?, ¿cómo se construye?, ¿de dónde se derivan sus teorías? ¿cuáles son sus principales características?, ¿esta actividad se relaciona, o no, con otros aspectos de la cotidianidad humana, entre ellos, con lo histórico, lo social, lo cultural, lo político y/o con lo económico?, por citar algunas unas cuestiones problemáticas.

La química detrás de efectos especiales mecánicos en el cine

Al igual que Cassany, López y Martí (2000), “nuestro punto de partida es la naturaleza **cultural** y **discursiva** de la ciencia”, representada en múltiples situaciones de la cotidianidad, que en las aulas de clase configuran oportunidades para la enseñanza del conocimiento científico, el cual en la caracterización primigenia de estos autores “no forma parte de la naturaleza, sino que es la interpretación de ésta que ha realizado la comunidad humana, con el instrumento racional del lenguaje” (p. 1).

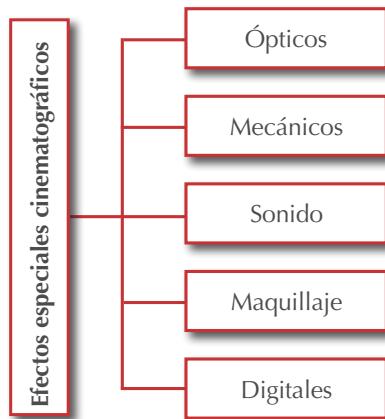
La ruptura entre los métodos instrumentales y los modelos constructivistas para la enseñanza de la ciencia a los que han virado las últimas generaciones de profesores formados, se materializó, entre otros, cuando variados conocimientos científicos que permearon escenarios contemporáneos cercanos al diario vivir y a los intereses de los intervinientes en el aula, se incorporaron a sus estrategias pedagógicas en el marco de un proceso de transición en el cual la enseñanza de la ciencia restringida al contenido cedió terreno frente a las emergentes prácticas de la enseñanza en contexto.

Por lo anterior, diseñar una secuencia de enseñanza y aprendizaje en el aula con fines de producción discursiva de naturaleza científica, dirigida a profesores de Química en formación inicial, en un espacio académico fundamental para su futuro ejercicio profesional como el de modelos didácticos, en la que los participantes recurrían a los ejes de la Naturaleza de la Ciencia requería articular el conocimiento químico a contextos de fácil acceso para todos, aplicables, actuales e interesantes. En este proceso de selección, las consideraciones de Astudillo, Rivarosa y Ortiz (2012) resultaron cruciales, toda vez que:

El cine se convierte en un medio privilegiado para el análisis, no sólo de fenómenos y leyes, sino también de la coherencia y plausibilidad tecnocientífica que se plantea, la interpretación del contexto histórico que sitúa la génesis del relato, los problemas éticos emergentes, los condicionantes sociales, políticos y económicos y la propia naturaleza de la actividad científica y tecnológica (p. 379).

De este modo, el cine se configuró como eje de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, secuencia que en palabras de Couso (2011) constituye “[...] la herramienta principal del profesor, ya que es la concreción de su trabajo en el aula (lo que enseña y cómo lo hace) influida por su visión del objetivo de este proceso (por qué y para qué lo hace)” (p. 58). Sin embargo, los objetivos de la investigación exigían una delimitación mayor para ocuparse específicamente del análisis del discurso de naturaleza científica. Así, en una delimitación posterior, se seleccionaron los efectos especiales, término que de acuerdo con Nusim (2007) (citado en Muñoz-Osuna, Arvayo-Mata, Villegas-Osuna, González-Gutiérrez y Sosa-Pérez, 2013) se utilizó por primera vez en 1926 en *What Price Glory?*, película de Fox Film, para referirse a todo un conjunto de “recursos de naturaleza científica”.

A pesar de dicha delimitación, la selección de los efectos especiales resultó muy amplia, teniendo en cuenta que existe un gran número de estos. Por ejemplo, Vallecilla (2013), en la publicación *La historia de los efectos especiales*, propone al menos cinco tipos o cinco formas generales de clasificación, resumidas en la figura 3.

Figura 3. Clasificación de los efectos especiales cinematográficos

Fuente: elaboración propia

Según Vallecilla, los efectos especiales más antiguos son los ópticos, conocidos también como visuales o fotográficos, seguidos de los mecánicos, también denominados físicos o prácticos, con los que se recrean escenas que “[...] incluyen efectos ambientales, pirotecnia, sangre artificial, disparos, explosiones, niebla, bruma o humo, entre otros, que tienen en común el auxilio de la química para impresionar a las personas que disfrutan desde sus asientos a través de la pantalla” (Muñoz-Osuna, et al., 2012, p. 59). Un poco más recientes son los efectos de sonido obtenidos de pregrabaciones individuales o de mezclas entre ellas, y los efectos de caracterización o de maquillaje, que a menudo se incorporan en el grupo de los mecánicos, debido a que la mayoría de las veces provienen de reacciones de polimerización del látex y de fabricación de siliconas. Sin duda, los más modernos de la clasificación se agrupan dentro de los efectos digitales designados como infografías o imágenes generadas mediante el uso de software especializados en computadoras.

Esta clasificación originó una partición más fina, que condujo a seleccionar como contenido estructural de la secuencia al grupo de los efectos especiales mecánicos, abordado de manera precedente con otros propósitos por Muñoz-Osuna, et al., quienes en 2013 refiriéndose al respecto, señalaron:

Los efectos especiales mecánicos usan elementos reales (Hsu y Chaniotakis, 2010) para persuadir al observador de la autenticidad de las imágenes, mediante la creación de fenómenos físicos que, por su naturaleza costosa, arriesgada, desastrosa o improbable, deben ser reproducidos en ambientes controlados, reemplazando materiales químicos de una amplia gama (p. 59).

De este modo, se propone articular a la formación inicial de un grupo de profesores de Química la didáctica y los ejes de la Naturaleza de las Ciencias, en un ambiente de estudio contextualizado alrededor de algunos efectos especiales mecánicos utilizados en reconocidas producciones cinematográficas, utilizando para ello situaciones teórico-prácticas en las que el uso del conocimiento disciplinar y profesional favorezcan condiciones de producción discursiva de naturaleza científica en diferentes espacios de enseñanza y aprendizaje.

A nivel pedagógico, se considera que esta estrategia aporta al mejoramiento de las condiciones discursivas entre los profesores en formación y los estudiantes, porque aborda la necesidad de contar con espacios de interacción que respondan a los intereses de los participantes y configura una apuesta a la formación dialógica y colaborativa, en la cual reconocer diferenciadamente los contextos abre nuevas posibilidades para adelantar procesos formativos alrededor del conocimiento científico.

4. SEGMENTOS Y PLANO DE CARACTERIZACIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR

En este capítulo se presenta la manera como se desarrolló el planteamiento del problema de investigación, abordando aspectos claves entre los que se destacan la enunciación del enfoque y diseño metodológico, la definición de la unidad de análisis y de los criterios utilizados para la selección de los participantes, la formulación de las categorías y la construcción de argumentos sustentados en el fundamento teórico propuesto.

Generalidades

La propuesta de investigación se desarrolló en el marco del espacio académico de *Modelos Didácticos*, del quinto semestre del plan de estudios del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia (ver anexo 3); espacio académico en donde se encontraban oficialmente matriculados veinticinco profesores en formación inicial. La secuencia de enseñanza y aprendizaje contó con una duración total de cinco semanas, distribuida entre septiembre, octubre y noviembre de 2015.

Para la selección del espacio académico de *Modelos Didácticos* como escenario para el desarrollo de la investigación, se consideraron dos aspectos fundamentales:

- a. Que dentro de los contenidos temáticos por desarrollar durante el curso, se encontraban: la Naturaleza de las Ciencias, el uso de modelos en la enseñanza de las ciencias como categoría epistemológica, y la importancia de la historia de las ciencias en el proceso de enseñanza; ejes teóricos fundamentales en el diseño de la secuencia.

- b. Que la metodología de la clase planteaba la ejecución de las sesiones presenciales en la modalidad de seminarios de discusión y elaboración de actividades escritas y orales, en procura de favorecer la interacción entre los profesores, y la producción discursiva alrededor de cuestiones que dieran cuenta de la apropiación de conocimientos provenientes de los componentes disciplinar y didáctico.

Enfoque metodológico

El enfoque metodológico seleccionado fue de tipo cualitativo-interpretativo, con aportes provenientes del tratamiento descriptivo de algunos datos cuantitativos⁸, la teoría interaccionista de Vigotsky (1981) y del análisis del discurso en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza.

La elección del enfoque correspondió con la apreciación metodológica de Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2014), al considerar que, “[...] la investigación cualitativa se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto” (p. 358), con el objetivo central de caracterizar el discurso profesional construido por los profesores en formación inicial, tema de estudio poco explorado a escala local, en un grupo social en el que futuros profesionales adelantan procesos de formación para la enseñanza escolar de la química.

Con el propósito de lograr un acercamiento holístico que permitiera la caracterización de la producción discursiva, se robusteció el alcance de la metodología seleccionada incorporando uno de los aportes más significativos de la obra de Vigotsky: la relación entre el pensamiento y el lenguaje, articulación que Carrera y Mazarella (2001) sintetizan al afirmar “[...] que la transmisión racional e intencional de la experiencia y el pensamiento a los demás, requiere un sistema mediatizador y el prototipo de éste es el lenguaje humano”; “que la unidad del pensamiento verbal se encuentra en el aspecto interno de la palabra, en su significado”; y que con el paso del tiempo, “el pensamiento se torna verbal y el lenguaje racional” (p. 42).

De este modo, las múltiples formas de interacción en el aula configuran situaciones de “naturaleza discursiva” (Santander, 2011, p. 212), requisito *sine qua non* por el que se escogió el análisis del discurso (AD), una opción metodológica interpretativa que privilegia el estudio de la lengua, la historia y el sujeto desde una perspectiva de carácter interdisciplinario, fundada por la intersección entre epistemologías distintas, pertenecientes a áreas de la lingüística, el materialismo histórico y el psicoanálisis (Aquino y Mutti, 2006, p. 680).

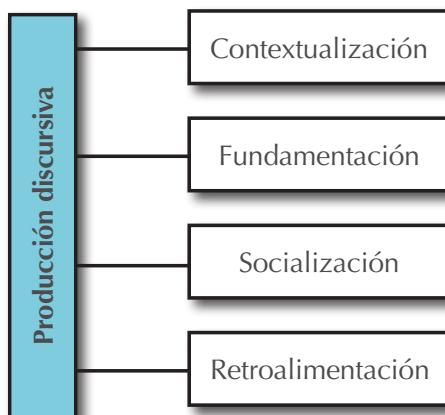
8 Esencialmente se recurre al tratamiento de este tipo de datos, como una manera de aportar otros elementos que permitan aproximarse a la comprensión del fenómeno en su complejidad.

Diseño metodológico

La construcción del marco referencial, el planteamiento de la secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA) para la intervención en el aula, la implementación de esta y el análisis de los resultados obtenidos conformaron las siguientes etapas generales del diseño de la investigación:

- *Construcción del marco referencial:* abarcó la búsqueda, recopilación y organización de marcos teóricos e investigativos pertinentes y actualizados, necesarios para resolver el problema planteado. Los antecedentes y el estado del arte constituyeron los productos tangibles derivados de esta etapa.
- *Planteamiento de la SEA para la intervención en el aula:* incluyó la planeación, elaboración, validación y aplicación de instrumentos, y el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje⁹ alrededor de los efectos especiales mecánicos utilizados en algunas producciones cinematográficas, con el propósito de generar espacios de producción discursiva de naturaleza científica. Esta etapa comprendió a su vez las cinco fases presentadas en la figura 1.

Figura 1. Fases del diseño de la SEA para la intervención en el aula



Fuente: elaboración propia

⁹ Una planificación del proceso de enseñar y aprender, que atiende algunas cuestiones como qué contenidos concretos, en qué contexto, con qué objetivos, en qué orden, y de qué forma se lleva a cabo y evalúan cada una de las actividades que se realizarán para enseñar y aprender la temática o los contenidos curriculares tratados (Cousu, 2011).

- *Implementación de la SEA:* correspondió a la aplicación de las fases propuestas para la intervención didáctica en el aula, sintetizadas en la figura 1.
 1. *Producción discursiva:* se consideró de carácter transversal, toda vez que se encontraba presente a lo largo del desarrollo de las actividades de la secuencia de enseñanza y aprendizaje.
 2. *Contextualización:* agrupó las actividades implementadas durante la primera sesión de trabajo, en la cual se aplicó un test de ideas previas tipo escala Likert (ver anexo 2), con el propósito de identificar la concepción de ciencia construida por los profesores, y el desarrollo de un pequeño ejercicio de presentación inicial en el que los participantes indicaron su localidad de residencia, el carácter oficial o privado de la institución donde desarrollaron sus estudios de educación secundaria y media, las fuentes a través de las cuales acceden habitualmente a la información científica (internet, bibliotecas, clases, conversaciones con expertos, grupos de investigación u otros) y sus experiencias en el ejercicio de la docencia (prácticas, monitorías académicas, asesorías y/o desempeño como profesores).
 3. *Fundamentación:* reunió las actividades desarrolladas durante las sesiones dos a cinco, cuyo objetivo se enfocó en propiciar la construcción de marcos referenciales en torno a los ejes de la Naturaleza de la Ciencia, presupuestos teóricos que los profesores pudieran conocer, apropiar e incorporar para construir sus intervenciones. En esta fase, se utilizaron debates, lecturas especializadas, videos, prácticas, informes de laboratorio tipo V-Heurística y presentaciones en pequeños grupos.
 4. *Socialización:* el conjunto de actividades que conformó esta fase, buscó promover la generación de espacios de interacción entre los participantes, mayoritariamente de carácter oral, a partir de la ejecución de varias tareas de presentación individuo-grupo y entre grupos, cuyo resultado permitió analizar de qué manera se construye el discurso científico en el aula y cuáles son sus principales características, en situaciones en las que los profesores se refirieron a las relaciones conocimiento químico-efectos especiales mecánicos en el cine. Teniendo en cuenta los altos índices de participación registrados, estas sesiones de clase fueron objeto de transcripción (ver anexo 7).
 5. *Retroalimentación:* Las dinámicas de los procesos de interacción en el aula mostraron tendencia hacia una organización horizontal entre los participantes, en las cuales se identificaron variedad de participaciones orales. La inclusión de esta fase tuvo como fin averiguar las apreciaciones individuales de los profesores respecto al desarrollo de la secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA), por medio de una entrevista que

proporcionó información desde la perspectiva de los investigados, acerca de las fortalezas, debilidades y/o oportunidades de mejora de la propuesta de intervención diseñada para el cumplimiento de los objetivos trazados.

- *Análisis de los resultados:* incluyó el tratamiento de la información obtenida, producto del desarrollo de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, esto es: codificación, selección de unidades de análisis, sistematización, procesamiento y análisis de proposiciones argumentativas basadas en las evidencias recolectadas que permitieran caracterizar el discurso científico en el grupo investigado.

En el anexo 1, se presenta una matriz con el esquema de diseño, aplicación y análisis de resultados de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, detallando los objetivos de cada fase, la estrategia metodológica, las categorías y subcategorías de análisis, los instrumentos para la recolección de la información y los programas de asistencia por computador considerados para efectuar el tratamiento de los datos recolectados.

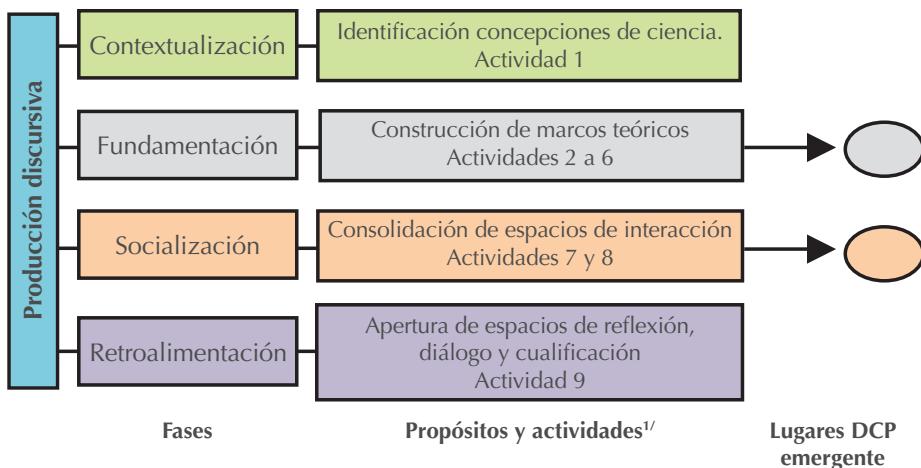
Diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje

Para el diseño de la SEA titulada “La química detrás de efectos especiales mecánicos en el cine”, se consideraron algunas estrategias que la didáctica de las ciencias sugiere para enseñar los propios contenidos científicos, atendiendo a cinco recomendaciones enunciadas por Izquierdo-Aymerich, García, Quintanilla y Adúriz-Bravo (2016, p. 102):

1. Plantear *problemas genuinos o auténticos*, socialmente relevantes para los diferentes públicos destinatarios, a modo de fomentar la reflexión crítica y de generar la necesidad de introducir las ideas clave NOS [sigla en inglés de Naturaleza de la Ciencia] como herramientas para el debate fundamentado.
2. Utilizar recursos didácticos como los *símiles, comparaciones, analogías y metáforas*. Comparar diferentes aspectos del quehacer de la ciencia con situaciones más cercanas al estudiantado, de las cuales se puedan “importar” conclusiones válidas para conceptualizar el quehacer científico.
3. Fomentar procesos de *explicación, justificación y argumentación*, para poder pensar y discutir sobre la Naturaleza de la Ciencia de manera estructurada y basándose en pruebas o evidencias.
4. Propiciar el trabajo colaborativo de naturaleza *dialógica*, con discusiones y debates entre pares, poniendo en marcha una diversidad de estrategias de comunicación que posibiliten presentar y defender los propios puntos de vista y entender los ajenos.
5. Implementar el uso de *narrativas* como vehículos para la presentación del contenido NOS. Tales narrativas, por cierto, pueden estar fabricadas con material extraído de la historia de la ciencia.

La figura 2 presenta en detalle el esquema de la intervención didáctica respecto a sus fases, propósitos, actividades y lugares desde donde se esperaba que emergieran los discursos científicos de los participantes, hallazgos que posteriormente se convirtieron en el objeto central de los análisis.

Figura 2. Fases, propósitos, actividades y lugares DCP emergente en la SEA



^{1/} La exposición detallada de cada una de las actividades referidas se encuentra en el anexo 1.

Fuente: elaboración propia

Selección de los participantes

El potencial heurístico del análisis del discurso como opción metodológica para desarrollar la pregunta de investigación planteada, demandó en primera medida la definición de una unidad de análisis y la delimitación del número de participantes. En este caso, el punto de partida lo conformó un grupo compuesto por veinticinco profesores en formación inicial del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital, matriculados en el seminario de modelos didácticos desarrollado durante el segundo periodo académico de 2015, tal como se explicó antes de modo suficiente.

Atendiendo a la definición general, uno de los propósitos que persigue la indagación cualitativa es la profundidad (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 384). Por tanto, para efectos prácticos analizar las interacciones del conjunto total de profesores participantes en el seminario representa alto riesgo de simplificación, consecuencia de las dificultades asociadas a la posibilidad de hacer un procesamiento exhaustivo del volumen de información recolectada que, para exemplificar, solamente en material de audio y video produjo la grabación de dieciocho horas de trabajo académico, correspondiente a nueve sesiones de clase, cada una con una duración de dos horas aproximadamente.

Los criterios esenciales para la toma de decisiones en cuanto a la composición y el número de participantes seleccionados correspondieron a los profesores que cumplieron en su totalidad con las siguientes condiciones:

- Asistencia a todas y cada una de las sesiones de trabajo que conformaron la propuesta de intervención didáctica.
- Presentación del instrumento de caracterización diligenciado, protocolos de clase resueltos, elaboración y socialización de prototipo, control de lectura, informe práctica de laboratorio, ficha y tráiler.
- Registro de mayor número total de intervenciones en donde se identificaron enunciados de naturaleza científica durante el desarrollo de las actividades de socialización, trabajo en pequeños grupos y/o debates en las sesiones de trabajo.

El proceso adelantado para la selección de los participantes y su codificación, se presenta detalladamente en el anexo 4.

Para la selección de las producciones cinematográficas, se consideraron aquellas en las que se recurrió al uso explícito de efectos especiales mecánicos para la creación de fenómenos ambientales (lluvia, nieve, bruma, humo, viento, etc.), sangre artificial, caracterización y pirotecnia en al menos en una de sus escenas; películas representativas de una década de acuerdo con los resultados arrojados en listados ubicados a través de internet, y cuya temática central abordara cuestiones de naturaleza científica con posibilidades de explicación mediante el uso del conocimiento químico.

Los cortos de películas utilizados se listan en la tabla 1 en orden cronológico de aparición.

Tabla 1. Cortos de películas utilizados en el diseño de la SEA

Década	Título de la película	Principales efectos especiales mecánicos identificados
1920	<i>Dr. Jekyll and Mr. Hyde</i>	Efectos de caracterización Maquillaje prostético Reacciones químicas, cambio de color
1930	<i>Doctor X</i>	Sangre artificial Heridas instantáneas
1940	<i>Madame Curie</i>	Explosiones Pirotecnia
1950	<i>Los diez mandamientos</i>	Reacción química de formación de complejos
1960	<i>King Kong</i>	Animatrónes (semiconductores)
1970	<i>¡Viven!</i>	Efectos ambientales (fenómenos atmosféricos, nieve, lluvia y niebla)
1980	<i>Chucky</i>	Efectos de caracterización Sangre artificial Heridas instantáneas
1990	<i>La máscara</i>	Maquillaje prostético

Fuente: elaboración propia

Categorías de análisis del discurso científico del profesor (DCP)

Para el tratamiento de la información recolectada, se formularon tres categorías de análisis: concepción de ciencia (Chalmers, 1990; Ravetz, 1996), ejes de la Naturaleza de la Ciencia (Adúriz-Bravo, 2005), y sujeto discursivo (Bakhtin; Authier-Revuz, 1990; Hall, 2003 y Bauman, 2005), acorde con la estructura presentada en la tabla 2.

Tabla 2. Categorías y subcategorías de análisis del DCP

Ejes transversales (ET)		Sujeto discursivo (SD)		
Concepciones de ciencia (CC)	Ejes de la Naturaleza de la Ciencia (E-NOS)	Polifonía (P)	Heterogeneidad (He)	Identidad (I)
Clásica (C1)	Contemporánea (C)	Epistemológico (E)	Voces oriundas de diferentes espacios sociales y diferentes discursos.	Plural, fragmentada y marcada por mutabilidad, integra, al mismo tiempo en que se deriva de las relaciones discursivas.
		Histórico (H)		
		Sociológico (S)		

Fuente: elaboración propia a partir de Zambrano (2017)

Segmentos de caracterización del discurso científico del profesor (SC-DCP)

Las categorías de análisis *ejes transversales* y *sujeto discursivo*, derivadas de las teorías de Chalmers (1990), Ravetz (1996), Adúriz-Bravo (2005), Bakhtin y Authier-Revuz (1990), Hall (2003) y Bauman, (2005), se triangularon originando lo que en adelante se denominará *segmentos de caracterización del discurso científico del profesor (SC-DCP)*.

Estas categorías forjaron conceptualizaciones analíticas articuladas por los investigadores para organizar los resultados obtenidos en campo, y en sincronía con los objetivos específicos trazados permitieron identificar y caracterizar en su entorno de aparición el discurso científico que construyen los profesores en formación inicial.

Desde el punto de vista metodológico, Hernández-Sampieri et al. (2014) refiriéndose al rigor en la investigación cualitativa proponen la triangulación como camino “para confirmar la corroboración estructural¹⁰ y la adecuación referencial¹¹” (p. 456).

Teniendo en cuenta las estrategias convencionales, se decidió seleccionar la triangulación de teorías o disciplinas, porque permite el uso de múltiples teorías o perspectivas para analizar el conjunto de datos, ya que la “meta no es corroborar los resultados contra estudios previos, sino analizar los mismos datos bajo diferentes visiones teóricas o campos de estudio” (p. 457).

La tabla 3 resume el proceso seguido, del cual se originó la propuesta de nueve segmentos para la caracterización del discurso científico del profesor, pormenorizada en la tabla 4.

El origen de los segmentos de caracterización del discurso científico del profesor obedece a las combinaciones que resultan posibles producto de la triangulación entre las concepciones de ciencia clásicas o contemporáneas; los ejes de la naturaleza del conocimiento científico, sea en lo epistemológico, en lo histórico y/o en lo sociológico, y los atributos del sujeto discursivo en su polifonía, en su heterogeneidad y/o su identidad. Así pues, cada uno de los segmentos de caracterización se forma siguiendo esta estructura general:

Concepción de ciencia + Eje de la NdC + Atributo del sujeto discursivo

Por ejemplo, el segmento de caracterización CC-E-P, nace de una concepción de ciencia (CC), interrelacionada con uno de los ejes de la Naturaleza de la Ciencia, en este caso el epistemológico, y uno de los atributos del sujeto discursivo, en este caso la polifonía. Como producto, el segmento de caracterización CC-E-P reúne todos los enunciados en los cuales se analiza de qué manera se elabora el conocimiento científico. La misma lógica se repite del modo que se sugiere en el contenido de la tabla 3.

10 Proceso mediante el cual varias partes de los datos (categorías, por ejemplo), se “soportan estructuralmente” entre sí (mutuamente). Implica reunir los datos e información emergentes para establecer conexiones o vínculos que eventualmente crean un todo cuya justificación son las propias piezas de evidencia que lo conforman (Burns, 2009 y Franklin y Ballau, 2005, citados en Hernández-Sampieri et al. (2014, p. 456).

11 Cercanía entre lo descrito y los hechos (Burns, 2009 y Franklin y Ballau, 2005, citados en Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 456).

Tabla 3. Triangulación de teorías o disciplinas, origen de los SC-DCP

Concepciones de ciencia (CC)	Naturaleza de las Ciencias (NdC)	Sujeto discursivo (SD)	SC-DCP ^{1/}
Clásica (Cl) Contemporánea (C)	Epistemológico (E)	Polifonía (P)	CC-E-P
		Heterogeneidad (He)	CC-E-He
		Identidad (I)	CC-E-I
	Histórico (H)	Polifonía (P)	CC-H-P
		Heterogeneidad (He)	CC-H-He
		Identidad (I)	CC-H-I
	Sociológico (S)	Polifonía (P)	CC-S-P
		Heterogeneidad (He)	CC-S-He
		Identidad (I)	CC-S-I

^{1/} Definidos individualmente en el contenido de la tabla 4.

Fuente: elaboración propia a partir de Zambrano (2017)

Conviene añadir que los segmentos se formularon considerando, en función del plano cartesiano, dos grados de manipulación de lo que dentro del argot matemático se conoce como la variable independiente, en el modo de *ausencias y/o presencias*, en donde la presencia de la afirmación enunciada favoreció a la subcategoría *concepciones contemporáneas de ciencia (C)* y la ausencia, por su parte, las *concepciones clásicas de ciencia (Cl)*.

Tabla 4. Segmentos de caracterización del discurso científico del profesor (SC-DCP)

Sujeto discursivo		
Ejes transversales	[CCCEP] Enunciados en los que el <i>método científico</i> ocupa un papel importante mas no central, en procura de analizar de qué manera se elabora el conocimiento científico.	[CCCEHe] Enunciados en los que se identifica establecimiento de relaciones entre las proposiciones de la ciencia (teorías, modelos, leyes...) y la realidad sobre la que pretenden hablar, considerando diferentes puntos de vista. [CCCEI] Enunciados en los que los participantes presentan las características que atribuyen al conocimiento científico y los ejes diferenciadores de este respecto a otros tipos de conocimiento.

Sujeto discursivo			
Ejes transversales	[ICCHPI] Enunciados en los que se recurre al <i>juicio científico</i> para construir argumentos acerca de la manera como los científicos deciden sobre los nuevos modelos y cómo eligen entre modelos rivales, a partir de los roles que estos desempeñan como "sujetos" y la comunidad científica como "colectivo".	[ICCHEl] Enunciados referidos a cambios en conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc., del conocimiento científico que dan cuenta de su evolución y de la multiplicidad de voces que han hecho parte de sus desarrollos.	[ICCHII] Enunciados en los que se reconoce la incidencia del nuevo conocimiento científico en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo.
	[ICCSPI] Enunciados contextualizados en torno a cómo y dónde se crea, valida, acepta, formaliza, aplica, evalúa, comunica y enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad.	[ICCSHe] Enunciados en los que se presentan explícitamente, o no, las voces de los ámbitos sociales en donde se desarrolla la ciencia y/o en las que los participantes abordan las normas y valores que guían las ciencias y/o las posibles relaciones entre ciencia y ética.	[ICCSII] Enunciados a través de los cuales se reconocen las características particulares de la ciencia como producto cultural o su lenguaje característico.

Fuente: elaboración propia, a partir de la triangulación de las teorías referenciadas

Codificación de los segmentos de caracterización del discurso científico del profesor

En el proceso de organización y sistematización de la información recolectada, las categorías *concepción de ciencia* y *ejes de la Naturaleza de la Ciencia* conformaron los ejes transversales. Así pues, se propone considerar un sistema de referencia análogo al de coordenadas cartesianas, característico de las matemáticas, en cuyo primer cuadrante se ubique —*de modo arbitrario*— un espacio para el desarrollo en términos de Bajtín (1982), del género *discursivo*, es decir, de aquellos tipos relativamente estables de enunciados propios de cada esfera del uso de la lengua, específicamente en este caso: la ciencia. Cabe decir que esto se hizo para dar cuenta de la caracterización de la producción discursiva de los profesores en formación inicial.

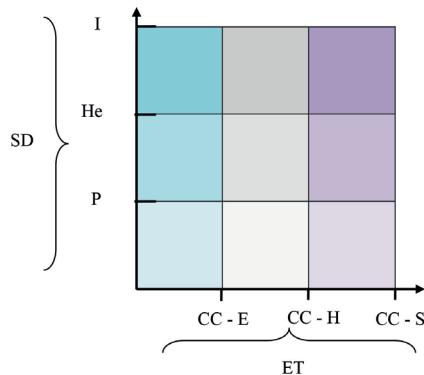
Lo expuesto dio origen al diagrama de la figura 3, que en lo sucesivo se designará como el *plano de caracterización del discurso científico del profesor en formación inicial (PC-DCP)*.

Se resolvió acudir a este modo de representación emblemático de las matemáticas por razones semejantes a sus finalidades específicas en ese campo de estudio: ubicar y describir la posición de parejas de puntos que se forman de la intersección entre valores, lo cual aplicado a esta investigación quiere decir que los cruces entre los ejes transversales y los atributos del sujeto discursivo originan segmentos cuya localización y característica es irrepetible, mas no independiente, toda vez que la suma de sus individualidades es la unidad; un todo al que siguiendo la perspectiva bajtiniana se hará alusión como el género discursivo científico.

El plano de caracterización (PC) es la “carta de navegación” propuesta para caracterizar los diferentes enunciados que conforman el discurso científico del profesor en formación inicial, tarea para la cual, como se señaló antes, se definió un espacio arbitrario en donde se representó el género discursivo propio de la ciencia.

En síntesis, el plano refleja la articulación entre el conjunto de ideas que él/ella (sujeto discursivo) tiene sobre la ciencia (sus concepciones), los aportes de una epistemología “auxiliada” por la historia y la sociología de la ciencia a la tarea de enseñar ciencias naturales, organizadas en tres grandes campos temáticos o perspectivas de análisis llamadas por Adúriz-Bravo (2005) “ejes de la naturaleza de la ciencia” y el concepto de sujeto discursivo que según Alves (2008) exige reflexiones sobre las nociones de polifonía, heterogeneidad e identidad.

Figura 3. Plano de caracterización del discurso científico del profesor en formación inicial



Convenciones							
Categorías y subcategorías					Segmentos de caracterización DCP		
Ejes transversales ET	Sujeto discursivo	Concepciones de ciencia	CC	Polifonía	P	CCEP	
				Heterogeneidad	He	CCEHe	
				Identidad	I	CCEI	
				Clásica	CI	CCHP	
	NdC	NdC		Contemporánea	C	CCHI	
				Epistemológico	E	CCSP	
				Histórico	H	CCSHe	
				Sociológico	S	CCSI	

Fuente: elaboración propia a partir de Zambrano (2017)

La posición de las variables en el sistema de referencia (ejes transversales en x y sujeto discursivo en y), obedece en palabras de Hernández-Sampieri et al. (2014) a que “[...] la variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella” (p.131). En este caso eso quiere decir que se reconoce la existencia de un sujeto discursivo en el aula antes de la mediación del profesor en el proceso de enseñanza y de aprendizaje; que previa materialidad del pensamiento representada en el uso del lenguaje verbal o escrito, se identifica el papel protagónico que tienen las concepciones de los sujetos sobre la ciencia y que configuran parte constitutiva en las interacciones discursivas que construyen durante el desarrollo de cada una de las actividades que componen la secuencia de enseñanza y aprendizaje, y que producto del análisis de las unidades mínimas de intercambio comunicativo (enunciados) en un espacio temporal inserto en una realidad que no se detiene, se procura caracterizar el discurso de un grupo de sujetos específicos: profesores en formación inicial del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá (Colombia), participantes en el Seminario de Modelos Didácticos ofertado durante el segundo periodo académico de 2015, específicamente.

Unidades de análisis para la caracterización del discurso científico del profesor

Las unidades consideradas para análisis se obtuvieron en su entorno de aparición y correspondieron a la selección de segmentos con sentido, en los cuales se identificaron enunciados de naturaleza científica, es decir, con base en los presupuestos teóricos de Bajtín (1982) *producto de interacciones discursivas*, en las que los profesores en formación inicial participaron en el desarrollo de situaciones problemáticas en las cuales: plantearon preguntas, elaboraron pequeñas explicaciones recurriendo a información previamente conocida (de orden teórico o contextual), propusieron predicciones, diseñaron experiencias, recogieron, interpretaron y transformaron datos, discutieron, redactaron conclusiones y socializaron ante pares argumentos y reflexiones alrededor de sus saberes como docentes de ciencias en formación hacia una práctica profesional futura.

Posición ética de los investigadores

Antes de iniciar la intervención, investigadores y profesores en formación inicial pactaron y suscribieron un consentimiento informado, por medio del cual se buscó garantizar actuaciones éticas para el tratamiento de los datos obtenidos, los cuales deberán restringirse a fines netamente académicos, velando en todo momento por proteger la identidad y el buen nombre de los participantes, y por evitar que su reputación profesional se vea afectada ya sea directa o indirectamente.

Entendiendo la ética como el marco de correspondencia entre las partes, a su vez, el profesor en formación inicial declaró previamente que su participación en este ejercicio investigativo se registró de manera voluntaria, y formalizó su compromiso para adelantar las actividades de acuerdo con sus convicciones dentro de los principios de la moral y la libertad.

Límites de la investigación

Durante la investigación, se identificaron una serie de límites que incidieron en su desarrollo. A continuación, dos de los más representativos:

- Considerando el capital humano y el recurso tecnológico disponible para la recolección de la información, la investigación no garantiza pleno registro de todas las especificidades que se presentaron en el desarrollo del trabajo en pequeños grupos.
- Como la elección de los profesores en formación que configuraron el grupo seleccionado se realizó terminada la aplicación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, no se contaron con espacios fuera de clase que permitieran obtener información profunda acerca de su contexto académico previo, y/o de sus experiencias de formación a lo largo de la licenciatura y/o respecto de sus grupos sociales más cercanos.

5. CARACTERIZACIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO DEL PROFESOR Y RESULTADOS DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Este capítulo presenta en tres apartados los resultados obtenidos producto de la implementación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA) y, el conjunto de análisis realizados de acuerdo con la construcción categorial enunciada en la metodología (ver tabla 2, cap. 4), luego de recolectar, organizar, sistematizar y analizar la información obtenida en las fases de contextualización, fundamentación y socialización.

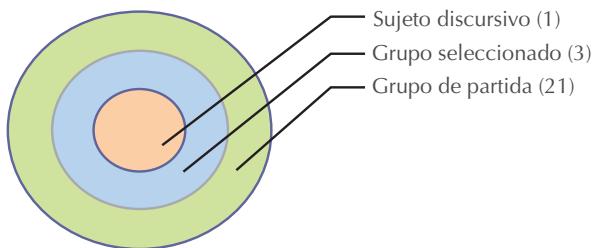
El primer apartado se dedica a la caracterización del grupo de partida, del grupo seleccionado y de tres sujetos discursivos, en su particularidad. El apartado siguiente se ocupa del estudio y caracterización del proceso de construcción discursiva del grupo de profesores en formación seleccionado, considerando como elementos angulares de análisis las interrelaciones entre los ejes transversales y los atributos de cada sujeto discursivo. En el apartado final se presenta una propuesta emergente, producto de esta investigación: algunos elementos por considerar para construir en el futuro un modelo didáctico del discurso científico-escolar en los procesos de formación inicial de profesores de Química.

Fase de contextualización

El punto de arranque de la investigación en la fase de contextualización lo conformó un grupo compuesto por veinticinco profesores en formación inicial del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital, matriculados en el seminario de Modelos Didácticos. En la sesión de aplicación del instrumento de caracterización se registró la participación de veintiuno de los matriculados, por lo cual, en adelante se considerará que, para efectos estadísticos, ellos representan el 100 %, y constituirán lo que se denominará *grupo de partida*.

Tal como se presentó en el capítulo anterior cuando se explicó el proceso para la elección de los participantes, solo tres de ellos conformarán lo que en adelante se distinguirá como *grupo seleccionado*, y cada uno será reconocido en su particularidad como *un sujeto discursivo*, de acuerdo con la organización propuesta en la figura 1.

Figura 1. Organización de los participantes



Fuente: elaboración propia

Aunque el enfoque metodológico seleccionado es de tipo cualitativo, se decidió recurrir al tratamiento estadístico¹² del total de los datos recolectados con la aplicación del instrumento inicial (test de ideas previas), en procura de caracterizar las concepciones dominantes sobre la ciencia¹³ en el *grupo de partida*; resultados posteriormente sometidos a contrastación con la información específica hallada en el *grupo seleccionado*, para de este modo establecer la existencia o inexistencia de relaciones de interdependencia entre las concepciones de ciencia dominantes en ambos y sus nexos con el sujeto discursivo.

Grupo de partida

De acuerdo con la información aportada por el instrumento de caracterización aplicado (ver anexo 2), formulado en correspondencia con la organización curricular del plan de estudios de la Licenciatura (ver anexo 3), el 95,23 % de los profesores que integraron el *grupo de partida* contaban con formación académica previa en el campo disciplinar de la Química, y en los campos profesionales de la pedagogía, la educación, la cultura, la historia, la epistemología, la sociología, los paradigmas psicológicos y la bioética.

Del número total de profesores en formación inicial asistentes a la sesión de aplicación del instrumento (21), 23,8 %, se encontraban cursando espacios académicos correspondientes a los semestres cuarto y quinto del plan de estudios, mientras que el 76,2 % restante declaró que se encontraba desarrollando estudios únicamente en el quinto semestre.

12 La sistematización de los resultados obtenidos se hizo con ayuda del programa estadístico *IBM Statistics 22*, reconocido entre la comunidad de investigadores como SPSS por sus siglas en inglés. La versión del programa utilizada en esta investigación fue divulgada en agosto de 2013, y se constituye en antecedenza de la versión más actualizada del software a la fecha.

13 Clásicas (C) con base en la propuesta de Chalmers (1990) o contemporáneas (C) según la propuesta de Ravetz (1996).

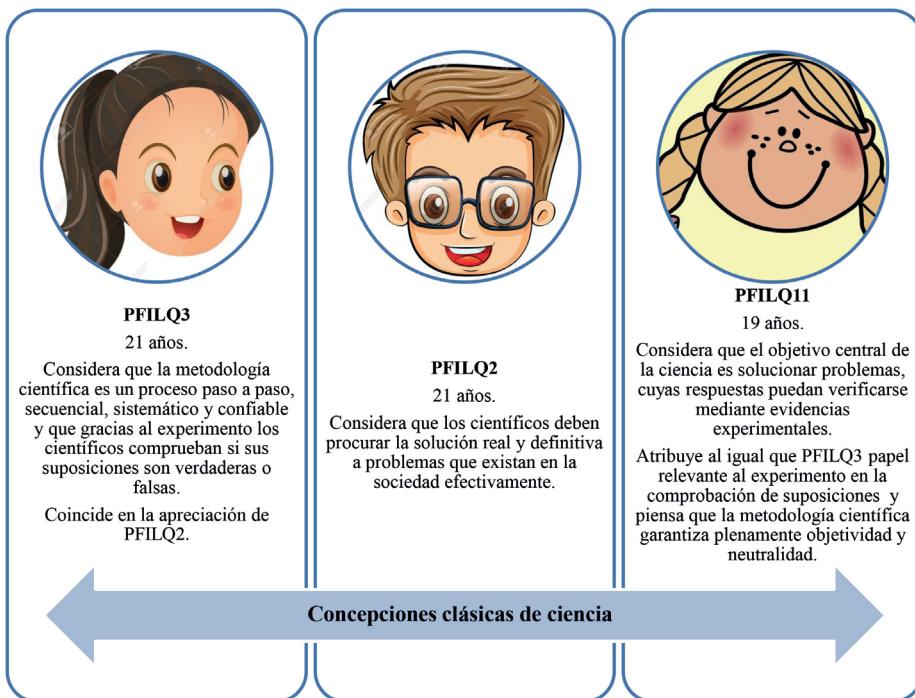
En cuanto a la participación, 28,6 % de los profesores en formación pertenecen al género masculino y 71,4 % al femenino.

Grupo seleccionado

A la fecha de implementación de la secuencia, los tres profesores en formación inicial integrantes del *grupo seleccionado*, contaban con formación aprobada en el campo disciplinar de Química General, Química Inorgánica, Fisicoquímica y Análisis Químico Inorgánico, y en el campo profesional en la Bioética, la Historia y la Epistemología de la Química, contribución de algunos espacios académicos cursados en el desarrollo del plan de estudios de la Licenciatura. Ninguno estaba repitiendo el Seminario de Modelos Didácticos o lo había cursado antes, y de acuerdo con la escala aplicada, mayoritariamente sus concepciones alrededor de la ciencia guardaban correspondencia con aquellas categorizadas como de tipo *contemporáneo*.

Algunos ejes diferenciadores para destacar, se registraron específicamente al interrogar a los profesores en formación inicial respecto a los objetivos de la ciencia, la metodología científica y el papel del experimento en el estudio de diferentes fenómenos de la naturaleza, hallazgos resumidos en la figura 2.

Figura 2. Caracterización de los profesores en formación. Grupo seleccionado



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del test de ideas previas

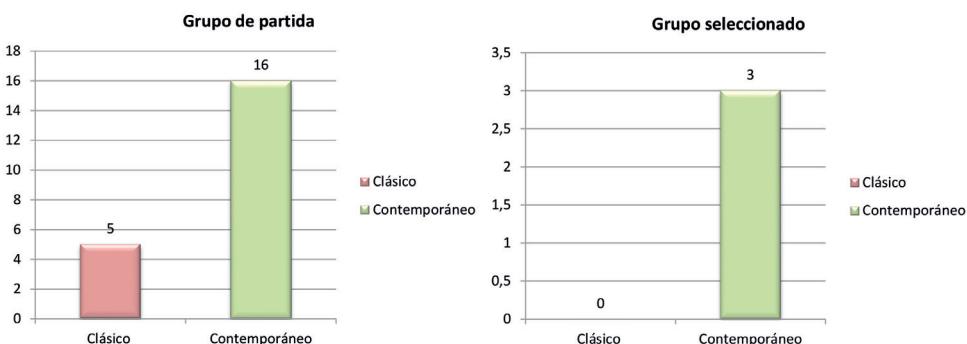
Concepciones de ciencia

La indagación acerca del sistema ideológico en relación con las concepciones de ciencia se hizo mediante la aplicación de un test de ideas previas tipo escala Likert (ver anexo 2), elaborado por los investigadores y validado por dos expertos reconocidos en el campo y por un grupo de profesores de Ciencias en ejercicio profesional en distintas instituciones de educación media de carácter público y privado.

La escala aplicada se elaboró con cinco niveles, centrados en dos categorías (concepción clásica y concepción contemporánea de ciencia) compuestas por cinco afirmaciones cada una. Dos de los niveles (*totalmente de acuerdo [5]* y *de acuerdo [4]*) se consideran afirmativos, favorables o positivos a la categoría, el nivel tres (*ni de acuerdo ni en desacuerdo*) declara indecisión y no constituye condición de favorabilidad o desfavorabilidad frente a la categoría, mientras que los niveles restantes (*en desacuerdo [2]* y *totalmente en desacuerdo [1]*) resultan opuestos, desfavorables o negativos en relación con la afirmación evaluada.

En la figura 3, se presenta una comparación entre la distribución global de las afirmaciones de los profesores que integraron el *grupo de partida* y los del *grupo seleccionado*, favorables a las concepciones clásicas o contemporáneas de ciencia, es decir, operativamente se analiza caso a caso tomando el número de participaciones por sujeto discursivo (10), y de estas se grafican solo aquellas en las cuales cada uno asignó una valoración de respuesta en los niveles 4 y 5, hecho que estadísticamente los ubica en una u otra concepción de ciencia.

Figura 3. Participación de profesores con respuestas favorables a cada categoría

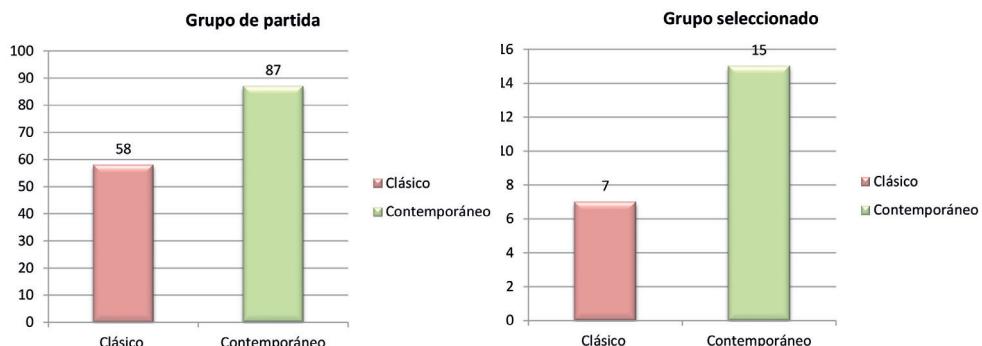


Fuente: elaboración propia

En promedio, el 68 % de los participantes del *grupo de partida* se identificaron como *totalmente de acuerdo* frente a las afirmaciones favorables a la categoría concepción contemporánea de ciencia, en la cual predominan las consideraciones de ciencia como una actividad humana y una forma de comprender el mundo. El análisis permite plantear la existencia de incipientes relaciones entre el conocimiento profesional adquirido y la imagen de ciencia desmitificada, dominante en el grupo.

Del número total de afirmaciones calificadas con los niveles 4 y 5, 145 de ellas en el *grupo de partida* y 22 en *grupo seleccionado*, muestran en la figura 4 aquellas respuestas favorables para las concepciones contemporáneas 87 y 15, que corresponden al 60 % y 68 % de la información recopilada en el estudio, respectivamente.

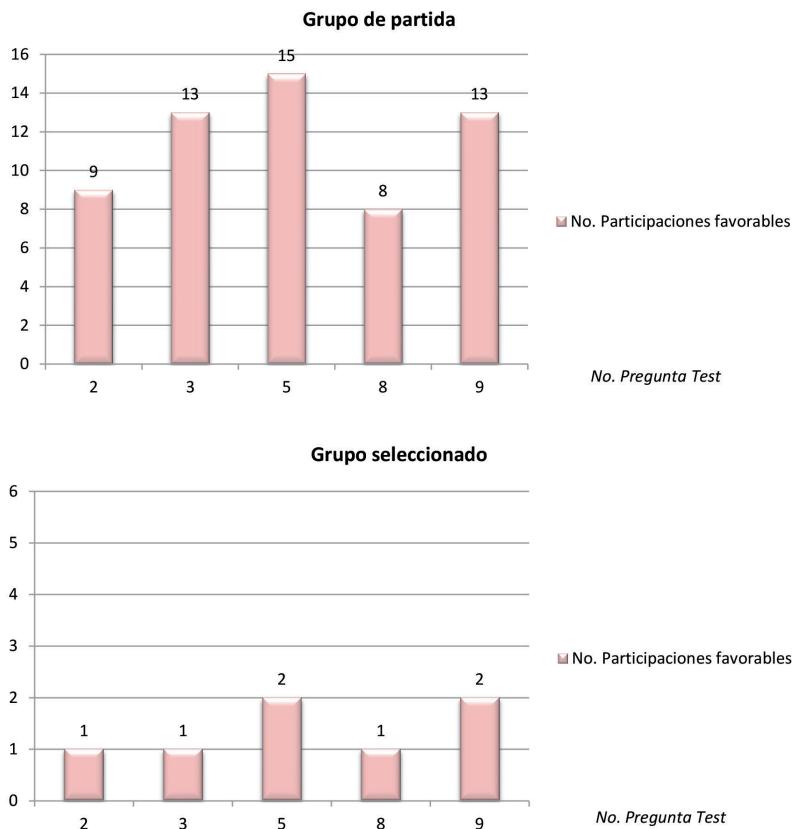
Figura 4. Participación de respuestas favorables a cada categoría



Fuente: elaboración propia

La información que proporciona la figura, reafirma la tendencia en la que prevalece la concepción contemporánea. Sin embargo, cabe destacar que de manera importante persisten algunas concepciones clásicas asociadas principalmente a la metodología científica como un proceso paso a paso, secuencial, sistemático y confiable (pregunta 2), y como una garantía plena de objetividad y neutralidad en el estudio de los fenómenos de su interés (pregunta 8), las imágenes de ciencia vinculadas a la necesidad de procurar soluciones reales y definitivas a problemas que existan en la sociedad efectivamente (preguntas 3 y 9), y el papel decisivo de la experimentación en la comprobación de hipótesis (pregunta 5) (ver figura 5).

Figura 5. Distribución de participaciones favorables asociadas a la concepción clásica de ciencia



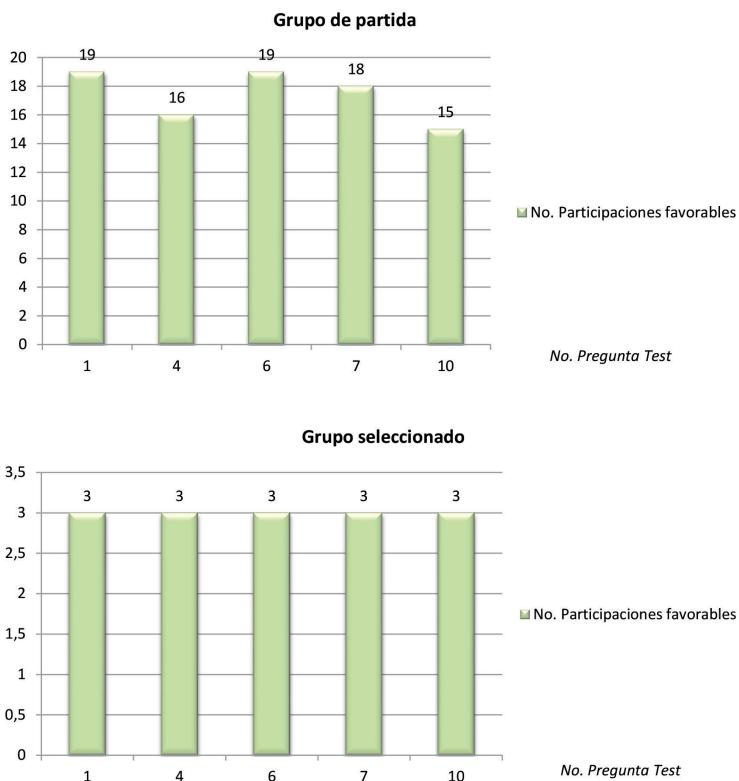
Fuente: elaboración propia

Las distribuciones que presentan las figuras demuestran que, estadísticamente, las concepciones del *grupo seleccionado* constituyen una porción representativa de las concepciones del *grupo de partida*, lo cual no quiere decir que de modo alguno se pretenda establecer patrones, simplemente, se trata de reconocer aspectos característicos en medio de la heterogeneidad que converge en el aula, convirtiéndola en “una realidad singular y compleja, donde se produce un conjunto de relaciones que provocan la comunicación entre sus agentes y el conocimiento específico” (Bertelle, Iturralde y Rocha, 2006, p. 5).

Por otra parte, resultado del análisis estadístico, en la figura 6 se observa que tanto en el *grupo de partida* como en el *grupo seleccionado*, coexisten en diferentes proporciones concepciones sobre el trabajo científico que varían desde posiciones empírico-positivistas y estáticas de la ciencia, metódicas y dependientes de trata-

mientos cuantitativos rigurosos (clásicas), hacia otras más modernas, en las cuales la ciencia se considera como una actividad humana y una forma de comprender el mundo (Pregunta 1), cuyo conocimiento se construye por consenso al interior de una comunidad (Pregunta 4), una actividad para la cual, entender cómo cambia a través del tiempo es tan importante como entender qué es y cómo se elabora (Pregunta 6), no exenta de subjetividades (Pregunta 7) y con el deber de generar impactos reales en los procesos de participación ciudadana para la toma de decisiones (Pregunta 10).

Figura 6. Distribución de participaciones favorables asociadas a la concepción contemporánea de ciencia



Fuente: elaboración propia

En cuanto a la caracterización de los sujetos, en la tabla 1 se presentan las distribuciones según participaciones favorables (preguntas valoradas con los niveles 4 y 5), acorde con las respuestas registradas en el instrumento diligenciado por cada integrante del *grupo de partida*.

Tabla 1. Distribución de participaciones favorables por sujeto (grupo de partida)

CC	Clásico					Contemporáneo					Concepción predominante
	PFILQ ^{1/}	2	3	5	8	9	1	4	6	7	10
PFILQ1	5	5	5	4	5	5		4	5		
PFILQ2						4	4	4	5	4	4
PFILQ3	4		4			5	5	5	4	4	
PFILQ4		4	5	4	5	5	4	5	4	4	
PFILQ5	4	4	4				4	4	4	4	
PFILQ6				4			4	4	5	4	5
PFILQ7		4	4								
PFILQ8			4			4	5	4	5	5	4
PFILQ9	4	5	4				4			4	
PFILQ10	5	4	4	4	5	5	5	5	4		5
PFILQ11		5	5	4			5	5	5	5	
PFILQ12	5			4	5	4	5	5	5		
PFILQ13			4				4	4	4	4	
PFILQ14					4	4	4	5	4		
PFILQ15		4	4		5	4	4	4	4	4	
PFILQ16			5	4			4	4	5	4	4
PFILQ17	4	5	5	4	5				5		4
PFILQ18		4	4		4	4	4	5	4		
PFILQ19	4	4			5	5	5	5	4	4	
PFILQ20		4			4	4			5	4	4
PFILQ21	5	4	5				4	4	5	4	4
Totales	9	13	15	8	13	19	16	19	18	15	
	58					87					

^{1/} Profesor en formación inicial de Licenciatura en Química

Fuente: elaboración propia

En lo que respecta a la caracterización individual por sujeto, en la tabla 2 se presenta el resumen de las distribuciones favorables por preguntas del instrumento, específicamente en lo que tiene que ver con cada uno de los integrantes del *grupo seleccionado*.

Tabla 2. Distribución de participaciones favorables por sujeto (grupo seleccionado)

Clásico	PFILQ ^{1/2}	PFILQ3	PFILQ11	Totales
2		4		1
3			5	1
5		4	5	2
8			4	1
9	4	5		2
Contemporáneo				7
1	4	5	5	3
4	4	5	5	3
6	5	5	5	3
7	4	4	5	3
10	4	4	5	3
Concepción predominante				15

1/ Profesor en formación inicial de Licenciatura en Química

Fuente: elaboración propia

Las casillas identificadas con gris claro corresponden a las concepciones clásicas, y las identificadas con gris medio a las concepciones contemporáneas de ciencia. Esta información resulta importante en procura de caracterizar las concepciones de ciencia de cada uno de los sujetos discursivos en su particularidad y en sus relaciones tanto con los integrantes del *grupo seleccionado* como del *grupo de partida*. Así pues, por ejemplo, del contenido de la tabla 1 se concluye que el profesor en formación de Licenciatura de Química 2 (PFILQ2) asignó solamente una calificación en los niveles 4 y 5 a las preguntas asociadas a las concepciones clásicas de ciencia (lo cual no implica certeza de ausencia de ellas), mientras que las PFILQ3 y PFILQ11 coincidieron en asignar calificaciones altas para las concepciones clásicas en la pregunta 5 (el papel de la experimentación en la comprobación de las hipótesis).

Se registraron afinidades totales en las calificaciones asignadas por los sujetos discursivos del *grupo seleccionado* al valorar las preguntas asociadas con las concepciones contemporáneas (4 y 5), especialmente en la pregunta 6 (componente NOS [Nature of Science]: entender la forma en la cual la ciencia cambia a través del tiempo, es tan importante como entender qué es y cómo se elabora), hecho coincidente con el comportamiento registrado en el *grupo de partida*.

Las principales divergencias en las respuestas asignadas por los sujetos discursivos que conformaron el *grupo seleccionado* se presentaron al calificar las preguntas 2 y 8 (metodología científica), hecho coincidente con el comportamiento registrado en el *grupo de partida*.

Confiabilidad del instrumento

El método de consistencia interna de la escala aplicada, basado en el alfa de Cronbach, permitió estimar la fidelidad del instrumento de acuerdo con los criterios generales de George y Mallery (2003). En este caso, la evaluación del coeficiente alfa arrojó un valor cercano a 0.8, lo cual significa que la confiabilidad del instrumento es buena.

Para el cálculo del alfa de Cronbach, a partir de las varianzas, se utilizó la ecuación 1.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right] \quad (1)$$

Donde:

α = Alfa de Crombach

K = Número de Items

V_i = Varianza de cada Item

V_t = Varianza del total

Los cálculos para estimar la confiabilidad del instrumento a partir de los datos obtenidos, se resumen en el anexo 5.

Fase de caracterización del discurso

En el anexo 6 se presenta un cuadro de correlación entre las actividades desarrolladas en las fases de implementación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje y las características de los enunciados identificados en el proceso de construcción discursiva del *grupo seleccionado*, considerando las interrelaciones entre los ejes transversales y los sujetos discursivos, las cuales son analizadas para cada individuo en los términos definidos en la propuesta de plano de caracterización del discurso científico del profesor en formación inicial (PC-DCP).

Es de anotar que, acorde con la planeación de las actividades incorporadas en la secuencia, estas se desarrollaron en su gran mayoría en pequeños grupos, seguidos de amplios espacios destinados a la socialización individual de resultados en plenaria. Se registró integralmente la intervención realizada en dieciocho horas de grabación de audio y video, y a través de escritos consignados en diferentes protocolos de clase, fotografías, videos explicativos y cortas producciones cinematográficas, autoría, desarrollo y presentación por parte de los profesores en formación participantes en esta investigación. Las preguntas orientadoras sugeridas en las herramientas de

recolección de información aplicadas durante las siete sesiones de clase que constituyeron las fases de fundamentación y socialización fueron abiertas, y otras surgieron producto de las dinámicas de la clase. El proceso de organización y sistematización de la información recolectada se apoyó en el uso de las herramientas informáticas: IBM-SPSS Statistics Base® versión 22.0, Transana-qualitative analysis of text, still image, audio, and video data® versión 2.10 y ATLAS TI®, software para análisis de datos cualitativos, gestión y creación de modelos, versión 6.0.

A continuación, se presentan los resultados de caracterización individual del discurso científico de cada uno de los profesores en formación que integraron el *grupo seleccionado*, siguiendo la estructura de análisis del PC-DCP explicada detalladamente en la figura 3 del capítulo 4.

Antes de comenzar, resulta importante aclarar que las líneas seleccionadas corresponden a fragmentos de intervenciones orales de los participantes obtenidas en desarrollo de las diferentes actividades de la secuencia de enseñanza y aprendizaje y que, posteriormente, se transcribieron solamente aquellas en las cuales se identificó un amplio margen de participaciones. Para efectos de facilitar su identificación, se modificó intencionalmente el tipo de fuente utilizado y se incorporó en el paréntesis que acompaña cada final de inserción, el episodio y su ubicación precisa dentro del contenido total de la transcripción, disponible en detalle en el anexo 7.

La tabla 3 contiene el resumen de las líneas de distintas intervenciones registradas para el PFILQ2, caracterizadas de acuerdo con la estructura de PC-DCP. Igual sucede en las tablas 5 y 7, construidas para consolidar el segmento de caracterización del discurso científico del profesor (SC-DCP) de algunas participaciones de las PFILQ3 y PFILQ11, respectivamente.

Con el propósito de aclarar la codificación insertada al final de cada selección, se decidió denominar *episodio* a las diferentes unidades grabadas, toda vez que, en concordancia con la definición disponible en el diccionario de la Real Academia Española, un episodio es un “suceso enlazado con otros que forman un todo o conjunto”.

A continuación, se describen brevemente los episodios transcritos, en correspondencia con las actividades de la secuencia de enseñanza y aprendizaje a las cuales pertenecen:

Episodio 11: Hace referencia al desarrollo de la sesión de plenaria en el marco de la actividad titulada: “Una reacción química de cine”, en la cual los participantes abordaron el fenómeno de la tinción de las aguas del río Nilo, a partir de las explicaciones provenientes del conocimiento químico, biológico, arqueológico y sismológico; las perspectivas artísticas del cineasta plasmadas en el corto seleccionado, y de otras informaciones como, por ejemplo, la que se encuentra consignada en la Biblia.

Episodio 46: Corresponde a la transcripción de la primera parte de la socialización hecha en el aula, luego de adelantar la práctica de laboratorio en la que se recrearon diferentes efectos especiales mecánicos. El *episodio 47* contiene la transcripción de la segunda parte de esta misma actividad. De modo consecutivo, los *episodios 48 y 49* se ocupan de la tercera y cuarta parte, respectivamente.

Episodio 50: Reúne las interacciones grabadas en desarrollo de la actividad que se decidió llamar *cine-corto*, una estrategia participativa en la cual, a partir de varios fragmentos fílmicos seleccionados y alrededor de preguntas definidas y otras emergentes, se configuró una conversación en torno a diferentes aspectos que forman parte de las cuestiones organizadoras de los ejes de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) (ver figura 1, cap. 3).

Caracterización del discurso científico del PFILQ2

Tabla 3. Localización de enunciados en el plano de caracterización discursiva del PFILQ2

	Ejes transversales		
	CCEI	CCHI	CCSI
Sujeto discursivo	<p>Encontramos una explicación biológica (algas), una explicación química (una reacción) y una explicación geológica (choques entre placas tectónicas) (episodio 11, líneas 8–10).</p> <p>La teología puede ser considerada como una ciencia, pero pues realmente nosotros bajo la concepción y la formación que tenemos a veces llegamos a ignorar que la teología puede ser considerada ciencia (episodio 11, líneas 44–47).</p>	<p>Pues habría como varios ganadores, pero en primera instancia los claros ganadores serían J. P. Morgan y Westinghouse, pues económicamente. Pero realmente [...] esa carrera económica por ver quién generaba el sistema de electricidad de Estados Unidos hizo que la humanidad resultase beneficiada al adquirir este conocimiento que no se tenía. En la necesidad económica y carrera empresarial, fue mucho el avance técnico y científico para lograr eso (episodio 50, líneas 25–32).</p>	<p>Son polímeros, pero una es un material termoplástico y la otra sería como espuma, porque el polímero va a tener unas fuerzas intermoleculares que lo que hacen es dejar un espacio, unas redes donde se va a encapsular el agua, y ese polímero creo que tiene una capacidad de almacenar como ochenta veces su peso en agua (episodio 47, líneas 191–195).</p>

	Ejes transversales		
	CCEHe	CCHHe	CCSHe
Sujeto discursivo	[...] si yo conozco la nieve solo por televisión, yo no voy a saber qué textura tiene y esa era una de las limitaciones en la elaboración de la nieve, porque sabíamos que era blanca pero no sabíamos si esa textura que habíamos alcanzado era la correcta (episodio 47, líneas 31–35).	La explicación sismológica nos decía que a partir de la existencia de óxidos de hierro explicaba una segunda plaga que era la de los anfibios que salían a la corteza terrestre... (episodio 11, líneas 103-105).	[...] O sea en primera instancia aparte de la ética vemos una visión de ciencia productiva, entonces como principal influencia vamos a ver [que] están las doctrinas económicas que tienen en Estados Unidos... (episodio 50, líneas 56–59).
	CCEP	CCHP	CCSP
	Pues respecto a eso yo encontré que esa experiencia de laboratorio nos sirve para explicar lo que es un método de separación como una destilación, o también practicar soluciones. Entonces, cuando le echábamos sal y colorante, el agua que condensábamos en el interior no tenía ni sal ni colorante, entonces podemos explicar las propiedades de las soluciones y métodos de separación de mezclas (episodio 46, líneas 45–51).	El efecto especial tiene que ajustarse al conocimiento cotidiano para que a la gente le parezca creíble y ese conocimiento ha venido creciendo a lo largo del tiempo, entonces cuando el espectador tiene una cercanía mayor con el objeto, este objeto va a ser más natural para él, y el objeto recreado en una película debe ser más realista para que se ajuste al modo de ver del espectador (episodio 47, líneas 95–101).	Newton movió a todos los grandes matemáticos de su época para que se pusieran de su lado por ser ya como el padre de la ciencia moderna [...], él ya tenía la total validación y aprobación de la comunidad científica de la época. (episodio 50, líneas 154-157).

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados de caracterización presentados en el apartado anterior, el PFILQ2 se encuentra dentro de los cánones de las concepciones contemporáneas de ciencia. El análisis de la valoración más alta conferida a los ítems que forman parte de esta categoría en el instrumento aplicado, denota que para él entender la forma como la ciencia cambia a través del tiempo es tan importante como entender qué es y cómo se elabora; una perspectiva en la cual los ejes epistemológico e histórico de la Naturaleza de la Ciencia ocupan niveles equiparables de relevancia.

Por otra parte, el PFILQ2 considera que los científicos deben procurar la solución de problemas que existan en la sociedad efectivamente; una aproximación arraigada al pragmatismo que denota preferencia por lo práctico o por lo útil.

Ahora bien, tradicionalmente las ciencias se han ocupado del análisis de los fenómenos desde dos puntos de referencia: los macroscópicos y los microscópicos, de modo similar se desarrolla este análisis. En el párrafo anterior se presentaron los términos generales, en las líneas siguientes se presentan los específicos.

Antes de comenzar, cabe recordar que cada uno de los segmentos ha sido denominado como resultado de la triangulación entre las concepciones de ciencia (CC), sean estas clásicas (Chalmers, 1990) o contemporáneas (Ravetz, 1996); los ejes de la Naturaleza de la Ciencia según la propuesta de Adúriz-Bravo (2005): epistemológico (E), histórico (H), sociológico (S), y los elementos constitutivos del sujeto discursivo según Bakhtin y Authier-Revuz (1990); Hall (2003) y Bauman (2005) (citados por Alves, 2008): polifonía (P), heterogeneidad (He) e identidad (I).

1. CC-E-P: enunciados en donde analiza de qué manera se elabora el conocimiento científico

Los enunciados en donde el método científico ocupa un papel importante, mas no central, en la tarea de analizar de qué manera se elabora el conocimiento científico, constituyen la base de este segmento. Es de aclarar que, por supuesto, no se trata de reducir la actividad científica a una serie de pasos o procedimientos invariables para crear, validar, sistematizar, comunicar y consensuar el nuevo conocimiento, sino de encontrar unidades provistas de sentido en las que se consideren diferentes formas de producción del conocimiento científico. Para explicar esto, observe las siguientes líneas registradas en el episodio 46:

Pues respecto a eso yo encontré que esa experiencia de laboratorio nos sirve para explicar lo que es un método de separación como una destilación o también practicar soluciones. Entonces cuando le echábamos sal y colorante, el agua que condensábamos en el interior no tenía ni sal ni colorante, entonces podemos explicar las propiedades de las soluciones y métodos de separación de mezclas (líneas 45–51).

En este ejemplo, el PFILQ2 destaca el papel de la experiencia de laboratorio en la construcción de explicaciones. Las líneas transcritas permiten observar que acude al uso recurrente de terminología científica especializada propia del conocimiento químico, a través de la cual narra al menos en tres pasos el procedimiento seguido:

Inicio: “echábamos sal y colorante”.

Intermedio: “el agua que condensábamos en el interior no tenía ni sal ni colorante”.

Finalización: “podemos explicar las propiedades de las soluciones y métodos de separación de mezclas”.

Podría decirse que este enunciado proporciona elementos para cuestionar la correspondencia entre la valoración asignada por el PFILQ2 a la segunda pregunta del instrumento de caracterización (ver anexo 2), respecto a la cual señala que no se encuentra de acuerdo ni en desacuerdo con su discurso manifiesto. La interpretación se basa en que, en esta intervención, el PFILQ2 describe la metodología científica como un proceso paso a paso, secuencial y sistemático, análogo a la estructura argumental de las narrativas en las cuales se identifican tres partes: introducción, nudo y desenlace.

Sin embargo, hay algo más detrás, y es la presencia de múltiples voces agrupadas bajo una concepción de ciencia, es decir, este modo de concebir la metodología científica integra perspectivas afines que en el pasado fueron propuestas, discutidas, cuestionadas, aceptadas o reevaluadas, y comunicadas mediante el uso del lenguaje oral y escrito; ideas a las que el PFILQ2 tuvo acceso y oportunidad de apropiar, o no, del medio donde habita, planteamiento que forma parte de un discurso que en palabras de Bajtín (1982), nunca es original.

2. CC-E-He: enunciados que establecen relaciones entre las proposiciones de la ciencia y la realidad sobre la que pretenden hablar

La correspondencia entre las proposiciones científicas y los hechos a los cuales se refieren ocupan este segmento de análisis. Detalle la siguiente cita extraída del episodio 47:

[...] si yo conozco la nieve solo por televisión yo no voy a saber que textura tiene y esa era una de las limitaciones en la elaboración de la nieve porque sabíamos que era blanca pero no sabíamos si esa textura que habíamos alcanzado era la correcta (líneas 31–35).

En este enunciado el PFILQ2 establece conexiones entre un fenómeno natural concreto (la nieve) y la disposición en que están colocadas y combinadas entre sí sus partículas (la textura), refiriéndose al grado de fidelidad alcanzado en el producto obtenido luego de desarrollar una práctica de laboratorio.

De esta intervención se destacan, por una parte, los elementos diferenciadores que aportan las experiencias sensoriales derivadas de la vista y del tacto en la evaluación de los resultados obtenidos y, por otra, la correlación planteada entre las propiedades macroscópicas y microscópicas de la materia como elementos angulares que permiten explicar fenómenos específicos.

Habría que decir también que en este conjunto de enunciados a nivel morfosintáctico, el PFILQ2 se reconoce como individuo al decir “si yo no conozco” o “yo no voy a saber”, pero asimismo como parte de un colectivo al utilizar expresiones como “porque sabíamos” o “pero no sabíamos”.

3. CC-E-I: enunciados acerca de los atributos del conocimiento científico y los ejes diferenciadores de este respecto a otros tipos de conocimiento

En el desarrollo de las actividades, se identificaron enunciados a través de los cuales el PFILQ2 planteó ejes diferenciadores del conocimiento científico respecto a otros tipos de conocimiento. Intencionalmente, se resaltaron algunas palabras o partes del enunciado que se consideran claves.

Encontramos una *explicación biológica* (algas), una *explicación química* (una reacción) y una *explicación geológica* (choques entre placas tectónicas) (episodio 11, líneas 8–10).

Por ejemplo, en este enunciado el PFILQ2 admite la existencia de múltiples explicaciones que provienen de campos demarcados del conocimiento científico, sin acudir, al menos en primera medida, a su jerarquización; utiliza términos técnicos propios de la biología, la química y la geología para referirse a un mismo fenómeno, y establece relaciones de causalidad introduciendo preceptos teóricos generales para responder al porqué de las cosas.

Líneas más adelante en el episodio 11, recurre a otros elementos por medio de los cuales amplía su posición respecto a las características del conocimiento científico, afirmando:

La Teología puede ser considerada como una ciencia, pero pues realmente nosotros bajo la concepción y la formación que tenemos a veces llegamos a ignorar que la teología puede ser considerada ciencia (líneas 44–47).

La adjudicación de la condición de posibilidad “puede ser considerada como una ciencia”, implica que para el PFILQ2, la actividad científica reúne un conjunto de características que la configuran. Aunque explícitamente no señala cuáles puedan ser estas, explica la influencia de la formación recibida en la consideración de aquello que podría (o no) enmarcarse dentro de este concepto.

Del análisis de este enunciado podría inferirse, inicialmente, una asociación de ciencia dedicada al estudio de los fenómenos de la naturaleza, en la cual no se descarta la posibilidad de contemplar otros saberes tradicionalmente excluidos como los que por siglos ha estudiado la teología. En este enunciado el PFILQ2 admite características como la *provisionalidad* y la *complejidad* del conocimiento científico; un conjunto de atributos que constituyen parte indeleble de su identidad.

4. CC-H-P: enunciados con los que se recurre al juicio científico para decidir sobre nuevos modelos y/o sobre modelos rivales

Este segmento posee un vínculo especial con el siguiente toda vez que, en este, el *juicio científico* resulta angular en la tarea de decidir sobre nuevos modelos y/o sobre modelos rivales. Dada su especificidad no muchos enunciados concuerdan con este propósito. Sin embargo, el que se seleccionó cumple a juicio de los investigadores con

dos criterios fundamentales: el primero (subrayado), ocurre cuando el PFILQ2 propone ajustar un suceso (efecto especial) al conocimiento científico como punto de referencia para que un grupo de personas decida acerca de su credibilidad. El segundo (en bastardillas), sucede cuando el PFILQ2 da cuenta de la evolución del conocimiento científico a lo largo del tiempo, afirmación de la que se deduce que los puntos de referencia para decidir respecto a un modelo u otro se encuentran influenciados por factores contextuales, como por ejemplo el tiempo y el conocimiento adquirido.

El efecto especial tiene que ajustarse al conocimiento cotidiano para que a la gente le parezca creíble y ese conocimiento ha venido creciendo a lo largo del tiempo, entonces cuando el espectador tiene una cercanía mayor con el objeto, este objeto va a ser más natural para él y el objeto recreado en una película debe ser más realista para que se ajuste al modo de ver del espectador (episodio 47, líneas 95–101).

En el enunciado anterior coexisten características atribuidas a las concepciones clásicas y contemporáneas de ciencia. Como se observa, por un lado el conocimiento científico se convierte en principal punto de referencia para decidir acerca de la credibilidad de un suceso, proposición que responde a los cánones clásicos; mientras que, por el otro, se enfatiza en el planteamiento de un conocimiento que ha venido creciendo a lo largo del tiempo, pensamiento insignia de los cánones contemporáneos.

No obstante, en líneas generales se considera que estos elementos resultan insuficientes en la tarea de comprender la manera como los científicos deciden sobre los nuevos modelos y cómo eligen entre modelos rivales, a partir de los roles que estos desempeñan como “sujetos” y la comunidad científica como “colectivo”.

5. CC-H-He: enunciados referidos a cambios en conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc., del conocimiento científico que dan cuenta de su evolución, y las voces que han hecho parte de su desarrollo

En la siguiente unidad de análisis, el PFILQ2 recurre a conocimientos provenientes de la sismología para explicar las causas de una de las plagas que narra el libro bíblico del Éxodo. En pro de ilustrar por qué razón este enunciado se localiza en este segmento, cabe profundizar que, en el contexto de la transcripción, previo a la introducción de estas líneas, se indagó acerca de la “tinción” de las aguas del río Nilo (primera plaga), obteniendo principalmente explicaciones vinculadas al acontecimiento de una reacción química.

La existencia de óxidos de hierro, hecho que en palabras del PFILQ2 sostiene la explicación sismológica, le proporcionó elementos para establecer una relación de causa-efecto que desembocara en la salida de anfibios a la corteza terrestre (segunda plaga), cuestión que, si bien inicialmente no responde de modo directo a la pregunta formulada, permite observar cambios en los referentes utilizados para justificar la ocurrencia de un hecho determinado. A continuación, se incluye el enunciado que se ha referido:

La explicación sismológica nos decía que a partir de la existencia de óxidos de hierro explicaba una segunda plaga que era la de los anfibios que salían a la corteza terrestre (episodio 11, líneas 103-105).

En este ejemplo, la sismología surge como una “nueva voz” para explicar un fenómeno biológico mediante la integración de los saberes de la geología y de la física, sin omitir los efectos de la presencia de compuestos químicos inorgánicos; toda una convergencia de conocimientos que hasta hace relativamente poco tiempo se consideraban aparentemente inconexos.

En el enunciado analizado, el PFILQ2 introduce conocimientos que por su ubicación en el tiempo podrían calificarse como *modernos*, para explicar un acontecimiento que según data en la Biblia, ocurrió en la época de Moisés, es decir, aproximadamente en el siglo XIV a. C. No obstante, resulta insuficiente para afirmar que el PFILQ2 considera el activo papel de la historia en la construcción del conocimiento científico, más allá de una serie de descubrimientos sucesivos, para apropiar la necesidad, en palabras de Gagliardi y Giordan (1986) (citados en Hernández, 1996), de comprender “las dificultades, los obstáculos y los errores de todo tipo que los científicos tuvieron que franquear, para llegar a la elaboración de una teoría, sin dejar de lado el contexto en el cual se construyó”.

Por lo anterior, se concluye que la información aportada en estos enunciados no presenta de modo categórico cambios en conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc., del conocimiento científico, que den cuenta de su evolución y de la multiplicidad de voces que han hecho parte de sus desarrollos.

6. CC-H-I: enunciados respecto a la incidencia del nuevo conocimiento en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo

En la línea de valorar cómo el nuevo conocimiento incide en las maneras de pensar, decir y hacer (Adúriz-Bravo, 2005), en el enunciado siguiente el PFILQ2 subraya los avances técnicos y científicos logrados en la carrera empresarial de estructuración y puesta en marcha del sistema eléctrico en Estados Unidos. Examine el próximo enunciado, localizado en el episodio 50:

Pues habría como varios ganadores, pero en primera instancia los claros ganadores serían J. P. Morgan y Westinghouse, pues económicamente. Pero realmente [...] esa carrera económica por ver quien generaba el sistema de electricidad de Estados Unidos hizo que la humanidad resultase beneficiada al adquirir este conocimiento que no se tenía. En la necesidad económica y carrera empresarial, fue mucho el avance técnico y científico para lograr eso (líneas 25-32).

Reconocer los beneficios derivados de la adquisición de nuevo conocimiento, su incidencia en la transformación de las maneras habituales de hacer las cosas y la forma como ciencia y tecnología se potencian mutuamente para transformar el mundo, permite identificar la incorporación de la idea de *intervención* en el discurso del

PFILQ2; idea en la cual la ciencia cobra un papel activo que trasciende la aplicación instrumental de las invenciones, que en ocasiones como esta, al menos en sus palabras, no se desprenden primigeniamente del interés por solucionar un problema puntual, sino que son fruto de necesidades económicas y carreras empresariales.

Los modos como dichas formas de intervención se materializan son plurales, fragmentados y marcados por la mutabilidad, semejante a la noción de identidad presentada por Hall (2003) y por Bauman (2005).

7. CC-S-P: enunciados en torno a cómo y dónde se crea, valida, acepta, formaliza, aplica, evalúa, comunica y enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad

La Real Academia Española define *contexto*, como un “entorno físico o de situación, político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el que se considera un hecho”.

Si bien, el significado de este término es bastante amplio, no se restringe a entornos individuales, es decir, en esencia es resultado de sus aportes particulares. Poniéndolo en práctica para el análisis de los enunciados, se observa que el PFILQ2 establece en la transcripción siguiente, asociaciones entre un individuo (Newton) y una comunidad científica (grandes matemáticos de la época) para referirse al cómo y dónde se valida un conocimiento científico.

Newton movió a todos los grandes matemáticos de su época para que se pusieran de su lado por ser ya como el padre de la ciencia moderna que [...] él ya tenía la total validación y aprobación de la comunidad científica de la época (episodio 50, líneas 154-157).

Estas líneas son muestra de lo que Adúriz-Bravo (2005) planteó como una cuestión sociocientífica, “[...] porque su tratamiento involucra no solo conocimientos científicos y tecnológicos, sino también decisiones que trascienden con mucho el ámbito de la ciencia” (p. 89). Basándose en la intervención del PFILQ2 entre las decisiones que trascienden el ámbito de la ciencia, en este caso están: las motivaciones personales de los grandes matemáticos de la época para ponerse del lado de Newton en la disputa por el reconocimiento de autoría del cálculo infinitesimal; los criterios de idoneidad científica establecidos y aceptados socialmente para que una persona sea considerada una autoridad, y los procedimientos seguidos para validar y formalizar los nuevos hallazgos.

8. CC-S-He: enunciados en los que se presentan las voces de los ámbitos sociales y/o en que se abordan normas, valores y relaciones ciencia-ética

Adúriz-Bravo (2005) señala: “[...] la ciencia, en tanto empresa humana, no está exenta de problemas ‘humanos’” (p. 85), premisa que complementa al considerar que “la ciencia se subordina a valores externos para no entrar en conflicto con aquello que se considera deseable para la humanidad” (p. 86). Aunque no siempre existe

la oportunidad para identificar explícitamente estos vínculos, incorporar cuestiones sociocientíficas puede representar un buen camino. Analice en detalle el próximo enunciado localizado en el episodio 50:

O sea, en primera instancia aparte de la ética vemos una visión de ciencia productiva, entonces como principal influencia vamos a ver están las doctrinas económicas que tienen en Estados Unidos (líneas 56-59).

El PFILQ2 desde el inicio de la intervención toma distancia en torno de la ética, y se refiere directamente a una imagen de ciencia productiva ligada a la satisfacción de intereses individuales o colectivos enmarcados en doctrinas económicas, sin embargo, lo que dice permite deducir que las normas, los valores y las relaciones ciencia-ética configuran puntos que son considerados, es decir, en la práctica aunque no se hable permanentemente de ellos, no significa que sean invisibilizados, subvalorados o etiquetados como irrelevantes.

9. CC-S-I: enunciados en los que se reconocen las características particulares de la ciencia como producto cultural y/o su lenguaje característico

El uso del lenguaje especializado refleja en parte la complejidad de la actividad científica. En el siguiente enunciado, el PFILQ2 emplea términos acuñados en el conocimiento químico (resaltados), para referirse a la interacción entre el poliacrilato de sodio y el agua:

Son *polímeros*, pero una es un *material termoplástico* y la otra sería como *espuma*, porque el polímero va a tener unas *fuerzas intermoleculares* que lo que hacen es dejar un espacio, *unas redes* donde se va a *encapsular* el agua, y ese polímero creo que tiene una *capacidad de almacenar* como ochenta veces su peso en agua (episodio 47, líneas 191–195).

Por supuesto, no se trata de reforzar el estereotipo del uso del lenguaje especializado como un mecanismo de segregación, ni tampoco de restringir la actividad científica al uso de tecnicismos, sino de resaltar que cada término encierra un conjunto de saberes, dicho de otra manera, un amplio significado se esconde detrás de una palabra.

El uso de este tipo de enunciados es uno de los rasgos característicos del discurso del PFILQ2, quien incorpora frecuentemente elementos adquiridos durante su formación disciplinar en los diferentes campos de la química, para describir o referirse a las causas que originan los fenómenos presentados para su estudio y/o para establecer relaciones entre las propiedades macroscópicas que observa (aumento de volumen de los gránulos de poliacrilato de sodio) y los hechos que acontecen a nivel microscópico (redes de encapsulación de agua).

Dicho lo anterior, se propone sintetizar mediante ideas claves la caracterización del discurso del PFILQ2, utilizando para ello la estructura del plano presentado en la figura 3 del capítulo 4 (ver tabla 4).

Tabla 4. Resumen de la caracterización del discurso científico del PFIQ¹⁴

CCP Destaca el papel de la experiencia de laboratorio en la construcción de explicaciones.	CCEh Describe la metodología científica como un proceso paso a paso, secuencial y sistemático, análogo a la estructura gramatical de las narrativas.	CCEi Incorpora explícitamente las <i>voces de otros sujetos</i> en el discurso que utiliza para referirse a cuestiones científicas.	CCHI Plantea que la ciencia es una actividad <i>compleja</i> cuyos enunciados se encuentran revestidos de <i>provisionalidad</i> .	CCSI Recurre a la noción de <i>intervención</i> en donde la ciencia cobra un papel activo que trasciende la aplicación instrumental de las invenciones.	CCSe Sostiene que las normas, los valores y las relaciones ciencia – ética configuran puntos a ser considerados y que, aunque en la práctica no se hable permanentemente de estos, ello no quiere decir que se invisibilicen, subvaloren o etiqueten como irrelevantes.
---	---	--	---	--	--

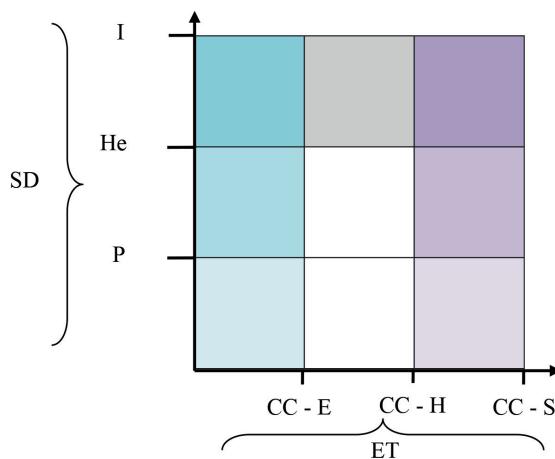
Fuente: elaboración propia

14 Caracterización dentro del género discursivo científico, construida por los autores de esta investigación aplicando el PC-DCP (tablas 4, 6 y 8).

En líneas generales, el discurso científico del PFILQ2 es altamente estructurado; incorpora frecuentemente tecnicismos derivados del uso del lenguaje científico especializado; integra información disponible en los materiales de apoyo suministrados para el desarrollo de las actividades en la construcción de enunciados provistos de sentido, mediante los cuales se refiere a las situaciones planteadas; reconoce la influencia de los contextos más amplios (político, económico, social, cultural, entre otros) en el desarrollo del quehacer científico, y evita recurrir al *juicio científico* para argumentar cómo los científicos deciden sobre los nuevos modelos y cómo eligen entre modelos rivales.

La figura 7 muestra el plano de caracterización del discurso científico del PFILQ2. Los segmentos CC-H-He y CC-H-P se presentan sin color, toda vez que la información recolectada no aportó elementos suficientes para caracterizar la presencia de enunciados dentro de estos segmentos de caracterización. Se puede decir que de modo análogo al concepto de orbital atómico, el plano de caracterización del discurso científico representa una zona del espacio donde hay una gran probabilidad de encontrar y caracterizar enunciados del género discursivo científico, lo que supone considerar cada segmento de enunciados como una nube cuyo conjunto configura el discurso científico, con mayor densidad en las zonas donde la probabilidad de encontrar y caracterizar enunciados del género discursivo científico es mayor.

Figura 7. Plano de caracterización del discurso científico del PFILQ2



Fuente: elaboración propia

Caracterización del discurso científico de la PFILQ3

Tabla 5. Localización de enunciados en el plano de caracterización discursiva de la PFILQ3

	Ejes transversales		
	CCEI	CCHI	CCSI
Sujeto Discursivo	La ciencia es sin duda una ciencia natural (episodio 48, líneas 6–7).	No lo hemos visto, pero tenemos evidencias de que existe (episodio 47, línea 10).	Supongo que por las sales disueltas, ¿no?, o ¿los iones disueltos en agua?, supongo que hay una interacción entre los monómeros del poliacrilato de sodio que impide la absorción óptima (episodio 47, líneas 202–205).
	CCEHe	CCHHe	CCSHe
	[...] Porque la nieve no nos daba como para usar el efecto especial de humo, entonces nosotras dijimos como todo el mundo está haciendo eso, hagamos el efecto especial (pero no preguntamos, ignoramos que había una escena detrás) y fue de ahí donde nos surgió un modelo esquemático que nosotros conocemos que es un volcán, sabemos que cuando un volcán está en erupción bota humo. (episodio 46, líneas 134–140).	[...] las explicaciones científicas y religiosas pueden generar un complemento (ciencia y religión fueron por aparte, porque la religión tenía poder y la ciencia entró para arrebatarárselo). Las explicaciones científicas toman validez con base a algo que tenemos y es la tradición oral que este libro nos da (refiriéndose a la Biblia). Declara que no es creyente, pero defiende que teóricamente las cosas podrían explicarse tanto con ciencia como con religión y culmina con una pregunta ¿Por qué no? (episodio 11, líneas 228–236).	Sería bueno también el claro ejemplo de los artículos científicos: ¿quién es el protagonista de un artículo científico? Uno, y ¿quiénes son los antagonistas? Millones de personas que están detrás de eso (episodio 50, líneas 215–218).

	Ejes trasversales		
	CCEP	CCHP	CCSP
Sujeto Discursivo	[...] El modelo que nosotras construimos estaba más abierto a cualquier tipo de efecto especial que nos pidieran por eso es que nosotros dijimos hagamos un volcán y utilicemos el mismo experimento que nos dieron para hacer algo diferente; así que agregamos un poquito de colorante rojo que sabíamos que era soluble en agua y el poliacrilato de sodio lo absorbió con el colorante y eso se convirtió en una variación del experimento. (episodio 46, líneas 120–127).	La explicación del fenómeno como tal estaba dada por lo que dijera una persona con poder o el encargado de hablar de conceptos de religión (una especie de autoridad otorgada) [...] Las explicaciones científicas que no contradecían la religión se tomaban como válidas (episodio 11, líneas 128–132).	[...] Pues eso lo sabemos nosotros porque si tú hubieras colocado a alguien de primer semestre no lo hubiera conocido tan fácil porque esto se ve a lo largo de nuestra carrera [...] (episodio 74, líneas 149–151).

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados de caracterización, la PFILQ3 se encuentra dentro de los cánones de las concepciones contemporáneas de ciencia. El análisis de la valoración más alta conferida a los ítems que forman parte de esta categoría en el instrumento aplicado, denota que para ella la ciencia es una actividad humana y una forma de comprender el mundo; que los científicos crean y validan por consenso el conocimiento que producen, dentro de una comunidad científica, y que entender la forma en la cual la ciencia cambia a través del tiempo es tan importante como entender qué es y cómo se elabora. Esta es una serie de perspectivas en las que los ejes epistemológico, histórico y sociológico de la Naturaleza de la Ciencia ocupan niveles equiparables de relevancia.

Sin embargo, en contraste con su afinidad por las concepciones contemporáneas de ciencia, la PFILQ3 asigna altas valoraciones a las consideraciones clásicas que conciben la metodología científica como un proceso paso a paso, secuencial, sistemático y confiable en que, gracias al experimento el científico comprueba si sus suposiciones frente a un tema de estudio son verdaderas o falsas, y en la cual los científicos deben procurar la solución de problemas que existan en la sociedad. Este es un conjunto representativo de aproximaciones arraigadas al protagonismo del método científico en los procesos de indagación sobre los fenómenos de la naturaleza derivado del positivismo; al papel preponderante de la experiencia en la construcción del conocimiento científico típico del empirismo, y a la preferencia por lo práctico o por lo útil, propio del pragmatismo.

Acorde con la estructura utilizada para el análisis anterior, en la tabla 5 se presentó la localización de enunciados de naturaleza científica en el plano de caracterización del discurso científico de la PFILQ3, quien, cabe anotar, registra el mayor número de intervenciones totales entre los integrantes del grupo seleccionado a lo largo del desarrollo de las actividades transcritas de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, con un total de treinta y una, seguida del PFILQ2 con dieciocho y de la PFILQ11 con quince.

Posteriormente, se analiza por separado cada una de las líneas seleccionadas, siguiendo el orden de los segmentos de caracterización sugeridos en el plano, y se propone representar gráficamente en líneas generales las características de su discurso científico en la figura 8.

1. CC-E-P: enunciados en donde analiza de qué manera se elabora el conocimiento científico

Intencionalmente se pusieron en bastardillas algunas palabras que se considera permiten identificar en las siguientes líneas la manera en que, para la PFILQ3, se elabora el conocimiento científico:

El modelo que nosotras construimos estaba más abierto a cualquier tipo de efecto especial que nos pidieran, por eso es que nosotros dijimos, hagamos un volcán y utilicemos el mismo *experimento* que nos dieron para hacer algo diferente; así que *agregamos* un poquito de colorante rojo que *sabíamos* que era soluble en agua y el poliacrilato de sodio lo absorbió con el colorante y eso se convirtió en una *variación* del experimento (episodio 46, líneas 120-127).

En este ejemplo, la PFILQ3 resalta la construcción de un modelo nuevo a partir de uno existente. Una actividad en la que el trabajo colectivo ocupa un papel importante. Declara explícitamente la manipulación de las condiciones iniciales para alcanzar variaciones en los resultados, y el desarrollo de procedimientos en los cuales el conocimiento adquirido durante su formación constituye el factor que distancia la toma de decisiones, a las que en ocasiones se ve abocado el experimentador en desarrollo de prácticas de laboratorio, de acciones mecánicas gobernadas por el ensayo y el error.

Su intervención deja entrever la existencia de otras voces cuando dice: “*sabíamos* era soluble en agua”, voces que pueden haberse derivado de diferentes espacios sociales y de distintos discursos (Alves, 2008, p. 35) y que aportan elementos que ella ha incorporado a su discurso científico para tomar y argumentar sus decisiones.

A diferencia del PFILQ2, la PFILQ3 detalla escasamente el procedimiento seguido, lo cual se evidencia en la imposibilidad de identificar una estructura narrativa del tipo inicio-desarrollo-desenlace; emplea el lenguaje especializado para conectar oraciones tejiendo una intervención centrada en la situación a la cual se refiere, y da prioridad al resultado obtenido, omitiendo detalles de la técnica utilizada.

Podría decirse que esta intervención provee elementos para cuestionar la correspondencia entre la valoración asignada por la PFILQ3 a la segunda pregunta del instrumento de caracterización (ver anexo 2), respecto a la cual señala que está de acuerdo con su discurso manifiesto. Se origina esta interpretación considerando la intención con la cual fue diseñado el instrumento, toda vez que se esperaba que una valoración 4 o 5 en la evaluación de esta pregunta reflejara un alto grado de inclinación por la concepción clásica que describe la metodología científica como un proceso paso a paso, secuencial y sistemático, contrario a su intervención, de la cual se deduce que para ella la metodología científica constituye una forma de hacer las cosas, un camino cuyos pasos en vez de seguirse mecánica, ordenada e inquestionablemente, pueden ser intervenidos, e incluso modificados.

2. CC-E-He: enunciados que establecen relaciones entre las proposiciones de la ciencia y la realidad sobre la que pretenden hablar

Establecer conexiones entre las proposiciones científicas y la realidad sobre la que pretenden hablar, constituye uno de los rasgos característicos del discurso científico de la PFILQ3. Analice, las próximas líneas contenidas en el episodio 46:

Porque la nieve no nos daba como para usar el efecto especial de humo, entonces nosotros dijimos, como todo el mundo está haciendo eso, hagamos el efecto especial (pero no preguntamos, ignoramos que había una escena detrás) y fue de ahí donde nos surgió un modelo esquemático que nosotros conocemos que es un volcán, sabemos que cuando un volcán está en erupción bota humo (líneas 134–140).

En este enunciado la PFILQ3 sitúa como punto de partida una presunta incompatibilidad para integrar el fenómeno natural de la nieve con el efecto especial de anillos de humo, y una supuesta afinidad para utilizarlo, empleando la estructura geológica de un volcán; una decisión que, en sus palabras, responde a un modelo esquemático que conoce. Técnicamente, su afirmación de que de la cima del cono salen productos sólidos (piroclastos), fundidos (lava) y gases (vapor de agua y compuestos azufrados) materializados en emanaciones conocidas como fumarolas, descansa sobre un soporte teórico consistente. Se introducen estos apuntes, toda vez que esto tiene que ver con tres aspectos singulares registrados en su grupo de trabajo: 1) la elección de considerar exclusivamente las voces de sus integrantes; 2) la determinación de no preguntar a los demás grupos sobre lo que se estaba haciendo, y 3) la toma de decisiones conjuntas en las que sus puntos de vista tuvieron que ser puestos en común, discutidos, evaluados y consensuados para concretar en una propuesta específica la información de la que disponían sobre la realidad, en coherencia con las posibles proposiciones de la ciencia que explicaban aquello que eligieron presentar.

En esta ocasión, la intervención de la PFILQ3 representó la voz de un grupo constituido por múltiples voces, las cuales, en principio, a pesar de ser diferentes establecieron puntos de convergencia para referirse a la situación problemática planteada.

Ahora bien, considere el contenido de las líneas siguientes:

Pero es que *los peces mueren* por exceso de hierro porque este es tóxico en grandes cantidades [acude al término límite de toxicidad del hierro] [episodio 11, líneas 111–113].

A diferencia de la intervención anterior, en esta la PFILQ3 encara un acontecimiento en una situación real (*los peces mueren*), hecho que asocia a una causa (por exceso de hierro) explicada desde una construcción teórica formal (límite de toxicidad del hierro), concepto bajo el cual se agrupan los acuerdos conseguidos dentro de la comunidad científica a lo largo del tiempo, una expresión cuyo significado adquiere sentido en un contexto aplicado.

El uso de este tipo de disposiciones es común en el discurso científico del profesor, en el cual los términos teóricos encierran construcciones de gran nivel de abstracción, pues como lo dijo Adúriz-Bravo (2005), “la explicación espontánea casi siempre se asocia a la idea de causalidad: se intenta explicar dando el porqué de las cosas” (p. 21).

3. CC-E-I: enunciados acerca de los atributos del conocimiento científico y los ejes diferenciadores de este respecto a otros tipos de conocimiento

La ciencia, un conjunto articulado de saberes cuyo propósito primario consiste en explorar algunas posibilidades que permitan comprender el mundo donde vivimos, es en palabras de la PFILQ3, “sin duda una ciencia natural”.

La ciencia es sin duda una ciencia natural (episodio 48, líneas 6–7).

Considerando las múltiples aristas de lo que esta afirmación podría implicar, sin perjuicio al sesgo, podría evaluarse en primera instancia como un posicionamiento altamente selectivo, una proposición que reduce el campo de acción de la ciencia al estudio de los fenómenos naturales, casi que de manera indiscutible.

A pesar de que en lo que antecede y en lo que continúa a estas líneas, la PFILQ3 no profundiza en este planteamiento, en otras participaciones se identificó el uso de atributos en los cuales reconoce el conocimiento científico como variadas posibilidades para explicar fenómenos, plantear hipótesis, experimentar, construir soluciones a problemas existentes, validar, analizar y concluir.

De lo expuesto se concluye que la información recogida de las intervenciones de la PFILQ3 resulta insuficiente para evaluar, al menos desde el punto de vista de su discurso manifiesto, cuáles serían esos *ejes diferenciadores del conocimiento científico*, respecto a otros tipos de conocimiento, probablemente localizados fuera de lo que ella ha decidido delimitar como “ciencia natural”, aquellos adjetivos calificativos que en conjunto constituyen su identidad.

Antes de avanzar, conviene aclarar que en esta investigación el *discurso manifiesto* es aquel que se materializa mediante el ejercicio de la palabra, el que se hace público, se explicita, se puede percibir de manera clara y precisa, opuesto pero complementario al *discurso oculto* que es tácito, que no se entiende, percibe, oye o dice formalmente, sino que se supone y/o se infiere.

4. CC-H-P: enunciados con los que se recurre al juicio científico para decidir sobre nuevos modelos y/o sobre modelos rivales

“En la línea de ver como los científicos deciden sobre la validez de los modelos (juicio)”, teóricamente Adúriz-Bravo (2005) planteó que “existen parámetros racionales para tomar las decisiones” (p. 82). Analice el siguiente conjunto de enunciados, que forman parte del episodio 11:

La explicación del fenómeno como tal estaba dada por lo que dijera una persona con poder o el encargado de hablar de conceptos de religión (una especie de autoridad otorgada) [...] Las explicaciones científicas que no contradecían la religión se tomaban como válidas (líneas 128–132).

Del contenido de estos es posible destacar tres aspectos importantes. El primero tiene que ver con que proceduralmente es una persona designada por una comunidad o un grupo de personas, la(s) encargada(s) de presentar las explicaciones aceptadas como válidas; el segundo es que se establecen parámetros racionales para la toma de decisiones en consonancia con los factores contextuales dominantes en los que históricamente se circunscriben los hechos, y el tercero es la estrecha asociación entre la noción de validez y el atributo de autoridad.

Por otra parte, cabe destacar que la información derivada de las líneas seleccionadas deja entrever que los científicos asumen roles como sujetos y también como miembros activos de la comunidad científica, estableciendo interrelaciones entre la ideología (representada en sus concepciones de ciencia) y el sistema lingüístico, de modo similar a aquella propiedad que, en el ámbito de la literatura, Bajtín (1963) formalizó con la noción de *polifonía*.

Para terminar el análisis de este segmento, resulta importante señalar que para la toma de decisiones respecto a nuevos modelos o a modelos rivales, la PFILQ3 acude al sustento del conocimiento socialmente aceptado, incorporando en su discurso voces provenientes de otros con los que probablemente no ha tenido una relación directa, pero que gracias a la información de la que dispone considera referentes apropiados para defender sus argumentos.

5. CC-H-He: enunciados referidos a cambios en conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc., del conocimiento científico que dan cuenta de su evolución y de las voces que han hecho parte de su desarrollo

En la siguiente unidad de análisis, el concepto central que desarrolla la PFILQ3 es el de *evolución*. Consideré el próximo fragmento de transcripción situado en el episodio 11:

[...] las explicaciones *científicas* y *religiosas* pueden generar un complemento (*ciencia* y *religión* fueron por aparte, porque la *religión* tenía poder y la *ciencia* entró para arrebártselo). Las explicaciones *científicas* toman validez con base a algo que tenemos y es la tradición oral que este libro nos da (refiriéndose a la *Biblia*). Declara que no es creyente, pero defiende que teóricamente las cosas podrían explicarse tanto con *ciencia* como con *religión* y culmina con una pregunta, ¿por qué no? (líneas 228–236).

Deliberadamente, se pusieron marcadores (bastardillas y subrayas) en algunos fragmentos para ilustrar los motivos por los cuales se ubicaron estas líneas dentro de este segmento.

En primer lugar, desde el inicio de esta participación la PFILQ3 plantea la posibilidad de que explicaciones científicas y religiosas se complementen, lo cual implícitamente supone reconocimiento en condiciones pares de ambas formas de ver el mundo.

En segundo lugar, asignar el atributo de explicación a la religión constituye prueba de cambio en la forma como las nuevas generaciones de profesores asumen el conocimiento científico.

En tercer lugar, el número de veces en las cuales aparecen citadas durante el desarrollo de las líneas las palabras ciencia y religión con sus respectivos complementos y/o variantes es igual en proporción matemática, lo cual sustenta que la PFILQ3 concede niveles equiparables de relevancia a los dos campos.

En cuarto lugar, resulta interesante ver cómo en estas líneas confluyen diversos aportes desde la historia: “*ciencia y religión fueron por aparte, porque la religión tenía poder y la ciencia entró para arrebártselo*”; la epistemología y la sociología de la ciencia: “*Las explicaciones científicas toman validez con base a algo que tenemos y es la tradición oral*”; la religión “(refiriéndose a la *Biblia*)”; e incluso de su vivencia personal “*declara que no es creyente pero defiende que teóricamente las cosas podrían explicarse tanto con ciencia como con religión*”, toda vez que, considerar complementarios campos tradicionalmente irreconciliables, sin duda da cuenta de la evolución del conocimiento científico y de la multiplicidad de voces que han hecho parte de sus desarrollos.

6. CC-H-I: enunciados respecto a la incidencia del nuevo conocimiento en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo

Una de las premisas de la Naturaleza de la Ciencia señala que la aplicación del conocimiento que produce la ciencia se refleja en la transformación de las formas de hablar, pensar y actuar sobre el mundo.

En el propósito de entender el porqué la selección del enunciado que se ha localizado en este segmento, resulta indispensable reconstruir el contexto que lo antecede. En el inicio de ese episodio, uno de los investigadores estableció una comparación entre los modelos utilizados para representar tres conceptos (la nieve, el átomo y el electrón), cuyo rasgo común era que todos los participantes declararon que no habían tenido oportunidad de acceder a ellos mediante información procedente de la observación directa. Para ilustrar mejor lo planteado, revise la secuencia de enunciados registrada en el episodio 11 entre las líneas 5 a 10:

Investigador (I): [...] porque nosotros nos reímos “ahí sí, no has visto la nieve”, pero entonces yo les digo, el átomo ¿lo han visto? Sin embargo, hacemos modelos y representaciones del átomo.

PFILQ (GP): Hacemos como un acto de fe si no lo vemos.

PFILQ3: No lo hemos visto pero tenemos evidencias de que existe.

Indudablemente, la respuesta de la PFILQ3 refleja que el conocimiento científico adquirido incide en la manera como los sujetos conciben el mundo, pues a diferencia del profesor en formación inicial del grupo de partida PFILQ (GP), que sugiere un acto de fe, para ella las evidencias de que algo exista no dependen estrictamente de la vista. Al respecto, a partir de lo que se ha construido sobre el discurso científico del profesor, convergen siquiera tres formas de conocimiento: una derivada de la formación disciplinar, otra que viene de la formación profesional, y una tercera que se nombrará como “experiencial”, originaria del día a día, de la cotidianidad, de aquellas vivencias que acontecen fuera de los espacios de formación que provee la universidad.

En conclusión, teniendo en cuenta el total de la información reunida para caracterizar el discurso científico de la PFILQ3, se considera que estas líneas proporcionan un volumen de datos reducidos y por consiguiente insuficientes, razón por la cual este segmento de caracterización para efectos de su representación en el plano de caracterización del discurso científico de la PFILQ3 se declaró ausente.

7. CC-S-P: enunciados en torno a cómo y dónde se crea, valida, acepta, formaliza, aplica, evalúa, comunica y enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad

Es posible que a lo largo de este ejercicio de interpretación, parte del contenido de algunos de los enunciados que se han localizado previamente en otros segmentos respondan a más de una cuestión. En efecto, ese es un punto importante que no puede pasar inadvertido en esta investigación, porque representa la complejidad del discurso científico del profesor.

Parece sensato deducir que responder apropiadamente a la cuestión de cómo y dónde se crea, valida, acepta, formaliza, aplica, evalúa, comunica y enseña el conocimiento científico dentro de una sociedad sea difícil, y que para acercarse siquiera tangencialmente a una aproximación, se acuda al uso de un conjunto articulado de enunciados. Por esta razón, en este segmento se analizan dos participaciones registradas en distintos momentos de la secuencia de enseñanza y aprendizaje en los que la PFILQ3 alude a este asunto:

Pues eso lo sabemos nosotros porque si tú hubieras colocado a alguien de primer semestre no lo hubiera conocido tan fácil porque esto se ve a lo largo de nuestra carrera (episodio 47, líneas 149-151).

En este enunciado, la PFILQ3 propone que el tiempo invertido para la formación influye en el dominio que alcanzan los profesores en torno a los conocimientos científicos, y sugiere que la universidad es un espacio dedicado a la enseñanza de saberes que los estudiantes pueden apropiar e incorporar a su discurso para referirse a los fenómenos que acontecen en el mundo.

Líneas atrás, la PFILQ3 se había referido al conocimiento socialmente aceptado (subrayado), el cual desde su modo de ver se aprende en forma de conceptos disgregados en diferentes niveles educativos a lo largo de la vida (en bastardillas); y configura una manera para entender el mundo, una acción compleja que adjetivada es: contextual, relacional, extensa, aplicada y cambiante (en negritas).

Con **conceptos básicos que nosotros tenemos desde la educación primaria y hasta la educación que tenemos actualmente**, hicimos un recuento, sabemos por ejemplo que la camisa que tiene PFILQ14 es roja, que el volcán cuando hace erupción genera humo, o sea son como conceptos que hemos aprendido a lo largo de la vida y entonces empezamos **a hacer relación con respecto a lo que nosotros estudiamos que es química**, entonces **empezamos a ver como esos conceptos (puntos) tienen relación con algo más profundo que es la ciencia** (episodio 46, líneas 149-151).

Habría que decir también, que las intervenciones seleccionadas recogen interacciones con otros participantes en el proceso de formación, puesto que la PFILQ3 recurre frecuentemente al uso de plurales (tenemos, sabemos, hemos, empezamos, etc.) para entrelazar los enunciados que construye. De ahí que en el análisis de su discurso científico pueda concluirse que su “yo” y el “otro” sean prácticamente indistinguibles.

8. CC-S-He: enunciados en los que se presentan las voces de los ámbitos sociales y/o en los que se abordan normas, valores y relaciones ciencia-ética

Admitir “que existen imperativos de conducta que tienen que ver tanto con la ciencia como con sus implicaciones sociales” (Adúriz-Bravo, 2005, p. 94) constituye la base de este segmento.

En el cierre de la actividad de cine-corto, la PFILQ3 concedió respuesta a una pregunta que uno de los investigadores dirigió al grupo: *¿Creen que, en la historia, la ciencia generalmente destaca al ganador y anula a los personajes secundarios como señalaban en una de las afirmaciones del video?* Interrogante ante el cual ella contestó las líneas que se insertan a continuación:

Sería bueno también el claro ejemplo de los artículos científicos. ¿Quién es el protagonista de un artículo científico? Uno, y ¿quiénes son los antagonistas? Millones de personas que están detrás de eso (episodio 50, líneas 215–218).

En estas líneas subyacen una serie de límites éticos que regulan sigilosamente la propiedad intelectual, y un posicionamiento crítico frente a la forma como socialmente se reconocen las contribuciones de los equipos de apoyo en la producción del conocimiento científico.

9. CC-S-I: enunciados en los que se reconocen las características particulares de la ciencia como producto cultural y/o su lenguaje característico

Una de las características lingüístico-textuales del discurso oral que plantean Calsamiglia y Tusón (2004) es el nivel léxico el cual, en sus palabras, tradicionalmente:

[...] ha sido el plano lingüístico que se ha puesto más en relación con factores culturales, debido a que las palabras sirven para nombrar aquello que se considera parte del conjunto de valores, creencias, objetos, actividades y personas que configuran una cultura (p. 48).

Si bien es cierto, que el uso del lenguaje especializado de la ciencia por parte de la PFILQ3 respecto al del PFILQ2 presenta un grado más bajo de densidad léxica¹⁵, y en general un grado más alto de redundancia, también lo es que ambos lo utilizan como marcador de su pertenencia a un grupo. Para desarrollar esta idea, se introducen las líneas siguientes, las cuales constituyen una de las pocas oportunidades en que la PFILQ3 registró una intervención singular:

Supongo que por las sales disueltas ¿no? O ¿los iones disueltos en agua?, supongo que hay una interacción entre los monómeros del poliacrilato de sodio que impide la absorción óptima (episodio 47, líneas 202–205).

.....
15 Comparación establecida tomando como referente los enunciados del segmento de caracterización 9 de los PFILQ 2 y 3.

Se subrayaron aquellas palabras pertenecientes al lenguaje específico del conocimiento químico, términos que forman parte de una modalidad lingüística especial aceptada y utilizada en el seno de la comunidad científica como herramienta para entablar comunicación y establecer puentes de entendimiento.

En vista de lo expuesto, no resulta extraño que los profesores en formación, como sirven de ejemplo el PFILQ2 y la PFILQ3, hallen en el argot científico un poderoso artefacto para expresar y argumentar sus ideas, pues tal como se evidencia en el análisis estructural de sus participaciones, reiteradamente se identifican dos componentes: uno procedente del conocimiento disciplinar (no necesariamente del conocimiento químico), y otro vinculado a factores contextuales, entre los cuales se encuentran contenidos los derivados de los aportes de las metaciencias, los asociados a la formación profesional recibida, y los que previamente se habían introducido en este documento con la noción de *experienciales*, aportados por la cotidianidad, es decir, por todos aquellos ámbitos con los cuales el sujeto establece contacto y/o en medio de los cuales desarrolla las actividades propias de su existencia.

Al igual que en el análisis anterior, a continuación se propone sintetizar mediante ideas claves la caracterización del discurso científico de la PFILQ3, utilizando para ello la estructura del plano presentado en la figura 3 del capítulo 4.

Tabla 6. Resumen de la caracterización del discurso de la PFILQ3

CCEP	Destaca el papel del trabajo colectivo en la <i>construcción de modelos</i> para explicar los fenómenos.	CCEHe	Establece <i>conexiones</i> entre <i>fenómenos naturales</i> concretos y la <i>teoría científica</i> que conoce.	CCEI	
	Describe la metodología científica como una forma de hacer las cosas, un camino cuyos pasos en vez de seguirse mecánica, ordenada e inquestionablemente, pueden ser intervenidos, incluso modificados, importantes mas no el centro de su participación.		Integra a sus intervenciones la idea de <i>causalidad</i> , procurando incorporar distintas voces para explicar dando el porqué de las cosas.		
CCHP	Propone que las comunidades científicas establecen parámetros racionales para la toma de decisiones en consonancia con los factores contextuales dominantes en los que históricamente se circunscriben los hechos.	CCHHe	Plantea conjuntos de enunciados a través de los cuales da cuenta de la evolución del conocimiento científico y de la multiplicidad de voces que han hecho parte de sus desarrollos.	CCHI	

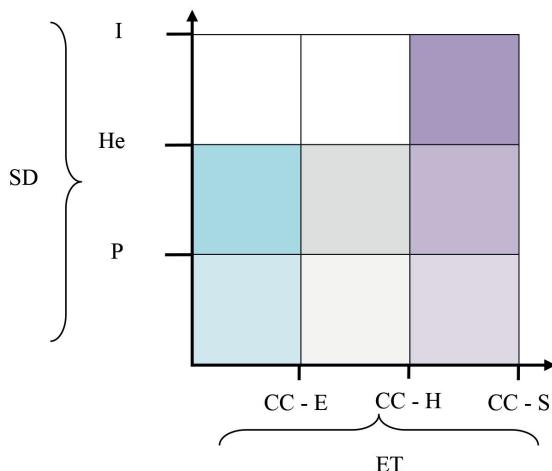
CCSP	Utiliza frecuentemente plurales para entrelazar los enunciados que construye, creando una compleja amalgama que prácticamente hace imposible distinguir su voz de la voz de otros cuando se expresa en torno a las cuestiones de cómo y dónde se enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad.	CCSHe	Sostiene que existen una serie de límites éticos que regulan sigo-sistematicamente la propiedad intelectual.	CCSI	Acude al uso del lenguaje especializado para describir y para referirse a las causas que originan los fenómenos presentados para su estudio.
------	---	-------	--	------	--

Fuente: elaboración propia

En líneas generales, el discurso científico de la PFILQ3 presenta un grado moderado de densidad léxica, representado en el uso mesurado de terminología especializada; posee un alto grado de redundancia; es rico en uso de plurales que emplea para entrelazar los enunciados que construye, razón por la cual en muchas de sus intervenciones es prácticamente imposible distinguir su voz de la voz de los otros; recurre frecuentemente al uso de elementos asociados a las cuestiones organizadoras del eje sociológico de la Naturaleza de la Ciencia, lo cual se refleja en el gran número de enunciados en los que se identifica la relación ciencia-sociedad y cultura; mayoritariamente se apoya en proposiciones que pertenecen a las concepciones contemporáneas de ciencia, y aunque registra el mayor número de participaciones totales en el desarrollo de las actividades de la secuencia, dos de sus segmentos de caracterización están ausentes.

La figura 8, muestra gráficamente el plano de caracterización de la PFILQ3. Los segmentos CC-E-I y CC-H-I se presentan sin color, toda vez que la información recolectada no aportó elementos suficientes para caracterizar la presencia de enunciados dentro de estos segmentos de caracterización de su discurso científico, lo cual en ningún momento quiere decir que no haya un discurso, sino que simplemente no hay elementos contundentes que lo caractericen en ese contexto.

Figura 8. Plano de caracterización del discurso científico de la PFILQ3



Fuente: elaboración propia

Caracterización del discurso científico de la PFILQ11

Tabla 7. Localización de enunciados en el plano de caracterización discursiva de la PFILQ11

Sujeto Discursivo	Ejes transversales		
	CCEI	CCHI	CCSI
	De absorción de la luz, el color absorbido y el color emitido. En la preparación de la sangre hay elementos de la teoría del color que dice que el color rojo es un color primario y por ende no se puede descomponer (episodio 47, líneas 223-226).	Nosotros lo social y lo científico no lo relacionamos tanto porque en esa época en el momento en el que sucedió se veía más la explicación religiosa de cómo fue que Dios mando a Moisés a liberar esas plagas, entonces la explicación de lo científico y lo social era más sobre el susto de las personas al ver que los estaban castigando, nosotros lo relacionamos más por ese lado (episodio 11, líneas 122-127).	Todo el mundo tiende a relacionar las cosas. Digamos, yo creo que algunos de los atributos que le asociamos a las máscaras son cosas que nosotros hemos visto en la televisión; no por azar ellos le pusieron cachos a su máscara, ellos vieron alguna película o tienen algún referente y por eso lo hicieron (episodio 46, líneas 177-181).

Sujeto Discursivo	Ejes transversales		
	CCEHe	CCHHe	CCSHe
	"[...] el magnesio a altas temperaturas produce una coloración roja" y [propone como hipótesis de la tinción de las aguas del río] que haya sido una consecuencia de altas temperaturas el día de los hechos (episodio 11, líneas 195–197).	Yo explicaría lo que hicimos desde la forma histórica porque los métodos que utilizamos fueron caseros [...] Yo intentaría explicar la historia a partir de eso, ¿Por qué utilizar harina para hacer sangre? O ¿utilizar harina para hacer látex? La harina juega un papel muy importante a la hora de preparar todo y las tintas, ¿qué tienen los colorantes? (episodio 46, líneas 77-82).	Digamos que no es como hoy en día que hay muchos grupos de investigadores que, por ejemplo, generan una vacuna. No solo es un científico el que genera la vacuna, son muchísimos científicos, y a esa vacuna se le asigna el nombre del más famoso o del que tiene el dinero suficiente para llevar el nombre de la vacuna. Entonces lo que se veía antes con lo de Tomas Alva Edison todavía se ve (episodio 50, líneas 102-108).
	CCEP	CCHP	CCSP
	Yo diría los términos como saturación, instauración y eso, porque nosotros no vamos a echar mucha harina en el agua porque sabemos que va a quedar saturada de harina [...] como decía también la guía tres de harina y una de agua para que la solución quedara lo suficientemente espesa como para lograr pintar o para lograr que la sangre se vierá espesa [...] si fuéramos como ensayo y error pues lógicamente agregaríamos mucha harina y poca agua o mucha agua y poca harina y nosotros no hicimos eso, nosotros aplicamos las proporciones de harina y agua para que la mezcla quedara consistente (episodio 46, líneas 220–229).	Pues yo diría que la química porque me estoy guiando por el video y allí hay una parte en la que el jarrón no ha tocado el agua y sin embargo cuando el faraón va a agregar de esa agua también está teñida de rojo. Mi explicación sería que esa agua también estaría contaminada por algo que le agregaron entonces yo consideraría más valida la explicación química que pudo haber teñido más rápido (episodio 11, líneas 89-95).	¿Quiénes son los que determinan cuál es del conocimiento científico que se debe validar? (episodio 50, líneas 139-140).

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados de caracterización recolectados en la fase de contextualización, la PFILQ11 se identifica dentro de los cánones de las concepciones contemporáneas de ciencia. Esta conclusión, se deriva de la asignación conferida a los ítems que forman parte de esta categoría en el instrumento aplicado, la cual correspondió a la más alta posible en todos los casos (ver tabla 2).

Cabe apuntar que no por esto, la valoración respecto a las concepciones clásicas resultó nula. En el análisis de los resultados del instrumento diligenciado por la PFILQ11, se encontraron tres valoraciones en los niveles de acuerdo (4) y totalmente de acuerdo (5) asignados para las preguntas 3, 5 y 8, que respectivamente se refieren a:

- El objetivo central de la ciencia es solucionar problemas, cuyas respuestas pueden verificarse mediante evidencias experimentales.
- Gracias al experimento, el científico comprueba si sus suposiciones, frente a un tema de estudio, son verdaderas o falsas.
- La metodología científica garantiza plenamente la objetividad y neutralidad en el estudio de los fenómenos de su interés.

Partiendo de la información proporcionada por el instrumento, se puede evidenciar que la PFILQ11 confiere especial énfasis al eje epistemológico, específicamente, en lo referente a la forma como se elabora el conocimiento científico y al papel del experimento en la comprobación de las hipótesis formuladas. Respecto a los ejes histórico y sociológico, la PFILQ11 considera que sus contribuciones ocupan niveles equiparables de importancia.

Siguiendo las estructuras utilizadas para adelantar los análisis de los casos previos, en la tabla 7 se presentó la localización de enunciados de naturaleza científica en el plano de caracterización del discurso científico de la PFILQ11, quien como ya se mencionó, entre los integrantes del grupo seleccionado registró el menor número de intervenciones totales a lo largo del desarrollo de las actividades transcritas de la secuencia de enseñanza y aprendizaje.

Posteriormente, se analiza detalladamente cada una de las líneas seleccionadas, siguiendo el orden de los segmentos de caracterización sugeridos en el plano de caracterización, y finalmente, se sintetiza en líneas generales las características de su discurso científico, el cual se representa gráficamente en el contenido de la figura 9.

1. CC-E-P: enunciados en donde se analiza de qué manera se elabora el conocimiento científico

El papel destacado que, en consonancia con los hallazgos reportados por el instrumento de caracterización, concede la PFILQ11 a las cuestiones organizadoras asociadas al eje epistemológico, compone el primer punto de análisis. Para citar una situación concreta, durante la socialización de los resultados de la experiencia de laboratorio, ella, expresó lo siguiente:

Yo diría los términos como saturación, instauración y eso, porque nosotros no vamos a echar mucha harina en el agua porque sabemos que va a quedar saturada de harina [...] como decía también la guía tres de harina y una de agua para que la solución quedara lo suficientemente espesa como para lograr pintar o para lograr que la sangre se viera espesa [...] si fuéramos como ensayo y error pues lógicamente agregaríamos mucha harina y poca agua o mucha agua y poca harina y nosotros no hicimos eso, nosotros aplicamos las proporciones de harina y agua para que la mezcla quedara consistente (episodio 46, líneas 220–229).

De lo expuesto, es posible inferir:

- Los miembros de la comunidad científica, entre los que bien podría contarse la PFILQ11, encuentran en los conocimientos adquiridos, herramientas para solucionar problemas y tomar decisiones argumentadas en tiempo real.
- La construcción del conocimiento científico atiende a un conjunto organizado de procedimientos que pudiendo haber nacido del ensayo y error, representan más que simples acciones instrumentales; implican procesos de alta complejidad, a pesar de que con el pasar del tiempo se hayan venido configurando como saberes del dominio público, a tal punto que muchos no duden en calificarlos como “lógicos”.
- Del análisis de la intervención de la PFILQ11, se deduce una fuerte incidencia de la guía de laboratorio en los modos de experimentación, en correspondencia con las formas tradicionales de *hacer ciencia*.
- La combinación entre el uso formal e informal del lenguaje para referirse a hechos replicados en el laboratorio, en una comunidad donde todos sus integrantes asumen la figura de pares, es bastante próxima a las premisas clasificadas dentro de las llamadas concepciones contemporáneas de ciencia. Con esto es posible apreciar que unas y otras concepciones de ciencia (clásicas y contemporáneas) aparecen mezcladas entre las líneas y que, por esta razón, el analista del discurso científico del profesor debe procurar emprender estudios menos fragmentados y más holísticos.
- La pluralización a la que acude recurrentemente la PFILQ11, refleja la multiplicidad de voces que se esconden entre las líneas de los enunciados seleccionados.

2. CC-E-He: enunciados en donde se establecen relaciones entre las proposiciones de la ciencia y la realidad sobre la que pretenden hablar

Las relaciones de correspondencia entre las proposiciones de la ciencia y la realidad de la que pretenden hablar, constituyen la base convencional utilizada para la enseñanza en la formación inicial de los profesores, que usualmente establece como punto de partida supuestos vínculos emergentes entre lo teórico y lo práctico. Para citar un ejemplo concreto, en las líneas 195 a 197 del episodio 11, la PFILQ11

introduce una premisa en la que se apoya en el conocimiento aceptado en el seno de la comunidad científica para referirse a una incipiente conexión entre un hecho concreto: “el magnesio a altas temperaturas produce una coloración roja”, afirmación en la cual centra especial atención en una propiedad macroscópica específica (color), y una posible articulación con fines explicativos en relación con la tinción de las aguas del Nilo, “consecuencia de altas temperaturas el día de los hechos”.

Podría decirse que las actividades que conforman la secuencia de enseñanza y aprendizaje buscaron propiciar condiciones de producción del discurso científico por parte de los profesores en formación inicial; entendido este como una práctica social donde el conocimiento científico ocupa un lugar de privilegio dentro de otras formas que existen para explicar los fenómenos de la naturaleza; un conjunto de acciones construidas en interacciones enriquecidas con aportes provenientes de las metaciencias y materializadas en las voces de los enunciatarios; voces que, tal como se había citado anteriormente, en palabras de Bajtín (1982) resultan de la suma de otras voces, que son heterogéneas, complejas, multilaterales, activas y en donde cada enunciado incluye la postura de respuesta del oyente, y todo hablante es al mismo tiempo un contestatario.

3. CC-E-I: enunciados acerca de los atributos del conocimiento científico y los ejes diferenciadores de este respecto a otros tipos de conocimiento

Reconocer el papel que ocupa el conocimiento científico dentro de las variadas posibilidades que existen para explicar determinado fenómeno, supone considerar relaciones entre los conocimientos provenientes de la formalización teórica en función de las experiencias cotidianas y viceversa. Sin embargo, es de aclarar que esto no significa la desnaturalización de esos atributos que forman parte constitutiva de la identidad del conocimiento científico, y que de una u otra manera configuran los ejes diferenciadores de este respecto a otros tipos de conocimiento disponibles en el mundo.

Teniendo en cuenta que no se pretende universalizar, bien podría decirse que el lenguaje científico del que hacen uso los tres profesores analizados, representa un rasgo característico y a la vez diferenciador de su futura actividad profesional. Mediante el lenguaje, cada uno de ellos teje una puesta en común en el aula que vincula procesos de construcción de conceptos y entendimientos sobre estos (prácticas científicas), y procesos cognitivos y metacognitivos de construcción de conocimiento (prácticas epistémicas).

En lo que respecta específicamente a la PFILQ11, cabe anotar que este segmento de caracterización es tenuemente apreciable. Póngase por caso que, en las líneas seleccionadas, ella vincula conceptos teorizados formalmente (resaltados en negritas) (posiblemente aprendidos y/o profundizados durante el transcurso de su formación) en una situación específica y concreta (subrayada), seguida de una afirmación categórica (en bastardillas) que adquiere sentido en la especificidad del universo del conocimiento científico.

De absorción de la luz, el **color absorbido** y el **color emitido**. En la preparación de la sangre hay elementos de la teoría del color que dice que el color rojo es un color primario y por ende no se puede descomponer (episodio 47, líneas 223-226).

No obstante, la anterior es una información insuficiente para caracterizar el segmento porque ella no permite observar otras formas de explicar la situación a la que se refiere, lo cual no quiere decir que dichas formas sean de plano descartadas, sino que para la circunstancia no revisten un lugar que a criterio consciente o inconsciente de la enunciataria la hagan merecedora de incorporación como parte de la argumentación explicitada.

4. CC-H-P: enunciados en donde se recurre al juicio científico para decidir sobre nuevos modelos y/o sobre modelos rivales

Casi de modo inseparable, en las ocasiones en las que se alude al *juicio científico*, se acude a la noción de *validez* de la que se encuentran provistos los enunciados a la luz de los factores contextuales en los cuales se desarrolla el proceso discursivo entre los interlocutores. En este segmento, la cuestión relevante está en indagar con qué criterios puede decidirse sobre uno u otro modelo, sea este nuevo u opuesto a otro vigente.

Aproximarse a la comprensión acerca de la manera como acontecen estas decisiones, ha sido objeto de estudio y ha representado años de intenso trabajo por parte de diversos investigadores en el mundo, quienes han escrito un número significativo de producción académica en torno al tema.

En la situación que precede este párrafo, uno de los investigadores interrogó a los participantes acerca de los elementos que, según ellos, condicionan la selección de un modelo para explicar las posibles causas por las cuales ocurrió el fenómeno de tinción de las aguas del río Nilo recreado en la película e inmortalizado en la historia de la humanidad por la Biblia. La respuesta conferida por la PFIL11 se desarrolla en medio de una estructura que debe examinarse:

Pues yo diría que la química porque me estoy guiando por el video y allí hay una parte en la que el jarrón no ha tocado el agua y sin embargo cuando el faraón va a agregar de esa agua también está teñida de rojo. Mi explicación sería que esa agua también estaría contaminada por algo que le agregaron, entonces yo consideraría más valida la explicación química que pudo haber teñido más rápido (episodio 11, líneas 89-95).

Desde el inicio de la intervención, la PFILQ11 presenta la explicación con la cual se identifica y las razones que justifican su elección. Por lo que se aprecia, aunque se trata de una posición individual, esta se encuentra influenciada por la información externa de la que dispone (video) e incluso por sus propias experiencias sensoriales derivadas de la vista. A continuación, se resume en tres pasos generales la estructura discursiva que guía esta participación:

- Explícitamente, establece como punto de partida lo que otros han dicho para referirse a hechos análogos (video).
- Articula conceptos al parecer independientes, como si se tratara de las piezas de un rompecabezas.
- Concluye construyendo su propia explicación la cual, en una especie de ciclo, reafirma el enunciado introducido inicialmente.

5. CC-H-He: enunciados referidos a cambios en conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc., del conocimiento científico, que dan cuenta de su evolución y de las voces que han hecho parte de su desarrollo

Las huellas detrás de los cambios registrados en las formas de explicar los fenómenos naturales han quedado consignadas a lo largo de la historia en la evolución de la teoría científica.

En este segmento de caracterización, no se pretende evaluar si el profesor en formación inicial incorpora, o no, información respecto al tiempo cuando ocurrieron determinados hechos, si utiliza teorías provenientes del área del conocimiento en la que recibe formación y/o si enlista con precisión nombres de personajes; sino si trata de reconocer en la heterogeneidad, la transformación y el dinamismo, el papel de la historia de la ciencia en la construcción, negociación y reconstrucción de este tipo de conocimiento en el aula.

Desde el inicio del análisis de las acciones discursivas de los tres PFILQ seleccionados, al referir la historia de la ciencia se ha considerado un conjunto de acontecimientos que han explorado una a una variadas posibilidades para identificar y explicar los orígenes de algunos fenómenos que ocurren en la naturaleza, pero que al mismo tiempo han configurado nuevas opciones para indagar y construir caminos teóricos y/o metodológicos que permitan ampliar fuentes de acceso al conocimiento respecto de aquellas cuestiones sobre las que se ha decidido investigar.

De los enunciados que forman parte de la transcripción de las intervenciones de la PFILQ11, se concluye que en estos no se identifican elementos particulares, asociados al cambio en conceptos, teorías, modelos y/o paradigmas de la que hasta aquí se ha venido hablando, lo cual en ningún momento significa que estos no existan, simplemente que en esta ocasión no se encuentran manifiestos en los fragmentos de acciones discursivas transcritas.

No está de más decir que, localizar un enunciado que por lo menos superficialmente se aproxima a las características descritas para este segmento de caracterización del discurso científico del profesor, resultó complicado después de analizar cuidadosamente el material transscrito producto de las intervenciones de la PFILQ11. Sin embargo, a juicio propio, el elegido contiene dos aspectos fundamentales:

Yo explicaría lo que hicimos desde la forma histórica porque los métodos que utilizamos fueron caseros [...] Yo intentaría explicar la historia a partir de eso. ¿Por qué utilizar harina para hacer sangre? o ¿utilizar harina para hacer látex? La harina juega un papel muy importante a la hora de preparar todo y las tintas, ¿que tienen los colorantes? (episodio 46, líneas 77-82).

- Una concepción de historia asociada a una perspectiva de evolución, en este caso de los métodos (líneas subrayadas).
- Un papel de la historia como fuente que inspira preguntas relacionadas estrechamente con el contexto del que emergen y que no necesariamente responde siempre a cuestiones formales, teóricas y racionales (en bastardillas).

6. CC-H-I: enunciados respecto a la incidencia del nuevo conocimiento en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo

Para muchos parecerá evidente que el nuevo conocimiento científico incide en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo. No obstante, cuando se indaga de qué manera estos nuevos saberes adquiridos transforman los modos como se conciben los fenómenos, emergen interesantes ideas que se inclinan por la aplicación del conocimiento teórico (en ocasiones abstracto y específico), a situaciones concretas que acontecen en las múltiples esferas de la vida, la cual sigue su curso fuera del aula de clase.

Las acciones discursivas de la PFILQ11 están apoyadas por contribuciones provenientes del lenguaje cotidiano, y frecuentemente enriquecidas por argumentos derivados de eventos experienciales acaecidos/comunicados/revisados durante el curso de la formación por la que ha atravesado. En la intervención que sigue, por ejemplo, plantea una diferencia entre las perspectivas sociales y científicas para explicar un hecho ampliamente difundido por la tradición oral: las plagas de Egipto. Una intervención que permite apreciar desde su perspectiva la incidencia de un conocimiento científico que ha sido construido colectivamente en los espacios sociales, como una herramienta para intentar comprender parte del mundo donde vive.

Nosotros lo social y lo científico no lo relacionamos tanto porque en esa época en el momento en el que sucedió se veía más la explicación religiosa de cómo fue que Dios mando a Moisés a liberar esas plagas, entonces la explicación de lo científico y lo social era más sobre el susto de las personas al ver que los estaban castigando, nosotros lo relacionamos más por ese lado (episodio 11, líneas 122-127).

En este enunciado, la PFILQ11 propone que los factores contextuales influyen en la manera como se abordan los fenómenos objeto de estudio (en el momento en el que sucedió se veía más...), plantea los tipos de explicación dominantes de acuerdo con las circunstancias (religiosa mayoritariamente) e incorpora a su producción

discursiva de naturaleza científica aportes desde el uso del lenguaje cotidiano (intencionalmente subrayadas).

Si bien es cierto que la PFILQ11 podría haber profundizado de otra manera en ello, es posible que la dinámica suscitada para el momento de intervención no haya favorecido la construcción de acciones discursivas más específicas, hecho que se evidencia en la ausencia de réplicas y/o de solicitudes de nueva información o de aclaración por parte de alguno de los participantes.

7. CC-S-P: enunciados en torno a cómo y dónde se crea, valida, acepta, formaliza, aplica, evalúa, comunica y enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad

Los enunciados no siempre se encuentran en forma de afirmaciones categóricas que respaldan, contrastan o debaten. Las posibilidades comunicativas son tan amplias, que inclusive enunciados con alto grado de elaboración podrían ocultarse detrás de las preocupaciones que expresan los interlocutores en desarrollo de una discusión.

Indudablemente, este segmento es extenso y procura integrar una amplia gama de acciones conectadas, entre las que se encuentran: creación, validación, aceptación, formalización, aplicación, evaluación, comunicación y enseñanza del conocimiento científico dentro de la sociedad. Como es natural, por consecuencia de múltiples factores no se espera que en la implementación de la primera secuencia de enseñanza y aprendizaje del tipo propuesto en esta investigación, se obtengan respuestas que incorporen todos estos elementos, y en ese sentido las intervenciones de la PFILQ11 configuran un ejemplo perfecto.

En desarrollo de la primera parte del cine-corto, los investigadores construyen en compañía de los profesores en formación inicial una red conceptual a partir de los ejes de la Naturaleza de la Ciencia propuestos por Adúriz-Bravo (2005). Una estructura en la que, voluntariamente, los participantes luego de ver cada uno de los cortos seleccionados, aportan elementos que a su criterio se relacionan con la naturaleza del conocimiento científico. Precisamente, es en esta actividad en donde la PFILQ11 explicita el enunciado que se ha elegido considerar para caracterizar este segmento:

¿Quiénes son los que determinan cuál es del conocimiento científico que se debe validar? (episodio 50, líneas 139-140).

La anterior no es una construcción cualquiera; representa evidencia de un incipiente proceso de reflexión metacientífica (no por esto de menor importancia) en el cual las relaciones ciencia-sociedad adquieren un papel angular. En estas líneas, por ejemplo, la PFILQ11 introduce en la discusión la necesidad de indagar acerca de aquellos sujetos responsables de determinar cuál es el conocimiento científico que se debe validar. Un enunciado que esconde una concepción de la ciencia como una actividad humana que se construye colectivamente, con actores de carne y hueso, que deben tomar decisiones y que, en la práctica, se materializa en productos que no

son incuestionables, porque sus formulaciones se derivan de nuestras capacidades de raciocinio y de nuestras posibilidades de experimentación, que son variadas, dinámicas y en ocasiones ensombrecidas por la incertidumbre.

A pesar de ser un enunciado sin réplica y de quedar aislado en el curso de la discusión, es una intervención que encarna uno de los anhelos por los cuales se precisa incorporar los aportes de la Naturaleza de la Ciencia en la formación inicial de los profesores. No obstante, aporta información insuficiente para caracterizar el segmento.

8. CC-S-He: enunciados en los que se presentan las voces de los ámbitos sociales o en que se abordan normas, valores o relaciones ciencia-ética

Es innegable que la vida de los seres humanos se desarrolla en esferas tan diversas, pero a la vez tan complementarias, de modo simultáneo que, en ocasiones, esta resulta una proposición categorizada fácilmente como de importancia secundaria. Sin embargo, para nuestra fortuna los procesos de formación propician condiciones en las cuales a veces emergen enunciados en donde se presentan las voces desde diferentes ámbitos sociales o en donde se abordan normas, valores y relaciones ciencia-ética.

De los resultados obtenidos producto del análisis individual del discurso científico del profesor es posible afirmar que, en alta proporción, los enunciados construidos por la PFILQ11 se refieren a una secuencia discursiva ambientada en el marco de un evento concreto. Revisar las líneas transcritas a continuación que forman parte del episodio 50:

Digamos que no es como hoy en día que hay muchos grupos de investigadores que, *por ejemplo, generan una vacuna. No solo es un científico el que genera la vacuna, son muchísimos científicos, y a esa vacuna se le asigna el nombre del más famoso o del que tiene el dinero suficiente para llevar el nombre de la vacuna.* Entonces *lo que se veía antes con lo de Tomas Alva Edison todavía se ve* (líneas 102-108).

Deliberadamente, se pusieron en bastardillas dos fragmentos constitutivos de las líneas escogidas y se subrayó un tercero. El primero, para mostrar que la ambientación contextual a la que se ha hecho referencia, ocurre por decisión de la PFILQ11, quien resolvió introducir una situación para desarrollar su intervención (en este caso, la generación de una vacuna), sin que esta haya sido solicitada antes y/o necesariamente sea un elemento que “debiera” insertarse. El segundo, porque demuestra una articulación entre hechos del pasado y la actualidad, opción que requiere del establecimiento de un diálogo entre la información disponible y la perspectiva con la que cree que se fabricó el material sobre el cual se habla (en este caso el video), y el tercero, (como ya se decía, en bastardillas), porque es el espacio en donde ella puede desarrollar sus propias ideas (no es solo un científico el que genera la vacuna, son muchísimos científicos) y/o cuestionar procederes éticos (el reconocimiento otorgado

a grandes laboratorios farmacéuticos con la capacidad adquisitiva para adelantar la investigación y no a sus inventores), imperativos de conducta que no siempre obedecen a ideales sobre el deber ser, por causa del afán de reconocimiento, del lucro, de presiones institucionales, mediáticas, gubernamentales, etc., que permean la toma de decisiones profesionales autónomas y libres.

9. CC-S-I: enunciados en los que se reconocen las características particulares de la ciencia como producto cultural y/o su lenguaje característico

Parecería común que el profesor de ciencias en formación inicial, utilice con frecuencia enunciados en los cuales el uso del lenguaje especializado de esta esfera del conocimiento constituya un rasgo característico. Al respecto, es de señalar que, en este análisis, probablemente las líneas ubicadas en el segmento CC-E-P no solo permiten identificar un enunciado en donde se analiza de qué manera se elabora el conocimiento científico, sino que además posibilita observar la forma como la PFILQ11 incorpora algunos conceptos específicos derivados del conocimiento químico del que dispone.

Sin embargo, las líneas localizadas en este segmento de caracterización permiten explorar el reconocimiento de la ciencia como una expresión de la cultura humana, una práctica en la cual se establecen relaciones y se asignan atributos que, en palabras de la PFILQ11, obedecen a situaciones conocidas y/o a referentes que guían la toma de decisiones.

Todo el mundo tiende a relacionar las cosas. Digamos yo creo que algunos de los atributos que le asociamos a las máscaras son cosas que nosotros hemos visto en la televisión; no por azar ellos le pusieron cachos a su máscara, ellos vieron alguna película o tienen algún referente y por eso lo hicieron (episodio 46, líneas 177-181).

La articulación entre el quehacer científico y los resultados obtenidos en desarrollo de las actividades en el aula, permiten apreciar una inserción de información seleccionada que proviene de fuentes externas como la televisión y/o las producciones cinematográficas a las que los participantes han tenido acceso.

Desde la perspectiva de la PFILQ11, estos factores externos distancian los resultados obtenidos del azar y permiten explicar los productos conseguidos como acciones que materializan ideologías.

Si la ciencia es un producto cultural, lo es entre otras porque es un resultado histórico, consecuencia de un entramado complejo de actividades individuales y colectivas situadas en el espacio y en el tiempo; en este caso, representados en cada uno de los atributos físicos conferidos a un objeto tangible (máscara), donde se halla inmerso en un contexto preciso.

Al igual que como se procedió en los dos análisis previos, a continuación se propone sintetizar mediante ideas claves la caracterización del discurso científico de la PFILQ11, utilizando para ello la estructura del plano presentado en la figura 3 del capítulo 4.

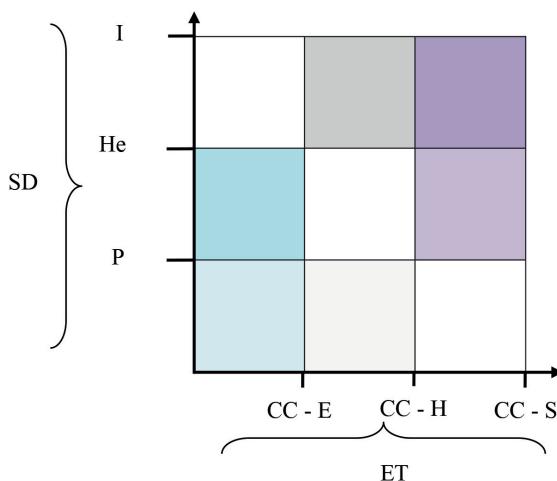
Tabla 8. Resumen de la caracterización del discurso científico de la PFILQ11

<p>Concede papel protagónico a guía de laboratorio en los modos de experimentación, en correspondencia con las formas tradicionales de <i>hacer ciencia</i>.</p> <p>CCEP</p>	<p>Refleja la multiplicidad de voces que se esconden entre las líneas de sus enunciados, recurriendo constantemente a la pluralización.</p> <p>CCHHe</p>	<p>Construye enunciados en los que se apoya en el conocimiento aceptado en el seno de la comunidad científica para referirse a conexiones entre hechos y explicaciones.</p> <p>CCEH</p>	<p>Propone que los factores contextuales influyen en la manera como se abordan los fenómenos objeto de estudio; plantea los tipos de explicación dominantes de acuerdo con las circunstancias e incorpora a su producción discursiva de naturaleza científica aportes desde el uso del lenguaje cotidiano.</p> <p>CCHI</p>	<p>Reconoce la actividad científica como una expresión de la cultura humana, una práctica en la que se establecen relaciones y se asignan atributos, que obedecen a situaciones conocidas y/o a referentes que guían la toma de decisiones.</p> <p>CCSI</p>
		<p>Sitúa como punto de partida lo que otros han dicho para referirse a hechos análogos, y recurre a la articulación de conceptos al parecer independientes para construir sus propias explicaciones, las cuales, en una especie de ciclo, reafirman enunciados introducidos previamente.</p> <p>CCHHe</p>	<p>Establece conexiones dialógicas entre la información de la que dispone y la perspectiva con la cual, desde su criterio, se elaboró el material respecto al cual se encuentra hablando.</p> <p>CCSHe</p>	
<p>CCSP</p>				<p>Fuente: elaboración propia</p>

En líneas generales, el discurso científico de la PFILQ11 es el que cuenta con menor número de segmentos de caracterización identificados. Se destaca como rasgo particular el uso frecuente de información de la que dispone y/o el planteamiento de situaciones hipotéticas, para referirse a los hechos objeto de análisis que se abordaron en desarrollo de las diferentes actividades de aula. Sus intervenciones permiten apreciar el uso entreverado de proposiciones asociadas a las concepciones clásicas y a las contemporáneas de la ciencia. La pluralización a la que acude constantemente, refleja la multiplicidad de voces que se esconden entre las líneas que componen los enunciados construidos. Aunque registra un número importante de intervenciones respecto a otros participantes, muchas de ellas quedan aisladas, consecuencia del bajo número de réplicas que generan entre los demás interlocutores. En contraste con el PFILQ2 y la PFILQ3, la PFILQ11 registra distribuida homogéneamente las ausencias en al menos uno de los segmentos que configuran las líneas de caracterización de su discurso científico.

La figura 9 muestra el plano de caracterización del discurso científico de la PFILQ11. Los segmentos CC-E-I, CC-H-He y CC-S-P se presentan sin color, toda vez que la información recolectada no aportó elementos suficientes para caracterizar la presencia de enunciados dentro de estos segmentos de caracterización.

Figura 9. Plano de caracterización del discurso científico de la PFILQ11



Fuente: elaboración propia

Por último, es importante apuntar que se incorporaron los análisis generales tanto del *grupo de partida* como los específicos del *grupo seleccionado*, en coherencia con la concepción bajtiniana según la cual, para estudiar determinado género discursivo es indispensable reconocer las interacciones que se experimentan entre los

sujetos, entre estos y sus círculos sociales más próximos, y entre estos y los círculos globales donde se encuentran inmersos, en aras de comprender el conjunto de relaciones de poder que se establecen y la manera como se significa y cómo adquiere sentido cierto concepto en un contexto que se circunscribe en unas condiciones histórico-sociales particulares.

Hacia un modelo didáctico del discurso científico en la formación inicial de profesores de Química

La información que proporciona el plano de caracterización constituye la base esencial para plantear algunos elementos que materialicen la posibilidad de construir un modelo didáctico del discurso científico para la formación inicial de los profesores de Química. Por esta razón, si se toman como punto de referencia cada uno de los planos de los integrantes del *grupo seleccionado*, es posible concluir lo siguiente:

1. Los planos de caracterización del discurso científico del profesor permiten evidenciar la heterogeneidad constitutiva y del discurso, es decir, la existencia de entrelazamientos entre diferentes discursos dispersos en el medio social, en este caso representados en las concepciones clásicas y en las concepciones contemporáneas respecto a la actividad científica, y las formas explícitas de presentación que logran identificarse a través del análisis en la materialidad lingüística.
2. La presencia y/o ausencia de los segmentos de caracterización en esos discursos es temporal, toda vez que al encontrarse en proceso de formación los profesores transitan por diferentes lugares de reflexión metacientífica, consecuencia de explorar diversos elementos provenientes de la Naturaleza de la Ciencia y de la interacción con los otros, en circunstancias epistémicas y sociohistóricas que se dinamizan constantemente.
3. Cualquier conjunto de enunciados localizado en determinado segmento de caracterización del discurso científico del profesor, es susceptible de ocupar más de un segmento dentro del plano de caracterización, pues detrás de cada enunciación convergen diferentes voces que en su conjunto componen una armonía.

Como se mencionó antes, la propuesta teórica de Bajtín (1982) sostiene que el discurso nunca es originario, toda vez que proviene de otros discursos, y que la mayoría de

los enunciados que se formulan corresponden a un tipo de formación ideológica¹⁶, proposición que para el caso del discurso científico de los PFILQ, supone considerar una relación entre los enunciados formulados y sus concepciones clásicas o contemporáneas respecto a la naturaleza del conocimiento científico; materializadas fundamentalmente —*aunque no de modo absoluto*— en construcciones verbales y/o escritas provistas de sentido.

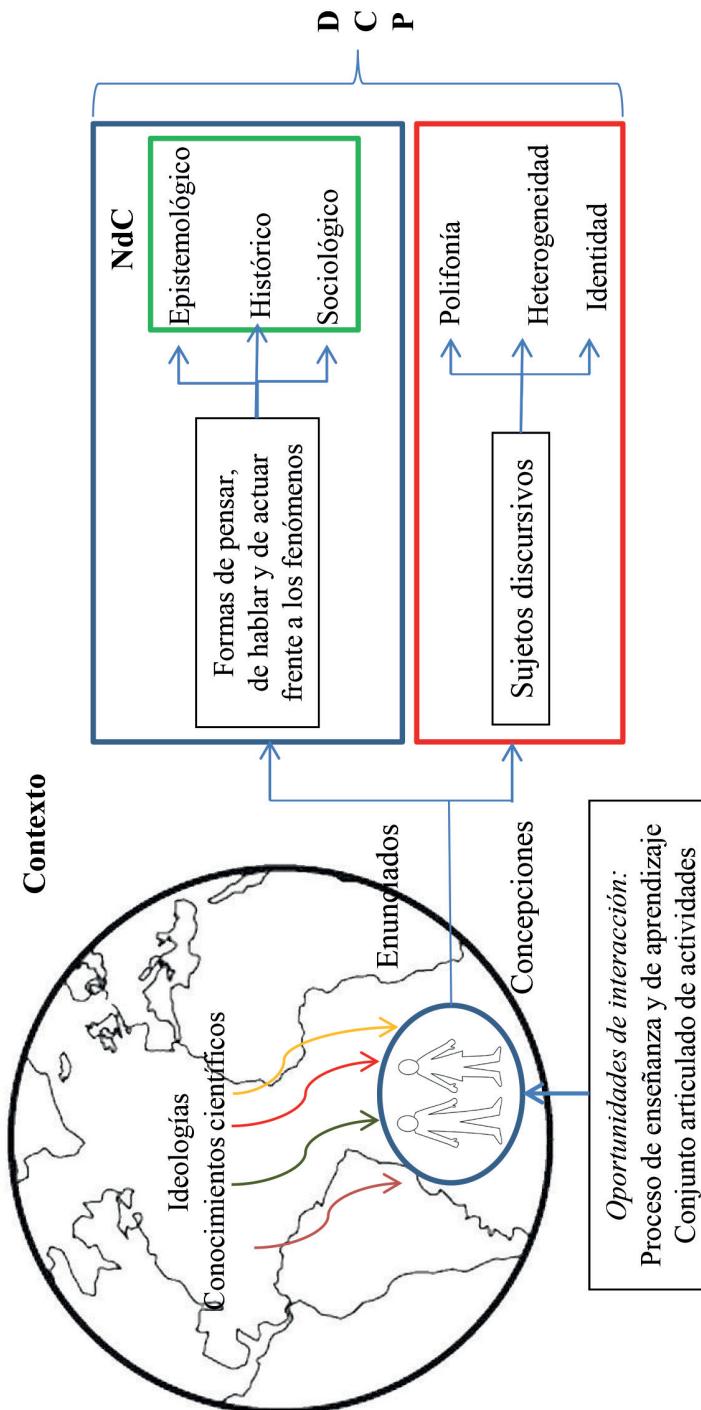
A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se advierte que, dada su complejidad, construir un modelo didáctico del discurso para la formación inicial de los profesores de Química debe contemplar entre sus finalidades de enseñanza propender hacia la interacción en torno a distintos saberes de la ciencia en estructuras de participación horizontal entre pares, en las cuales se desarrollen actividades co-construidas, contextualizadas y articuladas en donde, privilegiando diversidad de espacios de interlocución, los aportes de las metaciencias constituyan “un componente fundamental e insustituible para alcanzar el ambicioso objetivo de una educación científica de calidad para todos y todas” (Adúriz-Bravo, 2012, p. 1).

En la figura 10 se ilustran los elementos de la propuesta inicial de este modelo, en el donde formadores de profesores y los profesores en formación asumen activos roles como sujetos discursivos en un proceso de enseñanza y de aprendizaje, situado en una ubicación espacio-temporal en la que coexisten alrededor del conocimiento científico múltiples ideologías (concepciones) que se naturalizan en distintas formas de pensar, de hablar y de actuar frente a los fenómenos, en lo epistemológico, en lo histórico y en lo sociológico.

A manera de resumen, la formación inicial de los profesores constituye la base del modelo y las oportunidades de interacción; los sujetos y las ideologías alrededor del conocimiento científico conforman el segundo nivel. El marco donde se elaboran y se manifiestan las acciones discursivas, configura el contexto. En el nivel superior se encuentra el discurso científico del profesor, producto de las interrelaciones entre lo que previamente se identificó como las categorías: *ejes transversales* y *sujeto discursivo*.

16 Cabe anotar nuevamente que la ideología se “reconoce en la forma de naturalizar o dar por evidentes ciertas ideas en los enunciados que permiten ubicar ese conjunto de representaciones y valores desde los que el sujeto habla (o es hablado)”.

Figura 10. Síntesis de los elementos de la propuesta de modelo didáctico del discurso científico del profesor



Formación inicial de profesores de Química

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presentan algunas sugerencias derivadas de esta experiencia, que se recomiendan tener en cuenta en cada parte general constitutiva del modelo.

El modelo didáctico del discurso científico del profesor, como se ha denominado esta propuesta dirigida a la formación inicial de profesores de Química, reúne un conjunto articulado de actividades que se desarrollan en escenarios de interacción que trascienden el tradicional salón de clase, integrando prácticas de laboratorio, variedad de materiales que permiten acceder a diferentes perspectivas (artículos, documentos de investigación, videos e información disponible en sitios de interés en internet), multiplicidad de técnicas de comunicación oral (debates, mesas redondas, grupos de discusión y cine-cortos), y espacios de trabajo autónomo seleccionados por los grupos conformados, en el marco de una estructura —tipo secuencia de enseñanza y aprendizaje—, cuya organización para futuras intervenciones podría considerar como referente un esquema similar a la matriz de diseño, aplicación y análisis de resultados obtenidos, que se encuentra incorporada en el anexo 1.

En cuanto a las temáticas, se aconseja la selección de contenidos relevantes, actuales, acordes con los intereses y vivencias de los participantes, enlazados espontáneamente y generadores de oportunidades de interacción en las cuales el uso contextualizado de enunciados de naturaleza científica resulte posible.

No cabe duda de que el protagonismo del modelo lo ocupan las interacciones entre los profesores, entendidas como acciones recíprocas que acontecen entre pares, es decir, entre sujetos que revisten condiciones semejantes no solo respecto a su formación disciplinar o profesional, sino también en cuanto a las oportunidades de intervención de las que disponen a lo largo del desarrollo de las actividades que conforman la secuencia de enseñanza y aprendizaje.

Por lo que se refiere a su localización espacio-temporal, es necesario que las actividades construidas sean *contextualmente diferenciadas*, es decir, que partan de la cotidianidad del mundo donde viven sus participantes; decisión que implica que el formador de profesores considere la individualidad de cada sujeto, diseñe y rediseñe (si fuera el caso) las actividades de las secuencias de enseñanza y aprendizaje (incluso cuando se trate del mismo tema), tenga la habilidad para integrar a cada uno de los participantes, la disposición para negociar las maneras trazadas para alcanzar sus objetivos, y para evaluar y analizar durante el curso de la estrategia los resultados obtenidos; hecho que, por supuesto, demanda mayor tiempo de preparación y de seguimiento, y una enorme capacidad de reinención, toda vez que de aceptar el desafío, el formador debe moverse en un escenario donde coexisten variadas formas de entender y explicar los fenómenos que ocurren en la naturaleza, en un universo donde viven y riñen diferentes ideologías respecto al conocimiento científico, y en un espacio que dista abruptamente de haber alcanzado la última palabra.

Aunado a lo anterior, es de aclarar que el reto no solamente es para el formador de profesores, lo es también para el profesor en formación inicial, circunscrito a

las formas típicas de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias de la naturaleza. Conviene señalar que cuando se plantea que el discurso científico del profesor ocupa el centro del modelo, tácitamente se incorpora la concepción dialógica y heteroglósica¹⁷ del lenguaje recogida en la Teoría de la Enunciación de Bajtín (1982), y se abre un amplio abanico de posibilidades en las que los enunciados materializan formas polifacéticas de pensar, de hablar y de actuar frente a los fenómenos en lo epistémico, en lo histórico y en lo sociológico, ciñéndose a la propuesta de la Naturaleza de la Ciencia de Adúriz-Bravo (2005).

Para llevar a la práctica esta propuesta debe procurarse construir colectivamente una planificación del proceso de enseñanza y aprendizaje que responda, entre otras, a las siguientes cuestiones: “[...] qué contenidos concretos, en qué contexto, con qué objetivos, en qué orden y de qué forma se llevan a cabo y evalúan cada una de las actividades que se realizan para enseñar y aprender la temática o los contenidos curriculares tratados” (Couso, 2011, p. 58). Una estrategia que no solo favorece el desarrollo de un conjunto de acciones de formación para determinado espacio académico, sino que previo a su ejercicio profesional en la escuela les permite a los profesores en formación, adquirir destrezas para aplicar aquello que han aprendido y evaluar diferentes opciones para enseñarlo.

En la idea primigenia en la cual fue concebido el modelo didáctico del discurso científico del profesor, los productos de las interacciones entre los participantes consideran las prácticas discursivas como prácticas sociales, ya que no solo se trata de integrar conocimientos disciplinares y profesionales alrededor de la química, sino de establecer puentes, dado que si buscamos que “[...] aprendan los conceptos científicos propios de la cultura científica escolar, los alumnos necesitan interacción social con miembros de esa nueva cultura (por ejemplo, profesores) para adquirir el discurso y las formas de pensar, de conocer y de hacer esa cultura” (Couso, 2011, p. 64); un discurso que, como se ha expuesto insistentemente, se aleja bastante de ser homogéneo, simple e independiente de la Naturaleza de la Ciencia. De allí que en la figura 10 se plantee que cada enunciado lleva consigo, como si fuera una sombra, vestigios, indicios que permiten inferir o deducir la existencia de concepciones respecto a la ciencia, sean estos de orden clásico o contemporáneo; mensajes estructurados que proceden y que se dirigen vertiginosa y simultáneamente entre los interlocutores, y que es en la acción en donde adquieren materialidad, identidad y sentido.

17 El término ‘heteroglosia’ describe la coexistencia de distintas variedades dentro de un único “código lingüístico”. En griego: *hetero* = diferente + *glossa* = lengua, idioma. De esta manera, el término se traduce del ruso *разноречие [raznorechie]* (literalmente, “diferentes de expresiones”), que fue presentado por el lingüista ruso Mijaíl Bajtín en su artículo 1934 *Слово в романе* [Slovo v romanе].

CONCLUSIONES

- La investigación exigió que los fundamentos teóricos seleccionados se articularen de modo tal que se constituyeron en un potente marco teórico, el cual permitió caracterizar los discursos de los profesores en formación.
- En la línea teórica de Bajtín (1982), la información representada en los planos de caracterización permiten concluir que el discurso científico del profesor es al igual que las voces de los sujetos: heterogéneo, complejo, multilateral y activo, además de estrechamente vinculado a los factores contextuales donde se desarrollan las demás actividades que en conjunto componen su cotidianidad, y que ese discurso como práctica social se encuentra permeado por concepciones de ciencia de las cuales el sujeto no se desliga a la hora de construirlo, por el contrario, se hacen evidentes en su forma de hablar sobre la ciencia.
- La información producto de indagar las concepciones de ciencia de los participantes en la experiencia, resultó útil para comprender las dinámicas del contexto, planificar las actividades de la secuencia de enseñanza y aprendizaje, evaluar la pertinencia de la temática elegida y para interpretar las unidades de análisis recogidas.
- El cine se configuró como un recurso esencial para la producción discursiva y permitió contextualizar la ciencia valiéndose de los aportes provenientes de la Naturaleza de la Ciencia.

- En lo que se refiere específicamente a la secuencia de enseñanza y aprendizaje, el uso de la temática de la química detrás de los efectos especiales mecánicos en el cine; el diseño de las actividades con materiales provenientes de diferentes fuentes que posibilitaron el acceso a puntos de vista desde múltiples campos del conocimiento; la variedad de técnicas de comunicación oral utilizada para el desarrollo de las dinámicas de grupo, y la articulación de los tópicos elegidos con cuestiones asociadas a la Naturaleza de la Ciencia, propiciaron condiciones mínimas para aproximarse a una reflexión metacientífica, fundamental dentro de los procesos de formación inicial de profesores de Ciencias.
- La implementación de la propuesta metodológica de plano de caracterización del discurso científico del profesor en formación evidenció que este modo de caracterización implica asumir una idea de estabilidad y no de un sistema de categorías fijas, cuyo fin se limite simplemente a la agrupación de enunciados.
- En cuanto al lenguaje científico del que hacen uso los profesores analizados, se concluye que este representa un rasgo característico y a la vez diferenciador de su futura actividad profesional. Mediante el lenguaje, cada uno de ellos teje una puesta en común en el aula que vincula procesos de construcción de conceptos y entendimientos sobre ellos (prácticas científicas) y procesos cognitivos y meta-cognitivos de construcción de conocimiento (prácticas epistémicas).
- En lo que tiene que ver con la formación inicial de profesores de Química, caracterizar los enunciados de naturaleza científica que se construyen en el aula proporciona información valiosa que permite la reflexión, evaluación, retroalimentación y/o actualización de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias, desde una perspectiva donde las acciones discursivas posibilitan “el desarrollo de las personas en la doble vertiente de socialización y de individualización” (Coll y Onrubia, 1996, p. 54), y permite comprender la manera como la información compartida en el aula es apropiada, analizada, controvertida y puesta en común en cada una de las interacciones registradas.
- La propuesta de modelo didáctico del discurso científico del profesor, reconoce una perspectiva de enseñanza y de aprendizaje dialógica y colaborativa, en contextos diferenciados, como un camino emergente dentro de los procesos de formación inicial de futuros profesores de Ciencias.
- La contribución de este trabajo para el campo de la educación en ciencias en Colombia, para las líneas de investigación de la Maestría en Educación y del Observatorio Pedagógico es importante, en la tarea de continuar explorando la consideración de que la base epistemológica de una teoría del discurso científico del profesor pueda soportarse en la teoría de la enunciación bajtiniana y de la interacción vigotskiana; en la necesidad de reconocer y establecer como

punto de partida las concepciones que respecto de la actividad científica han construido los sujetos, y en la incorporación del componente metacientífico de la Naturaleza de la Ciencia, en el propósito de lograr procesos de enseñanza y de aprendizaje que favorezcan la construcción de una imagen desmitificada de la ciencia y de una identidad del profesor de ciencias en formación inicial como un sujeto activo, discursivo, epistémico, histórico y social.

REFERENCIAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 133-169. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92050202>.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_3_1.pdf.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Adúriz-Bravo, A. (2011). Desde la enseñanza de los “productos de la ciencia” hacia la enseñanza de los “procesos de la ciencia” en la Universidad. *Colección de Cuadernillos de Actualización para Pensar la Enseñanza Universitaria*, 6(3), 5-15. Recuperado de <https://www.unrc.edu.ar/unrc/academica/pdf/cuadernillo-nov011-3.pdf>.
- Alves, C. (2008). *Análise do discurso: reflexões introdutórias*. São Carlos, Brasil: Claraluz.
- Angulo, F. y García, P. (2003). Un modelo didáctico para la formación inicial del profesorado de Ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 37-49. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27417104>.

- Aquino, R., y Mutti, R. (2006). Pesquisa qualitativa: Análise de discurso *versus* análise de conteúdo. *Texto & Contexto Enfermagem*, 15(4), 679-684.
- Asencio, E. (2014). Una aproximación a la concepción de ciencia en la contemporaneidad desde la perspectiva de la educación científica. *Ciência & Educação*, 20(3), 549-560. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0549.pdf>.
- Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2008). El discurso en la formación de docentes de ciencias. Un modelo de intervención. *Revista Iberoamericana de Educación*, 4(45), 1-14. Recuperado de rieoei.org/deloslectores/2107OrtizV2.pdf.
- Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2012). La reflexión metacientífica a través del cine: un estudio sobre los saberes docentes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 361-391. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024547006>.
- Ausubel, D. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. En S. Elam (Comp.). *Educación y estructura del conocimiento* (pp. 211–237). Buenos Aires: Ateneo.
- Authier-Revuz, J. (1984). Hétérogénéité(s) Énonciative(s). *Langages* (73), 98-111. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/41681984>.
- Bajtín, M. (1963). *La poétique de Dostoievski*. París: Éditions du Seuil.
- Bajtín, M. (1982). *Estética de la creación verbal*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores.
- Bajtín, M. (1992). *El marxismo y la filosofía del lenguaje: Los principales problemas del método sociológico en la ciencia del lenguaje*. Madrid: Alianza Editorial.
- Barcellos, I. y Martins, I. (2006). Discursos de profesores de ciencias sobre lectura. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(4), 1-15. Recuperado de <https://rieoei.org/RIE/article/view/2698>.
- Bauman, Z. (2005). *Identidade. Entrevista a Benedetto Vecchi* (Carlos Alberto Medeiros, Trad.). Río de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- Bertelle, A., Iturralde, C. y Rocha, A. (abril-agosto de 2007). Análisis de la práctica de un docente de Ciencias Naturales. *AdVersuS Revista de Semiótica*, 4(8-9), (s. p.). Recuperado de http://www.adversus.org/indice/nro8-9/articulos/articulo_fernandez.htm.
- Bozelli, F. (2010). Saberes Docentes Mobilizados Em Contextos Interativos Discursivos De Ensino De Física Envolvendo Analogias (tesis doctoral). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, República Federativa del Brasil). Recuperada de: http://www.acervodigital.unesp.br/handle/unesp/174575?locale=pt_BR.

- Bronckart, J-P., Bain, D., Schneuwly, B., Davaud, C. y Pasquier, A. (1985) *Le Fonctionnement des Discours: Un modèle psychologique et une méthode d'analyse*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.
- Brown, P. y Levinson, S. (1987). *Politeness: Some universals in language usage*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bruner, J. (1972). *Hacia una teoría de la instrucción*. México, D. F.: Uthea.
- Calsamiglia, H., y Tusón, A. (2004). *Las cosas del decir. Manual de análisis del discurso*. Barcelona: Ariel.
- Camargo, Á. (enero-julio de 2007). La construcción de sentido en el discurso científico. Y algunos apuntes sobre su presencia en la escuela. *Cuadernos de Lingüística Hispánica* (9), 137-152. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322230194013>.
- Camargo, Á. y Hederich, C. (2011). El género científico. La relación discurso-pensamiento y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Forma y Función*, 24(2), 125-142. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21925446004>.
- Carrera, B. y Mazzarella, C. (abril-junio de 2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*, 5(13), 41-44. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/356/35601309.pdf>.
- Cassany, D., López, C. y Martí, J. (enero de 2000). Divulgación del discurso científico. La transformación de redes conceptuales. Hipótesis, modelo y estrategias. *Ciencia y sociedad*, 2(2), 73-103. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Cassany/publication/275034470_La_transformacion_divulgativa_de_redes_conceptuales_cientificas_hipotesis_modelo_y_estrategias/links/5559c46408ae980ca6108f00.pdf.
- Castelblanco, J. (junio de 2010). El rol comunicador del docente de ciencias, estado del arte y proyecciones. En *Memorias del Segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología*. Cali, Colombia, 21-23 de junio.
- Chalmers, A. (1990). El inductivismo; La ciencia como conocimiento derivado de los hechos de la experiencia. En E. Pérez y P. López. (Trads.). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos* (pp. 11-25). México D. F.: Siglo XXI.
- Chevallard, Y. (1997). *La transposition didactique. Du savoir savant ausavoir enseigné*. [La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado] (2.^{da} ed.). Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

- Coll, C. y Onrubia, J. (1996). La construcción de significados compartidos en el aula: actividad conjunta y dispositivos semióticos en el control y seguimiento mutuo entre profesor y alumnos. En: C. Coll y D. Edwards (Eds.), *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional* (pp. 53-73). Madrid: Colección Cultura y Conciencia.
- Colombia, Ministerio de Educación Nacional (s. f.). Formación inicial. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-48467.html?_noredirect=1.
- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: Modelos para su diseño y validación. En A. Caamaño (Coord.), *Didáctica de la física y la química* (pp. 57-83). Barcelona: Graó.
- De Longhi, A. (2000). El discurso del profesor y del alumno. Análisis didáctico en clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 202-216. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21658/21492>.
- De Longhi, A. (2011). La comunicación en el aula. *Colección de cuadernillos de actualización para pensar la Enseñanza Universitaria*, 6(2), 5-14. Recuperado de <https://www.unrc.edu.ar/unrc/academica/pdf/cuadernillo-sep2011-6.pdf>.
- Edwards, D., y Mercer, N. (1994). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. (R. Alonso, Trad.) Barcelona: Paidós.
- Fernández, M. (abril-agosto de 2007). Bajtín y Vigotsky: La experiencia social en la producción de sentido. *AdVersuS Revista de Semiótica*, (8-9), (s. p.). Recuperado de http://www.adversus.org/indice/nro8-9/articulos/articulo_fernandez.htm.
- Furió, C. y Gil, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado. Una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 257-265. Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/51272/93017.
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Giacomo, M. y Alí, S. (octubre-diciembre de 2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 785-799. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>.
- García, A. (1984), Retórica como ciencia de la expresividad (Presupuestos para una retórica general). En *Estudios de Lingüística* (2), 7-59.
- Garrido, M. (2002). Análisis del discurso. ¿Problemas sin resolver? *Contextos, XIX-XX*(37-40), 123-141. Recuperado de <https://buleria.unileon.es/handle/10612/689>.
- George, D. y Mallory, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update* (4thed.). Boston: Allyn & Bacon.

- Gumperz, J. (1982). *Discourse strategies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hall, S. (2003). *A Identidade Cultural na PósModernidade* (Tomaz Tadeu da Silva e Guacira Lopes Louro, Trads.). Río de Janeiro: DP&A.
- Hall, B. y López, M. (2011). Discurso académico: manuales universitarios y prácticas pedagógicas. *Literatura y Lingüística* (23), 167-192. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/lyl/n23/art10.pdf>.
- Hernández, M. (julio-septiembre de 1996). La historia de la ciencia y la formación de los científicos. *Perfiles Educativos*, XVII (73), (s. p.). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/132/13207303.pdf>.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D. F.: McGraw Hill Education.
- Holquist, M. (1983). Answering as Authoring: Mikhail Bakhtin's Trans-Linguistics. *Critical Inquiry*, 10(2) 307-319.
- Izquierdo-Aymerich, M. (1996). Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* (8), 7-21.
- Izquierdo-Aymerich, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En: Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, pp. 35-64, Alcoy: Editorial Marfil.
- Izquierdo-Aymerich, M., García, A., Quintanilla, M., y Adúriz-Bravo, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias. Aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Jiménez, M. y Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), 359-370. Recuperado de <http://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21944>.
- Lacan, J. (1977/1983). *Psicoanálisis, radiofonía y televisión*. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Madrid: Paidós. (Originalmente publicado bajo el título: "Talking science: language, learning and values", 1990).
- Levin, L., Ramos, A. y Adúriz-Bravo, A. (2008). Modelos de enseñanza y modelos de comunicación en las clases de ciencias naturales. *TED: Tecné, Espisteme y Didaxis* (23) 31-55. Recuperado de revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/147/92.
- López, J. y Boronat, R. (2012). Una reacción química de cine. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 274-277. Recuperado de <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/234/380>.

- Lorenzo, M. y Farré, A. (2009). El análisis del discurso como metodología para reconstruir el conocimiento didáctico del contenido. *Enseñanza de las Ciencias*, 342-346. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap342.pdf.
- Martínez, F., Parga, D. y Gómez, D. (2012). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias. *Revista EDUCyT, Extraordinario*, 139-151.
- Martínez, M. (2001). *Análisis del discurso y práctica pedagógica. Una propuesta para leer, escribir y aprender mejor*. Santa Fe, Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Londres: Routledge.
- Minayo, M. (2003). La etapa de análisis en los estudios cualitativos. En: F. Mercado, D. Gastaldo y C. Calderón. (Orgs.). *Investigación cualitativa en salud en Iberoamérica: métodos, análisis y ética*, pp. 239-270. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Mortimer, E. y Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), pp. 283-306. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf.
- Mosquera, C. y García, A. (2000). Finalidades de la formación inicial de profesores de química. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* (14), 99-116. Recuperado de <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/viewFile/2924/2496>.
- Muñoz-Osuna, F., Arvayo-Mata, K., Villegas-Osuna, C., González-Gutiérrez, F. y Sosa-Pérez, O. (mayo-agosto de 2013). La química detrás de los efectos especiales mecánicos en cine y televisión: regreso a los clásicos. *Revista Tecnociencia Chihuahua*, 7(2), 58-64. Recuperado de http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v7n2/Data/La_quimica_detrás_de_los_efectos_especiales_mecanicos_en_cine_y_television_Regreso_a_los_clásicos.pdf.
- Olivera, A., Mazzitelli, C. y Guirado, A. (2015). El conocimiento construido por los alumnos en las clases de Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 77-94. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_1_5_ex871.pdf.
- Orlandi, E. (noviembre de 2003). *A Análise de discurso em suas diferentes tradições intelectuais: o Brasil*. Trabajo presentado en el 1.º Seminário de Estudos em Análise de Discurso. Porto Alegre, Brasil. Resumen recuperado de <http://www.ufrgs.br/analisedodisco/anaisdosead/1SEAD/Conferencias/EniOrlandi.pdf>.

- Pendones, C. (1992). La heterogeneidad enunciativa. Algunas manifestaciones de la heterogeneidad mostrada. *Estudios de Lingüística Universidad de Alicante* (8), 9-24. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/6478/1/ELUA_08_01.pdf.
- Piaget, J. (1948). *La representation de l'espace chez l'enfant*. París: Puf.
- Pontecorvo, C. y Orsolini, M. (1992). Analizando los discursos de las prácticas alfabetizadoras desde la perspectiva de la teoría de la actividad. *Infancia y Aprendizaje* (58), pp. 125-141. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/48399.pdf>.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 16(1), 175-185. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/83243/108226>.
- Quilez, J. (abril de 2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación Química*, 27(2), 105-114. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000956>.
- Quintanilla, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo (Eds.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (pp. 17-42). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Quintanilla, M., Merino, C. y Cuellar, L. (2012). Análisis del discurso del profesorado de química en ejercicio y su contribución a la evaluación de competencias de pensamiento científico. Un estudio de caso en Chile. *Educación Química*, 23(2), 188-191. Recuperado de www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf1306.
- Ravetz, J. (1996). ¿What is science? En J. Ravetz. *Scientific knowledge and its social problems* (11-31). New Brunswick: Editorial Transaction Publishers (original en inglés, 1971).
- Santander, P. (2011). Por qué y cómo hacer análisis de discurso. *Cinta Moebio* (41), 207-224. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/cmoebio/n41/art06.pdf>.
- Santiváñez-Limas, V. (2004). La didáctica, el constructivismo y su aplicación en el aula. *Revista Cultura*, 18(18), 137-148. Recuperado de http://www.revistacultura.com.pe/revistas/RCU_18_1_la-didactica-el-constructivismo-y-su-aplicacion-en-el-aula.pdf.
- Silvestri, A. y Blank, G. (1993). *Bajtín y Vigotski: la organización semiótica de la conciencia*. Barcelona: Anthropos.

- Solé, I., y Coll, C. (1995). Los profesores y la concepción constructivista. En: Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. *El constructivismo en el aula*, pp. 7-23. Barcelona: Grao.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 21-25. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21883/21717>.
- Todorov, T. (1981). *Mikhail Bakhtine. Le principe dialogique. Suivi de: Ecrits du Cercle de Bakhtine*. París: Éditions du Seuil.
- Vallecilla, A. (2013). La historia de los efectos especiales. *MEY Producciones*. Recuperado de <http://www.tintacinefila.com/la-historia-de-los-efectos-especiales/>.
- Van Dijk, T. (Ed.) (1985). *Handbook of Discourse Analysis*. Discourse Analysis in Society, v. 4. Londres: Academic Press.
- Van Dijk, T. y Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. Nueva York: Academic Press.
- Vásquez, A., Acevedo-Díaz, J. y Manassero, M. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia. Evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(1), 1-37. Recuperado de: <http://rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.PDF>.
- Vigotsky, L. (1981). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- Zambrano, N. (2017). *Caracterización del discurso científico de profesores en formación inicial: La química detrás del cine* (tesis de maestría). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ANEXOS

1. Matriz: diseño, aplicación y análisis de resultados obtenidos de la implementación de la SEA

Fase	Objetivo	Estrategia metodológica	Categorías de análisis	Sub-categoría	Instrumentos	Sistematización de resultados
Contextualización	<p>Identificar la concepción de ciencia construida por los profesores en formación inicial.</p> <p><i>Participantes:</i> Grupo de partida Grupo seleccionado Sujeto discursivo</p>	<p>1. Presentación de la SEA e ideas previas alrededor de la ciencia.</p> <p>1 Aplicación de un test de ideas previas elaborado por el investigador a partir del contenido de los documentos titulados: <i>La ciencia como conocimiento derivado de los hechos de la experiencia</i>. En: ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? (Alan Chalmers) y ¿What is science? (Jerome Ravetz), validado con pares expertos en el tema y profesores de Ciencias en ejercicio.</p> <p>1 Trabajo Autónomo: Lectura del Libro: <i>Una introducción a la Naturaleza de la Ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales</i> (Agustín Adúriz Bravo).</p>	Concepción de ciencia	a). Clásica b). Contemporánea	Test de Ideas Previas (Validado por Carla Joglar Campos, Ángel Yefrín Ariza Bareño y un grupo de profesores en ejercicio de Licenciatura en Química y Biología en el marco del Seminario de Trabajo de Grado I de la Maestría en Educación de la U.D.)	
Fundamentación	<p>Propiciar la construcción de marcos teóricos en torno a los ejes de la naturaleza de la ciencia, que constituyan referentes discursivos, cuando los profesores se refieran a las relaciones entre el conocimiento químico y los efectos especiales mecánicos en el cine.</p>	<p>2. Introducción a la Naturaleza de las Ciencias</p> <p>2. Presentación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje: "La química detrás de efectos especiales mecánicos en el cine".</p> <p>2. Mesa redonda alrededor del contenido del libro <i>Una introducción a la Naturaleza de la Ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales</i> (Agustín Adúriz-Bravo). La actividad se apoyará con una presentación de Power Point elaborada por el investigador para orientar la discusión en torno al tema.</p>	Ejes de la Naturaleza de las Ciencias	1. <i>Epistemológico</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Demarcación • Correspondencia • Método • Racionalidad 2. <i>Histórico</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Innovación • Evolución • Juicio • Intervención 3. <i>Sociológico</i> : <ul style="list-style-type: none"> • Contextos • Valores • Lenguajes 	Grabación de audio y video. Protocolo de clase Grabación de audio y video.	Tratamiento de la información se realizará con SPSS Grupo de partida (21) Grupo seleccionado (3).

El cine, un recurso de producción discursiva. Una experiencia con profesores en formación inicial en Química

Fase	Objetivo	Estrategia metodológica	Categorías de análisis	Sub-categoría	Instrumentos	Sistematización de resultados
Fundamentación	Propiciar la construcción de marcos teóricos en torno a los ejes de la naturaleza de la ciencia, que constituyan referentes discursivos, cuando los profesores se refieran a las relaciones entre el conocimiento químico y los efectos especiales mecánicos en el cine.	<p>3. Una reacción química de cine</p> <p>3. Desarrollo de la lectura base <i>Una reacción química de cine</i>* [José Pedro López Pérez y Raquel Boronat Gil. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 9(2), 274-277, 2012].</p> <p>3. Trabajo en grupo alrededor de cuatro (4) escenarios que abordan el hecho de interés desde diferentes perspectivas.</p> <p>Escenario 1, Lectura base + Apartado del filme "Los diez mandamientos", dirigida por el cineasta Cecil B. DeMille (1956).</p> <p>Escenario 2, Lectura base + Apartado de texto bíblico del libro del Éxodo (Cap. 7 vers. 14 – 22).</p> <p>Escenario 3. Lectura base + Apartado del texto "Éxodo ¿Realidad o Leyenda? De David Fernández García.</p> <p>Escenario 4. Lectura base + apartado del documental "El secreto de las diez plagas", divulgado por el canal de televisión National Geographic.</p> <p>* La lectura base se aproxima al hecho de interés desde la perspectiva de la química.</p> <p>3. Trabajo en pequeños grupos (protocolo sesión de clase).</p> <p>3. Discurso (cuestiones orientadoras).</p> <p>El discurso parte de cuatro (4) cuestiones orientadoras, a saber:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué se dice sobre la "tinción de las aguas del Nilo" en sus diferentes aspectos (científico, social, religioso, artístico o cultural)? 2. ¿Qué explicaciones se dan en relación con lo sucedido? 3. ¿Cómo se describe la "tinción de las aguas del Nilo"? Utilice las reacciones para explicar. 4. ¿Cuál es la concepción de ciencia (si la hay) que exponen los autores del material leído en relación con los hechos que ocurrieron en el Nilo? 	Ejes de la Naturaleza de las Ciencias	<p>1. <i>Epistemológico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demarcación • Correspondencia • Método • Racionalidad <p>2. <i>Histórico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovación • Evolución • Juicio • Intervención <p>3. <i>Sociológico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contextos • Valores • Lenguajes 	Protocolo de clase Grabación de audio y vídeo	Protocolo de Clase: ATLASTI [Cuatro (Dos Parcialmente Completo)]. Grabación de Audio y Vídeo Transana.

Fase	Objetivo	Estrategia metodológica	Categorías de análisis	Sub-categoría	Instrumentos	Sistematización de resultados
Fundamentación	Propiciar la construcción de marcos teóricos en torno a los ejes de la naturaleza de la ciencia, que constituyan referentes discursivos, cuando los profesores se refieran a las relaciones entre el conocimiento químico y los efectos especiales mecánicos en el cine.	<p>4. Práctica de laboratorio</p> <p>a). Día de Nieve: Reacción de absorción de agua por acción del poliacrilato de sodio, condensación, relación presión interna - volumen.</p> <p>b). Enmascarados detrás del terror: Reacciones para preparación de pinturas artificiales, látex casero, sangre falsa y pasta de papel.</p> <p>Contexto Día de Nieve El 13 de octubre 1972, el vuelo 571 de la Fuerza Aérea Uruguaya, en su rumbo a Chile, se estrelló contra la cordillera de los Andes. De los 45 pasajeros, solamente 16 sobrevivieron al desastre. Doce tripulantes murieron a causa de la caída, y diecisiete por causas asociadas a la terrible cordillera, a los treinta grados bajo cero durante la noche y al hambre.</p> <p>Con ayuda del material disponible, recree condiciones climatológicas, presentes en esta puesta en escena.</p> <p>a). <i>Nieve Artificial</i>: 1 “ Cuchara de Poliacrilato de sodio, lupa, 5 platos pequeños de plástico transparente, 3 palillos de madera para revolver, 3 vasos de plástico de 150 ml, cucharas de medición (1/4 de cuchara y 1 cuchara)</p> <p>b). <i>Lluvia</i>: Un recipiente transparente grande, un recipiente transparente pequeño, sal, colorante vegetal, vinipel, una moneda y agua.</p> <p>c). <i>Anillos de Humo</i>: Un globo, una botella de gaseosa con tapa, bracket, incienso y tijeras.</p> <p>Elaboración del escenario con pasta de papel: 1 Rollo de Papel Higiénico, 2 Recipientes, 1 colador, 1 licuadora, 1 frasco de colbón, colorante vegetal verde, café y gris y un cono de cartón o una botella plástica.</p> <p>Contexto Enmascarados detrás del terror Durante la Navidad de inicios de la década del 40, una joven monja conocida como Amanda Krueger (nombre antes de entrar a la orden), fue encerrada accidentalmente en la división de criminales dementes del hospital psiquiátrico "Westin Hills". Durante días fue violada y torturada por los cien pacientes allí confinados. Días más tarde fue encontrada apenas con vida y embarazada. Meses después, <i>Frederick Charles Krueger</i> nació y fue dado en adopción. Freddy fue puesto en adopción al Sr. <i>Underwood</i>, un alcohólico abusivo quien lo maltrataba en sus primeros días (...) Al paso del tiempo, Freddy comenzó a mostrar un comportamiento psicopático.</p>	<i>Ejes de la Naturaleza de las Ciencias</i>	<p>1. <i>Epistemológico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demarcación • Correspondencia • Método • Racionalidad <p>2. <i>Histórico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovación • Evolución • Juicio • Intervención <p>3. <i>Sociológico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contextos • Valores • Lenguajes 	<p>Fotografías</p> <p>Grabaciones de Audio y Vídeo (Presentación y explicación de la propuesta construida en cada uno de los grupos de trabajo)</p> <p>Modelos de Nevados y Volcanes</p> <p>Modelos de Máscaras</p>	<p>Fotografías: ATLASTI (6)</p> <p>Grabaciones de Audio y Vídeo: Transana.</p>

Fase	Objetivo	Estrategia metodológica	Categorías de análisis	Sub-categoría	Instrumentos	Sistematización de resultados
Fundamentación	Propiciar la construcción de marcos teóricos en torno a los ejes de la naturaleza de la ciencia, que constituyan referentes discursivos, cuando los profesores se refieran a las relaciones entre el conocimiento químico y los efectos especiales mecánicos en el cine.	<p>Chucky, conocido como el “muñeco diabólico”, es un muñeco que fue poseído por medio de magia vudú por el asesino en serie Charles Lee Ray.</p> <p>Con ayuda del material disponible, recrea algunos rasgos del rostro, característico de este tipo de personajes terroríficos.</p> <ul style="list-style-type: none"> a). <i>Sangre</i>: Agua, Jarabe de maíz claro, colorante de alimentos de color rojo, azul y verde, harina, maicena y jarabe de chocolate, cuchara, gotero. a). <i>Látex casero</i>: Dos vasos, agua, colbón, harina, frasco para muestra de orina y una cuchara. b). <i>Pintura casera</i>: Maicena, sal, agua, cucharas, vasitos para preparar la pintura, colorante alimentario, un pincel. <p>Al finalizar la sesión, se filmarán pequeños videos explicativos relacionados con los efectos especiales mecánicos elaborados por cada grupo.</p> <p>5. Presentación y discusión - Práctica de laboratorio:</p> <p>5.1. Presentación de la práctica a partir de los elementos incorporados en la V-Heurística (título propuesto, preguntas centrales, naturaleza del conocimiento científico, teorías, principios y leyes, conceptos claves, acontecimientos, registros, análisis de datos, conclusiones).</p> <p>5.2. Partiendo de fundamentos del conocimiento químico, proponga una explicación para las siguientes situaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de volumen del poliacrilato de sodio por reacción con agua. • Preparación del látex. • Producción de Lluvia Artificial. • Preparación de sangre artificial. <p>5.3. Práctica de Laboratorio en la que los estudiantes elaborarán efectos especiales para incorporar a su propuesta de tráiler.</p>	<i>Ejes de la Naturaleza de las Ciencias</i>		<p>Fotografías</p> <p>Grabaciones de Audio y Vídeo (Presentación y explicación de la propuesta construida en cada uno de los grupos de trabajo)</p> <p>Modelos de Nevados y Volcanes</p> <p>Modelos de Máscaras</p>	<p>Fotografías: ATLAS TI (6)</p> <p>Grabaciones de Audio y Vídeo: Transana.</p>

Fase	Objetivo	Estrategia metodológica	Categorías de análisis	Sub-categoría	Instrumentos	Sistematización de resultados
Fundamentación	Propiciar la construcción de marcos teóricos en torno a los ejes de la naturaleza de la ciencia, que constituyan referentes discursivos, cuando los profesores se refieran a las relaciones entre el conocimiento químico y los efectos especiales mecánicos en el cine.	<p>Previo al desarrollo de la práctica, los estudiantes diligenciarán, enviarán y recibirán retroalimentación de parte del investigador, utilizando para ello, el formato “Resumen propuesta de tráiler – Práctica de Laboratorio”, en el cual se precisarán los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contextualización (Resumen de la propuesta de tráiler a desarrollar). • Descripción del Problema (Concepto o Tema central sobre el cual gira la propuesta de tráiler). <p>Materiales y Reactivos requeridos para el desarrollo de la práctica de Laboratorio.</p> <p>Naturaleza del Conocimiento Científico.</p> <p>Resultados Esperados de la Práctica de Laboratorio.</p> <p>Trabajo Autónomo: Lectura: La reflexión metacientífica a través del cine: Un estudio sobre los saberes docentes. (Carola Astudillo, Alcira Susana Rivarosa & Félix Ortiz)</p> <p>6. Cine – Corto</p> <p>Cortos de Partida: Newton vs Leibniz, Tesla vs Edison (Grandes peleas de la ciencia – Proyecto G Quinta temporada), Gente Única: Marie Curie, la mujer radioactiva y un fragmento de la película estadounidense El aceite de Lorenzo (1992).</p> <p>Preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ciencia, ¿Una actividad humana y una forma de comprender el mundo? • Género y ciencia ¿Términos contradictorios? • ¿Al servicio de quién se encuentra la ciencia? ¿Quién determina lo que importa científicamente y lo que no? • ¿Qué científicos deben responder a las preguntas de la sociedad? • ¿Confía la sociedad en la ciencia? 	Ejes de la Naturaleza de las Ciencias	<p>1. <i>Epistemológico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demarcación • Correspondencia • Método • Racionalidad <p>2. <i>Histórico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovación • Evolución • Juicio • Intervención <p>3. <i>Sociológico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contextos • Valores • Lenguajes 	<p>V-Heurística</p> <p>Grabaciones de audio y video</p> <p>Protocolo de clase (Versión inicial y versión ajustada)</p>	V-Heurística (5) y protocolo de clase (1); 8(R; 4); Atlas Tí. Grabación de audio y video Transana.
Socialización	Crear espacios de interacción para la movilización del discurso profesional, a partir del estudio de los efectos especiales mecánicos utilizados en el cine, como estrategia para favorecer la reflexión metacientífica en la formación del profesorado.	<p>7. Reflexión metacientífica a través del cine sobre los saberes del docente de ciencias.</p> <p>7.1. Lectura base: la reflexión metacientífica a través del cine: Un estudio sobre los saberes docentes (Carola Astudillo, Alcira Susana Rivarosa y Félix Ortiz).</p> <p>Discurso a partir de tres cuestiones orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿A qué se refiere la reflexión metacientífica en la enseñanza de las ciencias? • ¿Cuál es la relación que se establece entre el cine y la Naturaleza de las Ciencias? • ¿Qué resultados expone el autor en la investigación realizada? 	Sujeto discursivo	Discurso - reflexión metacientífica a través del cine sobre los saberes del docente de Ciencias.	<p>Protocolo de clase</p> <p>Grabaciones de audio y video.</p>	Protocolo de clase (1); Atlas Tí. Grabación de audio y video Transana.

El cine, un recurso de producción discursiva. Una experiencia con profesores en formación inicial en Química

Fase	Objetivo	Estrategia metodológica	Categorías de análisis	Sub-categoría	Instrumentos	Sistematización de resultados
Socialización	Crear espacios de interacción para la movilización del discurso profesional, a partir del estudio de los efectos especiales mecánicos utilizados en el cine, como estrategia para favorecer la reflexión metacientífica en la formación del profesorado.	<p>8. Sesión Presentación de tráilers</p> <p>8.1. Presentación de los tráilers de película elaborados por los estudiantes del seminario. Con el término <i>grupo</i> se hará referencia a los expositores y con el término <i>público</i> a los demás asistentes, incluidos el investigador y la docente titular del espacio académico.</p> <p>Para el desarrollo del ejercicio, se seguirá la estructura propuesta a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación de integrantes del grupo y del título del tráiler. • Reproducción del video. • El público comentará en relación con el contenido del video: ¿Cuál es la secuencia en que se desarrolla la historia? ¿Cuáles fueron los efectos especiales mecánicos identificados? ¿Qué elementos de la naturaleza del conocimiento científico consideran que tuvieron en cuenta los autores? • El grupo se referirá a las cuestiones comentadas previamente por el público. • Se abrirá un espacio de preguntas y respuestas acerca de la propuesta cinematográfica, entre el grupo y el público asistente. 	Subjecto discursivo	<p><i>Discurso - reflexión metacientífica a través del cine sobre los saberes del docente de Ciencias.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contexto histórico, social, económico, político y cultural. • Metodología científica. • Comunidad científica. 	Archivos digitales – Propuesta por grupos de tráiler. Protocolos de clase Grabaciones de audio y video.	Archivos digitales (6): Transana Protocolo de clase (6): ATLASTI. Grabación de Audio y video Transana
Retroalimentación	Conocer las apreciaciones de los participantes en la intervención didáctica, con el propósito de identificar aportes a la formación docente, incidencia sobre la imagen de ciencia construida y aspectos que favorecen y/o dificultan la producción del discurso de la química en el aula de clase.	<p>9. Retroalimentación</p> <p>9.1. Se seleccionarán 5 estudiantes del grupo y se aplicará la siguiente entrevista:</p> <p>Culminada la intervención didáctica alrededor de “La química detrás de efectos especiales mecánicos en cine”, desarrollada durante las últimas sesiones de este seminario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Considera que esta experiencia aporta a su formación como futuro profesor de química? En caso afirmativo, explique en qué casos le aporta • ¿Cree que este tipo de intervenciones didácticas inciden sobre la imagen de ciencia que construyen los profesores cuando enseñan? En caso afirmativo, ¿de qué manera incide? • Dependiendo de su participación durante las diferentes actividades realizadas, ¿cuáles piensa que son los factores que favorecen y/o que dificultan que usted intervenga en clase cuando se propone determinado tema? • ¿Qué observaciones, comentarios, sugerencias y/o apreciaciones, respecto de esta experiencia, quisiera compartir para la evaluación de esta? 			Grabaciones de audio Registros escritos	Grabación de audio (2): Transana Registro escrito (6): ATLASTI.

2. Instrumento concepciones de ciencia – Test de ideas previas

Nombres y apellidos:					
Seleccione el semestre de las asignaturas que se encuentra cursando actualmente:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cursó o se encuentra cursando las siguientes asignaturas?					
Historia de la Química	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Epistemología de la Química	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No

Apreciado estudiante:

Queremos conocer cuál es su concepción acerca de las siguientes afirmaciones. Para ello, se solicita contestar marcando con una X en la casilla correspondiente. Cada afirmación tiene cinco respuestas posibles, entre las cuales debe elegir UNA, de acuerdo con los siguientes criterios:

- (5) Totalmente de acuerdo
- (4) De acuerdo
- (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (1) Totalmente en desacuerdo

		1	2	3	4	5
1	La ciencia es una actividad humana y una forma de comprender el mundo.					
2	La metodología científica es un proceso paso a paso, secuencial, sistemático y confiable.					
3	El objetivo central de la ciencia es solucionar problemas, cuyas respuestas puedan verificarse mediante evidencias experimentales.					
4	Los científicos crean y validan el conocimiento que producen, por consenso al interior de una comunidad científica.					
5	Gracias al experimento, el científico comprueba si sus suposiciones, frente a un tema de estudio, son verdaderas o falsas.					
6	Entender la forma en la cual la ciencia cambia a través del tiempo es tan importante como entender qué es y cómo se elabora.					
7	Un científico interpreta los resultados de investigación basándose en conocimientos previos, observación y factores sociales y culturales.					
8	La metodología científica garantiza plenamente la objetividad y neutralidad en el estudio de los fenómenos de su interés.					
9	Los científicos deben procurar la solución real y definitiva a problemas que existan en la sociedad efectivamente.					
10	El conocimiento científico permite la participación ciudadana en decisiones referentes a cuestiones de ciencia, entre otras.					

3. Plan de estudios - Proyecto Curricular Licenciatura en Química

El cine, un recurso de producción discursiva. Una experiencia con profesores en formación inicial en Química

4. Selección de los participantes y codificación

Profesor en formación inicial	Criterios de selección de los participantes					Selección de participantes	Codificación
	Asistencia	1	Entrega de productos	2	3		
				4	5		
1							
2							
3						PFIQ 11	
4							
5							
6							
7						PFIQ 3	
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15						PFIQ 2	

El cine, un recurso de producción discursiva. Una experiencia con profesores en formación inicial en Química

Profesor en formación inicial	Asistencia	Criterios de selección de los participantes					Selección de participantes	Codificación
		1	2	3	4	5		
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

Actividad	
1	Instrumento de contextualización
2	Taller. Lectura "Una reacción química de cine". Película <i>Los Diez Mandamientos</i> .
3	Práctica de laboratorio. Efectos especiales mecánicos. Presentación V. heurística
4	Formato Propuesta de tráiler. Elaboración y ajustes
5	Elaboración, presentación y socialización de los tráilers

Convenções	
Cumple	No cumple

5. Cálculo del alfa de Cronbach para estimar la confiabilidad del instrumento de ideas previas aplicado en la fase de contextualización

Cálculo del alfa de Cronbach

K	20,00
ΣVi	19,97
Vt	80,99
Sección 1	1,05
Sección 2	0,75
Absoluto S2	0,75
Alfa α	0,79

6. Cuadro de correlación actividades - indicadores

CCFI		CCHI		CCSI	
Actividad	Indicador	Actividad	Indicador	Actividad	Indicador
<i>Una reacción química de cine</i> Trabajo en grupo, alrededor de cuatro escenarios que abordan el hecho de intereses desde diferentes perspectivas.	Enunciados en los que los participantes presentan las características que atribuyen al conocimiento científico y los ejes diferenciadores de este respecto a otros tipos de conocimiento.	Reflexión metacientífica a través del cine sobre los saberes del docente de ciencias.	• ¿A qué se refiere la reflexión metacientífica en la enseñanza de las ciencias? • ¿Cuál es la relación que se establece entre el cine y la Naturaleza de las Ciencias?	<i>Presentación y discusión. Práctica de laboratorio</i> Partiendo de fundamentos del conocimiento químico, proponga una explicación para las siguientes situaciones: Aumento de volumen del políacrilato de sodio por reacción con agua. Preparación del látex. Producción de lluvia artificial. Preparación de sangre artificial.	Enunciados a través de los cuales se reconocen las características particulares de la ciencia como producto cultural y/o su lenguaje característico.
<i>Una reacción química de cine</i> Trabajo en grupo, alrededor de cuatro escenarios que abordan el hecho de intereses desde diferentes perspectivas.	Enunciados referidos a cambios en conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc., del conocimiento científico que dan cuenta de su evolución y de la multiplicidad de voces que han hecho parte de sus desarrollos.	<i>Una reacción química de cine</i> Trabajo en grupo, alrededor de cuatro escenarios que abordan el hecho de intereses desde diferentes perspectivas.	Enunciados referidos a cambios en conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc., del conocimiento científico que dan cuenta de su evolución y de la multiplicidad de voces que han hecho parte de sus desarrollos.	<i>Una reacción química de cine</i> Trabajo en grupo, alrededor de cuatro escenarios que abordan el hecho de intereses desde diferentes perspectivas.	Enunciados en los que se presentan explícitamente, o no, las voces de los ámbitos sociales en donde se desarrolla la ciencia y/o en las que los participantes abordan las normas y valores que guían las ciencias y/o las posibles relaciones entre ciencia y ética.
<i>Una reacción química de cine</i> Trabajo en grupo, alrededor de cuatro escenarios que abordan el hecho de intereses desde diferentes perspectivas.	Pregunta orientadora: ¿Qué se dice sobre la “inición de las aguas del Nilo” en sus diferentes aspectos (científico, social, religioso, artístico o cultural)?	<i>Cine-corto</i> Pregunta orientadora: • ¿Confía la sociedad en la ciencia?			

Actividad	CCEP	Indicador	Ejes transversales			
			CCHP	Indicador	Actividad	CCSP
Práctica de laboratorio a). Día de nieve: Reacción de absorción de agua por acción del políacrilato de sodio, condensación, relación presión interna-volumen. b). Enmascarados detrás del terror: Reacciones para preparación de pinturas artificiales, látex casero, sangre falsa y pasta de papel.	<i>Cine-corto</i> Preguntas orientadoras: Enunciados en los que se recurre al <i>juicio científico</i> para construir argumentos acerca de la manera como los científicos decidén sobre los nuevos modelos. Y como eligen entre modelos rivales, a partir de los roles que desempeñan como "sujetos" y la comunidad científica como "colectivo".	 Enunciados en los que se recurre al <i>juicio científico</i> para construir argumentos acerca de la manera como los científicos decidén sobre los nuevos modelos. Y como eligen entre modelos rivales, a partir de los roles que desempeñan como "sujetos" y la comunidad científica como "colectivo".	 Preguntas orientadoras: • ¿Al servicio de quién se encuentra la ciencia? • ¿Quién determina lo que importa científicamente y lo que no? • ¿Qué científicos deben responder a las preguntas de la sociedad?	 Preguntas orientadoras: • La ciencia, una actividad humana y una forma de comprender el mundo? • Género y ciencia, ¿términos contradictorios?	 <i>Cine-corto</i>	 <i>Presentación de informe de laboratorio tipo V Heurística.</i>

7. Transcripciones¹⁸

8. Consentimiento informado – Participación en la investigación

Respetado(a) estudiante:

Queremos invitarlo(a) a participar en un ejercicio de formación académica, en el marco del desarrollo del trabajo de investigación elaborado por el estudiante *Néstor Alexander Zambrano González* del Proyecto Curricular de Maestría en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC), titulado: “Caracterización del discurso científico de profesores en formación inicial: La química detrás del cine”, dirigido por la profesora *Liz Mayoly Muñoz Albarracín*.

El objetivo general del trabajo de grado es “identificar y caracterizar el discurso científico que construye un grupo de profesores en formación inicial de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en relación con una situación de aprendizaje”.

Antes de firmar este documento, las partes declaran lo siguiente:

- a. Que la participación de los estudiantes en este ejercicio de investigación académica es voluntaria.
- b. Que la participación de los estudiantes en esta actividad, no representará riesgo alguno para su integridad física, y no tendrá implicaciones en su reputación profesional.
- c. Que, a cada material audiovisual recolectado, protocolo de valoración diligenciado y/o entrevista, los investigadores le asignarán un código que será utilizado para identificar los datos. De esta manera, la identidad de los estudiantes se mantendrá protegida en todo momento.
- d. Que la información recogida en este trabajo es de carácter confidencial y tiene únicamente fines académicos.
- e. Que todos los datos se mantendrán en sitio seguro por parte de los investigadores, quienes podrán utilizar la información obtenida en la producción académica de material divulgativo, el cual podrán socializar ante la comunidad académica en general, siempre y cuando mantengan en secreto la identidad y el buen nombre de los participantes.

¹⁸ Las transcripciones de las sesiones de trabajo se encuentran disponibles en extenso para consulta a través del siguiente enlace en las páginas 157 a 200: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6495>

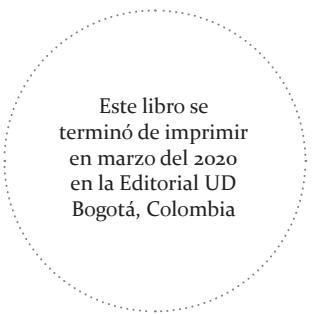
AUTORES

Néstor Alexander Zambrano González

Licenciado en Química y magíster en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Actualmente, desarrolla estudios de Doctorado en Educación en la Universidad Estadual de Campinas (Brasil). Sus intereses investigativos se inscriben en el campo de la educación en ciencias, específicamente en lo relacionado con la formación inicial de los profesores, el uso de las controversias científicas, la mediación de plataformas y formatos digitales para la enseñanza de la química y el análisis del discurso científico del profesor. Participa como investigador en las actividades desarrolladas por el grupo Observatorio Pedagógico de la Universidad Distrital. Además, es autor de diferentes artículos resultado de investigación en el campo de la química y de la didáctica de las ciencias.

Liz Mayoly Muñoz Albarracín

Doctora en Educación para la Ciencia de la Universidad Estadual Paulista (Bauru, Brasil) y magíster en Docencia de la Química. Profesora de tiempo completo adscrita al proyecto curricular de Licenciatura Química y de la Maestría en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Actualmente, lidera el grupo Observatorio Pedagógico, de la Universidad Distrital, en el que se desarrollan investigaciones relacionadas con la enseñanza de las ciencias de la naturaleza y la formación de profesores de Ciencias. También ha realizado publicaciones relacionadas con la enseñanza de la química desde la controversia científica.



Este libro se
terminó de imprimir
en marzo del 2020
en la Editorial UD
Bogotá, Colombia