

Aportes investigativos para la Enseñanza de las Ciencias y el Conocimiento Didáctico del Profesor

Grupo de investigación:
Alternativas para la Enseñanza
de las Ciencias, Alternaciencias

Balance de la trayectoria de los
grupos de investigación de la
Universidad Pedagógica Nacional



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Educadora de educadores



años

Aportes investigativos para
la Enseñanza de las Ciencias
y el Conocimiento Didáctico
del Profesor



Aportes investigativos para la Enseñanza de las Ciencias y el Conocimiento Didáctico del Profesor

Grupo de investigación
Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias, Alternancias

Colección CIUP 41 años
Balance de la trayectoria de los
grupos de investigación de la
Universidad Pedagógica Nacional



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores



Martínez Pérez, Leonardo Fabio

Aportes investigativos para la enseñanza de las ciencias y el conocimiento didáctico del profesor / Leonardo Fabio Martínez Pérez, Diana Parga Lozano. – 1ª. ed. – Bogotá : Universidad Pedagógica Nacional, CIUP, 2018.

62 páginas. — (Colección Ciup 41 años. Balance de la trayectoria de Los grupos de investigación de la Universidad Pedagógica Nacional)

Incluye: Referencias bibliográficas.

ISBN impreso: 978-958-5416-95-6

ISBN digital: 978-958-5503-11-3

1. Ciencias – Enseñanza - Aprendizaje. 2. Prácticas de Enseñanza. 3. Teoría del Conocimiento. 4. Química – Enseñanza – Aprendizaje. 5. Formación Profesional de Maestros. 6. Educación - Enseñanza. 7. Ciencias - Metodología. 8. Educación – Currículo. 9. Pedagogía. I. Parga Lozano, Diana. II. Tít.

501 cd. 21 ed.

**Aportes investigativos
para la Enseñanza de las
Ciencias y el Conocimiento
Didáctico del Profesor**

© Universidad Pedagógica Nacional

© Leonardo Fabio Martínez Pérez,
Diana Lineth Parga Lozano

**Colección CIUP 41 años:
Balance de la trayectoria de los
grupos de investigación de la
Universidad Pedagógica Nacional**

ISBN impreso: 978-958-5416-95-6

ISBN digital: 978-958-5503-11-3

ISBN colección impresa:

978-958-5416-80-2

ISBN colección digital:

978-958-5416-96-3

Primera edición, 2018

Fecha de evaluación:

19 de octubre de 2017

Fecha de aprobación:

23 de mayo de 2018

Hecho el depósito legal que ordena
la Ley 44 de 1993 y el decreto
reglamentario 460 de 1995

Prohibida la reproducción total
o parcial de este material, sin la
autorización por escrito de la
Universidad Pedagógica Nacional

**Adolfo León
Atehortúa Cruz**
RECTOR

**Sandra Patricia
Rodríguez Ávila**
VICERECTORA DE GESTIÓN
UNIVERSITARIA

Mauricio Bautista Ballén
VICERECTOR ACADÉMICO

Fernando Méndez Díaz
VICERECTOR ADMINISTRATIVO
Y FINANCIERO

**Helberth Augusto
Choachí González**
SECRETARIO GENERAL

**Nydia Constanza
Mendoza Romero**
SUBDIRECTORA DE GESTIÓN
DE PROYECTOS CIUP

PREPARACIÓN EDITORIAL
Grupo Interno
de Trabajo Editorial
Universidad Pedagógica
Nacional

**Alba Lucía
Bernal Cerquera**
COORDINADORA

Miguel Ángel Pineda Cupa
EDICIÓN

César Mackenzie Trujillo
CORRECTOR DE ESTILO

Mauricio Salamanca
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Mauricio Esteban Suárez
DISEÑO DE CUBIERTAS

Juan Camilo Sierra Zapata
ILUSTRACIONES

Johny Adrián Díaz Espitia
FINALIZACIÓN DE ARTES

**Xpress Estudio Gráfico
y Digital S.A.**
Impreso y hecho en
Bogotá, Colombia



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores



Contenido

Introducción.....	12
Enseñanza de las Ciencias con enfoque en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente: aportes teóricos y metodológicos a la investigación.....	17
Investigación sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química: el balance de una década.....	34
Consideraciones finales.....	49
Referencias	53
Anexo I. Algunas publicaciones desarrolladas en el contexto de la línea CTSa.....	60

cien

#

~

tecno

+

*

sabe

...cias
biología
...
eres

Autores:

Leonardo Fabio Martínez Pérez,
Diana Lineth Parga Lozano

Líneas de investigación:

1. Didáctica de los contenidos curriculares en Química
2. Enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA
3. Las Ciencias de la Complejidad y el Aula Avances, dinámicas y realidades en las Ciencias

Grupo de investigación:

Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias, Alternancias

Año creación: 2003

* Integrantes del grupo:

Leonardo Fabio Martínez Pérez,
Diana Lineth Parga Lozano,
Yiny Paola Cárdenas Rodríguez,
Diana Catalina Carrión Pérez,
Luis Alberto Castro Pineda,
Natalia Katherine García Ramírez,
Isabel Garzón Barragán,
William Manuel Mora Penagos,
Diana Fabiola Moreno Sierra,
Diana Pilar Villamizar,
Jimmy William Ramírez Cano,
Blanca Rodríguez Hernández,
Nidia Torres Merchán,
Édgar Vargas Aguilar,
Leidy Gabriela Ariza Ariza,
Jonatan López Castillo,
Jacqueline Romero Sánchez,
Ximena Arias, Over Rozo,
Elizabeth Casallas





Acerca del grupo

Como consta en la información registrada en el aplicativo de GrupLac de Colciencias, el grupo Alternaciencias fue creado en agosto del 2003 y constituye un colectivo de pensamiento que busca aportar al mejoramiento y la transformación de la educación en ciencias en Colombia y en América Latina. En este sentido, Alternaciencias está comprometido con el desarrollo de programas de formación inicial y continuada del profesorado de ciencias conforme a la investigación desarrollada en el campo de la Enseñanza de las Ciencias con enfoque en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente y en el conocimiento didáctico del contenido curricular. En el marco de estas líneas de investigación, se busca liderar proyectos de investigación, dinamizar la dirección de trabajos de grado y de tesis de maestría y doctorado, así como la publicación de artículos, libros y materiales educativos, entre otros, a propósito de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en el sistema educativo colombiano. Con base en la producción investigativa, el grupo tiene por objeto constituir propuestas alternativas para la enseñanza de las ciencias que contribuyan con el desarrollo educativo nacional en todos los niveles de formación, con el fin de asesorar a entes gubernamentales en el tema de la educación en ciencias. El grupo se sustenta epistemológicamente en enfoques contemporáneos de la ciencia como la perspectiva de la complejidad y la teoría crítica, que establecen una ruptura importante para abordar la ciencia desde un punto de vista histórico y sociocultural. Además, hace énfasis en la formación humana para la sustentabilidad ambiental conforme los requerimientos del nuevo milenio.



Introducción

El grupo de investigación Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias (Alternaciencias) fue creado en el año 2003 con el planteamiento de un proyecto de investigación en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, orientado a la análisis de aspectos teóricos y metodológicos de una propuesta para enseñar Ciencias de la Naturaleza (Química, Física y Biología) en contextos vulnerables; en ese sentido, dicho proyecto abarcó un diálogo de saberes entre estudiantes, profesores y comunidad, a propósito de la vida en el entorno natural y social. Así, basados en planteamientos de Paulo Freire (1921-1997) se estructuraron secuencias de enseñanza en las cuales niños y niñas de Educación Básica primaria orientados por sus profesores y en diálogo con la comunidad exploraron ambientes naturales como la laguna Terreros, las canteras y el Palo de Ahorcado ubicados en Soacha, un municipio del Departamento de Cundinamarca (Colombia). Allí reconocieron la diversidad biológica existente, pero sobre todo reflexionaron sobre la vulneración de la vida de miembros de la comunidad por la violencia del sector, además de reflexionar sobre el trabajo infantil en el caso de las canteras (Martínez, Lerma, Valencia y Chaparro, 2007).

En el año 2003 también se desarrolló una investigación que analizó el establecimiento de relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) por parte de futuros profesores de Química y se indagó el aprendizaje de conceptos básicos de Bioquímica asociados a la ruta metabólica del Ácido Shikímico en las plantas (Martínez y Rojas, 2006). El estudio fue hecho a través de un juego de roles sobre la cuestión sociocientífica (csc) de las fumigaciones con glifosato en Colombia, la cual desde la década de 1970 ha sido objeto de grandes controversias centradas en la prohibición o intensificación de estas fumigaciones para controlar cultivos ilícitos. El abordaje de dicha polémica propició un aprendizaje contextualizado de conceptos bioquímicos y generó una relación directa entre la base científica de

la controversia, las implicaciones ambientales y los riesgos existentes en la salud humana. Estas dos investigaciones marcaron el origen de la primera línea de investigación del grupo denominada Enseñanza de las Ciencias con enfoque en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), en este sentido hasta el 2007 se consolidaron los presupuestos teóricos de esta línea conforme los aportes de la historia, la epistemología y la sociología de la ciencia. Lo anterior trazó un horizonte investigativo importante que favoreció el desarrollo de varios estudios entre los cuales se destacan los realizados en este mismo año sobre el desarrollo de actitudes favorables hacia la Química, a partir del análisis de la CSC asociada a eventuales sanciones a empresas de la zona industrial de Puente Aranda en Bogotá y de Yumbo en Cali, por la generación de lluvia ácida debido a los altos grados de polución. En 2009, se indagó con estudiantes de Educación Media la controversia sobre la conveniencia de la producción de biocombustibles como energía alternativa. El objetivo del trabajo se orientó al análisis de los niveles de argumentación de los estudiantes y la habilidad del profesor para su desarrollo. Los resultados mostraron que las discusiones realizadas por los mismos estudiantes favorecen un buen nivel de argumentación, caracterizado por el uso de justificaciones respaldadas con garantías y cualificadores. En este mismo año fueron analizados los niveles de negociación básico (representacional), intermedio y avanzado (operacional). Para el año 2011 se trabajó sobre otra CSC, en este caso, a nivel universitario con estudiantes de fisioterapia e hizo relación a la intoxicación de pacientes con sustancias químicas, denominadas xenobióticos, allí se analizó la habilidad de argumentación de los estudiantes y la solución de problemas. La discusión contextualizada de estos temas favoreció una mejor comprensión de conceptos bioquímicos tratados por los estudiantes.

Para el año 2006, al interior del grupo, nació la línea de investigación del conocimiento didáctico del contenido curricular en Química, a partir de la formulación de un proyecto de investigación presentado y aprobado por la Subdirección de Gestión de Proyectos (CIUP) de

la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), dicho proyecto auscultó algunos problemas relacionados con el tratamiento del conocimiento didáctico de contenido (CDC), el conocimiento pedagógico del contenido (CPC) en la formación inicial y continua de profesores de ciencias en términos de preguntarse por las bases conceptuales que sustentan dicho contenido, por cómo el docente integra esos conocimientos a la hora de enseñar y por qué forma la construcción de contenidos pretende generar procesos evolutivos y de complejización del conocimiento de los estudiantes. Los resultados de este proyecto fueron publicados en revistas, capítulos de libro divulgados ampliamente en congresos del área de la Enseñanza de las Ciencias y la Formación de Profesores.

Desde el año 2008 se ha realizado un trabajo articulado entre las dos líneas del grupo de investigación, lo que se evidencia en el desarrollo de un proyecto de investigación CIUP en el 2012 y 2013 centrado en el análisis de los discursos movilizados por profesores de ciencias al diseñar unidades didácticas sobre CSC. De dicho proyecto se publicó un libro de investigación y varias ponencias. Asimismo, entre el 2013 y 2015 se elaboró un proyecto de investigación internacional denominado Programa Colombo-brasileño de Formación de Profesores en la Interfaz Universidad-escuela, que denotó amplia movilidad internacional de profesores y estudiantes de doctorado de nacionalidad brasileña, así como la realización de tres foros de experiencias didácticas sobre CSC y el primer encuentro de grupos de investigación escolar de profesores. Unido a todo lo anterior, en los últimos dos años se ha venido consolidando una línea de investigación sobre la experimentación en ciencias y sus relaciones con la teoría, así como otra línea denominada “Ciencias de la complejidad y el aula”.

Teniendo en cuenta que la línea CTSa y la línea del CDC tienen una amplia trayectoria académica que costa de más de diez años de investigación educativa y didáctica, el presente tiene el objetivo de caracterizar los aportes y avances teóricos y metodológicos de estas dos líneas, poniendo de presente la construcción de conocimiento en

el campo de la Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza y la formación de profesores.

De acuerdo con lo expuesto, la primera parte de este texto presenta un análisis documental de la producción académica de la línea Enseñanza de las Ciencias con enfoque en CTSA en términos de llevar a cabo un balance de la construcción de conocimiento llevado a cabo por el grupo en los últimos catorce años. Así, el estudio documental implicó un análisis de contenido, a través del cual se constituyeron tres categorías: fundamentos teóricos comunes a los productos de la línea, perspectiva metodológica adoptada y aportes a la Enseñanza de las Ciencias.

La segunda parte describe, como la anterior, el resultado de un análisis documental de las producciones que el grupo Alternancias ha desarrollado durante diez años en la línea “Didáctica de los contenidos curriculares en Química”, línea que ha aportado al campo del conocimiento didáctico del contenido (CDC) en Química. Este análisis permite hacer un balance de los fundamentos teóricos y metodológicos en los que se ha fundamentado esta línea, las investigaciones didácticas hechas y los aportes logrados para la transformación de prácticas docentes y la formación del profesorado de Química. De esta manera, se analiza lo investigado en la década 2007-2017 frente a la línea de investigación del CDC, articulando aportes de proyectos de investigación, dirección de trabajos de grado y posgrado (maestría) y publicaciones derivadas de estos trabajos. Los aportes logrados han permitido consolidar estrategias diferentes a las reportadas en la literatura internacional para caracterizar el CDC. Producto de este trabajo se han propuesto las tramas histórico-epistemológicas o THE y las tramas de conocimiento didáctico de contenido o T-CDC, así como las unidades didácticas y su implementación. Además, se ha planteado el modelo del CDC-complejo, se ha caracterizado el CDC de profesores participantes al enseñar teorías propias de la Química (flogisto/oxígeno, dual/estructural, atomismo/equivalentismo, precuántica/

cuántica) y a su vez se ha avanzado en pensar la línea en el marco del CDC sobre Química Verde y Educación Ambiental.

En conclusión, este texto es un balance hecho desde un análisis documental de los desarrollos propios del grupo Alternancias, que evidencia aportes teóricos y metodológicos en la última década, aspecto que es importante para orientar la perspectiva de desarrollo que se continua, al trabajar las líneas de investigación sobre Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias con enfoque en CTSA y conocimiento didáctico del contenido.

En lo teórico, se han considerado referentes desde lo socio-crítico, holístico y complejo para el análisis del desarrollo científico y tecnológico relacionado con aportes de la historia social de la ciencia, su epistemología y demás implicaciones metadisciplinarias, las cuales son poco desarrolladas en estudios de esta naturaleza. Además, se han hecho conceptualizaciones relacionadas con las CSC y su abordaje, el concepto de CDC, de contenido de enseñanza, profesión docente, transformación de las prácticas de enseñanza del profesorado, entre otras.

En lo metodológico, las investigaciones cualitativas desarrolladas han permitido comprender problemas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde una perspectiva holística y contextualizada de los problemas abordados sobre las relaciones CTSA en la enseñanza y la configuración del CDC. También se han estructurado y consolidado otras formas de caracterización y elaboración de diseños curriculares (desde CSC, tramas histórico epistemológicas o THE, Tramas de conocimiento didáctico de contenido o T-CDC, de unidades didácticas) más allá de lo reportado en la literatura, así como de diversos instrumentos de recolección de datos.

Respecto a los aportes hacia la Enseñanza de la Ciencias se destacan los relacionados con la formación ciudadana de estudiantes y del mismo profesorado, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología, el desarrollo de procesos de argumentación y enculturación científica, naturaleza del CDC, su configuración y caracterización

para redimensionar el contenido y su diseño hacia las necesidades actuales de la sociedad.

Las contribuciones en la formación del profesorado de ciencias ha sido un aspecto transversal dado desde la formación inicial y continua, estando articuladas al abordaje, sobretodo, de CSC y la caracterización/análisis del CDC. Así, se han creado programas de formación en la interfaz universidad-escuela, la caracterización de discursos éticos y ambientales en los procesos de enseñanza que desarrollan los profesores, espacios académicos en el programa de Licenciatura en Química, Maestría en Docencia de la Química de la UPN, Doctorado Interinstitucional en Educación y en las instituciones educativas en donde labora el profesorado que ha participado. De otro lado, el impacto de la investigación ha permitido crear grupos de profesores que investigan en su contexto laboral (la escuela, sus clases, su enseñanza, sus diseños, los contenidos, los discursos, las argumentaciones, la naturaleza de la ciencia, el currículo, su CDC, la formación ciudadana, política y cultural desde las ciencias), en colaboración con profesores universitarios que investigan en las dos líneas del grupo.

De esta forma, Alternancias continúa aportando a sus objetos propios de investigación, en consonancia con lo que en el contexto internacional y nacional se viene desarrollando desde la línea CTSA, el abordaje de CSC, la línea del CDC y del conocimiento profesional del profesorado.

Enseñanza de las Ciencias con enfoque en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente: aportes teóricos y metodológicos a la investigación

En la sociedad global contemporánea el desarrollo científico y tecnológico ocupa un papel central en la vida de los ciudadanos. Difícilmente se puede imaginar alguna área de la economía, la salud, la política o

el ambiente que no tenga relación con dicho desarrollo. Proyectos de gran impacto en el campo de la ciencia de los materiales han posibilitado el desarrollo de la nanotecnología y, con esto, la construcción de gran cantidad de dispositivos electrónicos que están presentes en artefactos y máquinas de uso diario. Asimismo, proyectos de frontera como el genoma humano, la manipulación genética, el uso de células troncales embrionarias, entre otros, parecen ofrecer grandes promesas para la cura de enfermedades y para la superación del hambre del mundo al aumentar la producción de alimentos o quizás prometen la consolidación de nuevas alternativas para mitigar la contaminación del planeta.

Entre promesas y cuestionamientos que surgen de las implicaciones sociales, ambientales y éticas de las investigaciones científicas y su uso indebido en el favorecimiento de ciertos intereses económicos y políticos, cabe la pregunta por la educación de los ciudadanos en el presente y, en particular, por la Enseñanza de las Ciencias impartida en diversos espacios formales e informales.

Es de anotar que en el campo de la Enseñanza de las Ciencias el enfoque o línea de investigación que históricamente llamó la atención por la formación crítica de todos los ciudadanos en cuestiones de ciencia y tecnología (C&T) recibió el rótulo de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) y constituyó en la década de 1980 un movimiento de renovación curricular importante que cuestionó el *statu quo* de la enseñanza centrada en la transmisión descontextualizada de contenidos científicos. Tal cuestionamiento aún hace parte de las discusiones actuales que trascienden los espacios escolares para abrir paso a procesos formativos en espacios no formales, así como abre paso al análisis crítico de la distribución y consumo del discurso científico y tecnológico en medios masivos de comunicación, que en la mayoría de los casos generan una opinión pública distorsionada de la C&T.

Precisamente, el grupo de investigación Alternancias ha realizado, por más de diez años, estudios significativos inscritos en la

línea de investigación CTSA, constituyendo aportes teóricos y metodológicos al campo de conocimiento de la Enseñanza de las Ciencias. En este sentido, este aparte tiene como objetivo realizar un balance de los aportes realizados en esta línea de investigación. Para alcanzar este objetivo, se realiza un análisis documental de la producción académica que ha circulado en tesis, proyectos de investigación, revistas, libros y capítulos de libros desde la creación del grupo en el año 2003.

Este aparte, en primera instancia, presenta los aspectos metodológicos que fundamentaron la consolidación de la información y los análisis respectivos; posteriormente, expone el análisis documental conforme las categorías: fundamentos teóricos comunes a los productos de la línea, perspectiva metodológica adoptada y aportes a la Enseñanza de las Ciencias. Por último, se presentan las conclusiones en términos de los objetivos propuestos y las perspectivas de trabajo del grupo de investigación para futuros estudios y aportes al fortalecimiento de la línea CTSA en el campo de la Enseñanza de las Ciencias.

Aspectos metodológicos del análisis documental

Para efectos de caracterizar los aportes teóricos y metodológicos de la línea de investigación CTSA al campo de conocimiento de la Enseñanza de las Ciencias, se lleva a cabo un análisis documental de la producción académica del grupo Alternancias realizada desde su creación en el año 2003. El análisis documental constituye una técnica de investigación interpretativa usada para identificar, seleccionar y caracterizar diversos textos conforme a un objetivo claramente establecido. En este tipo de análisis se realiza una comparación de los diferentes textos estableciendo significados, similitudes y diferencias que permitan concretar una comprensión amplia de los mismos vislumbrando los aportes a un campo de conocimiento.

Para este análisis documental se siguió la metodología propuesta por Sá-Silva, Almeida y Guindani (2009), la cual parte de la caracterización general de los textos objeto de análisis a través de una lectura

global que permite una descripción general y una identificación y selección de los textos de interés de acuerdo con el objetivo propuesto. Una vez identificados los textos de interés se procede a su análisis específico mediante el establecimiento de categorías que posibiliten su comprensión global y particular.

Siguiendo la metodología expuesta anteriormente, se inició con la identificación de los textos organizados y reportados en la aplicación del GrupLac de Alternancias referenciados en la página web¹ del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), allí se identificaron 75 artículos publicados en revistas indexadas, incluyendo números extraordinarios de revistas, 22 artículos publicados en magazines o revistas no indexadas, 8 libros, 21 capítulos de libro, 45 documentos que hacen alusión a trabajos de pregrado, 52 de maestría, 8 proyectos de investigación y participación en 142 eventos académicos, toda esta producción registrada desde la creación del grupo en el año 2003.

Para seleccionar el corpus del estudio documental se procedió a leer los títulos, palabras clave y resúmenes de los trabajos relacionados anteriormente. Con base en ello, se seleccionaron solo aquellos que hacían alusión a la línea CTSA o a algunas de las siguientes palabras asociadas a la misma: naturaleza de la ciencia, formación ciudadana, cuestiones sociocientíficas, argumentación, toma de decisiones, alfabetización científica y formación de profesores en CTSA. Como producto de este ejercicio se consolidó la tabla 1, en la cual se relaciona el total de textos seleccionados para el respectivo análisis.

1 Disponible en: <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000004260>.

Tabla 1. Número de productos de la línea CTSA Grupo Alternancias
2003-2017

Tipo de producto	Núm. de productos	% productos
Tesis Pregrado	25	56
Tesis Maestría	14	27
Artículo revista indexada	28	37
Artículo revista no indexada	5	23
Capítulo de libro	15	71
Libros	5	63
Proyectos de investigación	3	38
Total	95	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 1, de los 231 productos registrados por el grupo, 95 están asociados a la línea CTSA, lo que equivale al 41% de la producción total. Se destaca con un mayor porcentaje la realización de tesis de pregrado, los capítulos de libro y los libros, lo cual expresa un destacado trabajo de la línea en el grupo de investigación en lo referido a la generación de nuevo conocimiento.

En el Anexo 1 se relaciona una tabla en la cual se destacan trabajos relevantes de la línea CTSA organizado en trabajos de grado, trabajos de maestría, artículos publicados en revistas, libros y capítulos de libro.

Los 95 textos seleccionados fueron sometidos a un análisis de contenido siguiendo los planteamientos de Bardin (1977), el cual señala un pre-análisis, exploración del material, inferencia e interpretación. El primer aspecto implica una revisión general de los textos para el establecimiento de aspectos de análisis que faciliten la interpretación, luego se busca el establecimiento de categorías que cumplan con los criterios de representatividad, exhaustividad, homogeneidad y pertinencia. Producto de este proceso se concretaron las siguientes categorías: a) fundamentos teóricos comunes a los productos de la línea, b) perspectiva metodológica adoptada y c) aportes a la Enseñanza de las Ciencias. En cada una de estas categorías se realizan contrastes con la

producción académica de otros grupos de investigación de Colombia y del exterior que realizan estudios en la línea CTSA.

Fundamentos teóricos adoptados en la línea CTSA

En los productos de investigación tales como: Martínez (2012); Martínez y Moreno (2014); Martínez, Parga, Gómez y Rodríguez (2013); Martínez (2015), se pone de presente la adopción de la teoría crítica de Jürgen Habermas y Theodor Adorno como un fundamento importante.

De los aportes de la teoría crítica se rescatan dos elementos esenciales: el aspecto epistemológico asociado a la constitución social del conocimiento científico en la modernidad y el aspecto pedagógico relacionado con la crítica a la semiformación.

En relación con el aspecto epistemológico de la teoría crítica se apropian los aportes de Adorno (1972a, 1972b) y Habermas (1972a, 1972b, 1987, 2006) sobre el análisis de la constitución social de la ciencia y la tecnología en la modernidad. Estos análisis reconocen que este tipo de conocimiento en sus orígenes involucró una razón crítica en la medida que reivindicaba la necesidad de liberar al ser humano de la razón teleológica impuesta por la doctrina medieval que subordinó la humanidad a los mandatos divinos, frente a lo cual la ciencia constituyó la posibilidad de que el propio ser humano fuera el dueño y el responsable de su propio futuro. Este proyecto de la modernidad basado en la razón y especialmente en la razón científica constituyó un interés emancipador.

A pesar del carácter emancipador de la ciencia, en la medida en que fue institucionalizándose en la sociedad capitalista, su razón crítica se fue diluyendo y comenzó a conformarse como un nuevo mito guiado por la razón instrumental. Es decir que la ciencia empezó a percibirse como aquel conocimiento verdadero que justificaba la producción de gran cantidad de mercancías y el ofrecimiento de una gran diversidad de servicios. Aquello que es respaldado o demostrado científicamente

es lo creíble y lo demás se pone en cuestionamiento o se considera falso. Este tipo de lógica instala nuevamente una racionalidad teleológica en la que la ciencia es el fin último y no la libertad humana, o sea se crea una nueva ideología conocida como *cientificismo*.

El análisis crítico de la razón instrumental que comienza a envolver el desarrollo científico posibilita alertar sobre el riesgo de creer ciegamente en sus logros y ofrece la posibilidad de reconocer los avances y beneficios para la humanidad, así como los peligros que representan ciertos proyectos científicos asociados, por ejemplo, al emprendimiento bélico que sustentó el accionar militar de varios países en la Segunda Guerra Mundial y que sustenta varios proyectos militares de conflictos actuales como los existentes en Oriente y Oriente Medio.

Actualmente, la ciencia debe analizarse con precaución, pues muchos de sus proyectos relacionados con la industria farmacéutica, la producción de agroquímicos y la manipulación genética, por resaltar algunos campos, ofrecen promesas que pueden generar bienestar humano, pero que también pueden representar riesgos importantes.

La concepción instrumental de la ciencia en la modernidad también dio origen a lo que autores como González López y Luján (1996) denominan como racionalidad tecnocrática, lo cual significa que el conocimiento científico es responsabilidad exclusivamente de especialistas, desconociendo la importancia de la participación democrática de los ciudadanos como mecanismo de control social. Es decir que desde el punto de vista de la teoría crítica es necesario democratizar la ciencia, lo que significa que todos y todas tienen el derecho a conocer aspectos básicos de este tipo de conocimiento y que pueden participar en las discusiones y decisiones que tengan implicaciones del mismo.

Desde el punto de vista pedagógico, el análisis de Adorno (1996) sobre la cultura en el capitalismo permite rescatar la formación como apropiación subjetiva de la cultural frente al reduccionismo de

la semiformación promovida por la industria cultural, en la cual se promueven procesos de alineación y reproducción social. Los análisis de este autor se enfocan en casos tales como la industria de Hollywood que se presenta como la nueva forma de entretenimiento social que aparentemente vehicula innovación, pero que en realidad establece patrones y estereotipos de reproducción social.

En cuanto concepto central de la educación crítica que rescata la razón como la posibilidad de cuestionar lo que aparentemente es verdadero, la formación constituye una idea importante para la Enseñanza de las Ciencias, pues se trata de comprender la ciencia como construcción social que trae beneficios, pero que también trae riesgos y peligros que deben considerarse.

Ahora bien, la democratización de la ciencia implica, desde el punto de vista educativo, la necesaria formación de los ciudadanos para que puedan participar críticamente en las discusiones que involucren este tipo de conocimiento. Una forma de lograr este propósito consiste en enseñar ciencias para favorecer la alfabetización científica, que representa la comprensión de los conceptos estructurantes de las disciplinas científicas (Biología, Química y Física) desde el punto de vista histórico, sociológico y cultural.

Otra fuente teórica importante de los estudios llevados a cabo en el grupo de investigación está dada por los aportes de la epistemología de la ciencia especialmente de Kuhn (2001, 2006) y los estudios de la historia social de la ciencia expuestos por Fleck (1986). Estos aportes van más allá de los aspectos sociales de la teoría crítica y centran la atención en el análisis específico de la construcción histórica de la ciencia.

Tanto Fleck como Kuhn ofrecen una comprensión amplia de la ciencia que supera la concepción empirista y positivista, por cuanto no consideran el conocimiento científico reducido a la lógica inductivista basada en los hechos, ni se limitan a la concepción hipotético deductiva del falsacionismo, sino que consideran que la ciencia es una construcción social establecida por comunidades que establecen

determinados principios y valores que orientan la conformación de paradigmas, en la terminología usada por Kuhn, o colectivos de pensamiento, en términos de Fleck. La construcción de la ciencia no seguiría una linealidad de hechos y autores que han elaborado teorías, sino que obedece a procesos dinámicos que abarcan rupturas teóricas y metodológicas; es decir, la ciencia es una construcción que abarca distintas controversias entre distintos autores que consolidan tradiciones que evolucionan a lo largo del tiempo.

Desde el punto de vista de Barona (1994), tanto Kuhn como Fleck contribuyeron a la comprensión dinámica de la ciencia al cuestionar la concepción individualista que alimentó los estudios historiográficos representados por relatos de grandes personajes que eran descritos sin hacer alusión a los contextos sociales y comunitarios en los que constituyeron sus aportes. Además, aportaron a problematizar la concepción de neutralidad del conocimiento científico propia del funcionalismo establecido por Robert Merton, cuya teoría consideraba que la ciencia no tenía intereses particulares.

Las apropiaciones teóricas de los trabajos filosóficos, sociológicos e históricos por parte de los estudios del grupo Alternancias, desarrollados en la línea CTSa, colocan de presente una originalidad de sus planteamientos críticos para ampliar la comprensión de la naturaleza de la ciencia en el campo de la Enseñanza de las Ciencias, ya que al comparar este proceso de apropiación con otros grupos de investigación del ámbito nacional se encuentra, por ejemplo, que el trabajo desarrollado por Cardoso (2013) expone una comprensión de la naturaleza de la ciencia desde una perspectiva epistemológica, pero no articula una perspectiva crítico-social; esto también puede evidenciarse en el ámbito internacional en los trabajos de Adúriz-Bravo (2005) y Acevedo (2008).

Perspectiva metodológica adoptada

La mayoría de los trabajos de investigación desarrollados por el grupo de investigación Alternancias en la línea CTSa han adoptado una perspectiva metodológica cualitativa en la medida en que posibilita una comprensión holística, empática e intersubjetiva de los problemas tratados en los diferentes estudios. Esta perspectiva coincide con los desarrollos metodológicos del campo de la Enseñanza de las Ciencias tratados por Moreira (2009), cuyo trabajo sobre investigación en Enseñanza de las Ciencias y métodos cualitativos presenta las diferencias de corte epistemológico de este tipo de investigación, así como el papel del investigador y la retórica que involucra este paradigma.

En los estudios cualitativos desarrollados por el grupo el investigador es participante, ya que se involucra activamente en los fenómenos educativos de su interés y del interés de los demás actores de la investigación. La calidad de este tipo de investigación está dada por la riqueza de los registros constituidos en el trabajo de campo, la contrastación y verificación hecha por los propios participantes de la investigación en sus actuaciones en entrevista, observaciones y elaboraciones propias que también son objeto de análisis. Así, la validez de esta metodología está dada por la credibilidad que es garantizada a través de procesos de explicación cuidadosa de procedimientos realizados para la recolección de la información, la presentación exhaustiva de registros sistematizados y la triangulación de los mismos, la cual implica la contrastación de varios datos obtenidos por diversos instrumentos que apuntan a un mismo propósito.

Siguiendo una metodología cualitativa interpretativa en Martínez y Rojas (2006) se logró caracterizar el establecimiento de relaciones CTSa por parte de un grupo de futuros de profesores de Química que experimentaron una estrategia didáctica diseñada a partir de simulaciones educativas sobre las fumigaciones de glifosato en Colombia, en el marco de un espacio académico de Bioquímica; además, se evidenció un favorable aprendizaje de conceptos de bioquímica asociados al metabolismo vegetal.

En Martínez, Peña y Villamil (2007) se analizó el desarrollo de actitudes favorables hacia la química en estudiantes de Educación Media, a partir de una investigación cualitativa que dio cuenta del desarrollo de un caso simulado sobre lluvia ácida en Bogotá y Cali.

La perspectiva cualitativa adoptada en el caso de los formación de profesores ha incorporado una perspectiva crítica que, a su vez, es coherente con la fundamentación teórica presentada en la anterior categoría, en este caso con los planteamientos de asociaciones libres y esfera pública propuestos por Habermas (1990, 1997), quien en el marco de su teoría de acción comunicativa plantea el desarrollo de procesos de interacción social intersubjetiva, despojados de coacciones o imposiciones, para dar paso a un proceso de deliberación argumentada. Desde la perspectiva crítica trasciende la explicación, predicción, control y verificación de hipótesis, lo cual es propio de la investigación cuantitativa. De forma diferente, este tipo de investigación cualitativa busca comprender las situaciones educativas en determinados contextos sociohistóricos y propende por favorecer cambios o mejoramiento de las prácticas educativas. En este orden de ideas, en el trabajo de Martínez y Moreno (2014) se cuestiona la racionalidad técnica presente en la investigación, en la medida en que los propósitos de la investigación van más lejos que la explicación, predicción o control de los fenómenos sociales y educativos, de tal forma que la construcción de conocimiento está articulado al reconocimiento de intereses, ideologías y valores. Además, este tipo de investigación trata problemas unidos necesariamente a la relación teoría-práctica en el sentido de la acción-reflexión propuesta por Freire (2002), ya que investigar exige reflexión crítica sobre la práctica en que al aproximarse a las comprensiones teóricas, se puede pasar de la condición ingenua del cotidiano a una comprensión epistemológica de la acción.

Aportes a la Enseñanza de las Ciencias

Los aportes de los trabajos desarrollados en la línea CTSA del grupo Alternancias por más de diez años pueden resumirse en las problemáticas que ha tratado y conforme con el conocimiento que se ha construido en el campo de la Enseñanza de las Ciencias. En este sentido, se describen temáticas generales de investigación que están mutuamente relacionadas entre sí. Sin embargo, para efectos prácticos de evidenciar la caracterización hecha en los productos de investigación, se considera pertinente especificar algunos puntos centrales de análisis.

Como punto transversal de investigación se definió la formación de profesores bajo la perspectiva CTSA, ya que los temas que son presentados a continuación implican de diferentes formas el estudio de las limitaciones y posibilidades del enfoque CTSA en la formación inicial o continuada de profesores.

Naturaleza de la ciencia y la tecnología

En este punto de investigación se ha buscado analizar las implicaciones que tiene el enfoque CTSA sobre las creencias y prácticas de los profesores y estudiantes sobre la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. En Ruiz, Martínez y Parga (2009) se identificaron concepciones descontextualizadas, ahistóricas, apromblemáticas y neutras de la ciencia y tecnología por parte de un grupo de profesores del contexto rural. No obstante, estas concepciones se fueron problematizando y fueron cambiando en la medida en que las propias experiencias de los docentes en su contexto generaban un reconocimiento de tecnologías propias de la producción de alimentos en estos sectores que ponía de presente una construcción cultural y contextualizada de la ciencia.

Formación para la ciudadanía responsable

En este punto se evidencian los aportes a la construcción de estrategias didácticas que permitan vivenciar en el aula la participación democrática de los estudiantes como un ejercicio social que los prepara para

ejercer su ciudadanía en escenarios reales. Por ejemplo, en el trabajo de Martínez y Rojas (2006) desarrollado con futuros profesores de Química, se propuso un juego de roles sobre los actores involucrados en la controversia sociocientífica de las fumigaciones con glifosato en Colombia. La estrategia implica el estudio de fuentes documentales que posibiliten construir argumentos de los actores involucrados; por ejemplo, se representan grupos de científicos que han elaborado estudios sobre los impactos ambientales del glifosato y sobre su actividad bioquímica en las plantas. Asimismo, se representan los empresarios que hacen parte de la compañía productora del herbicida, las autoridades gubernamentales que han sustentado las fumigaciones, las comunidades indígenas y campesinas que han establecido demandas desde la década de 1960 por los impactos en la salud y en la agricultura. Después de un proceso de preparación de cada uno de los roles, se lleva a cabo la discusión recreadas por simulaciones de eventos o audiencias públicas del tema. Durante todo el proceso se evalúa la estrategia y se evidencian los aportes a la formación de los estudiantes, dando cuenta que están mejor preparados para enfrentar discusiones reales en cuanto ciudadanos.

De forma semejante, pero en el nivel de la Educación Media, se llevan a cabo los trabajos de Martínez, Peña y Villamil (2007) y Martínez, Cattuzzo y Carvalho (2009), en los cuales se propone un juego de roles para tratar la problemática de la lluvia ácida generada por el sector industrial de Puente Aranda en Bogotá y Yumbo (Cali); en el segundo se realiza un juego de roles sobre la instalación de una planta de etanol en una ciudad del interior del estado de São Paulo en Brasil.

En los estudios citados se han evidenciado aportes a la formación ciudadana de los estudiantes en cuanto al mejoramiento actitudinal frente al estudio de la ciencia y el desarrollo de capacidades de negociación y argumentación en procesos de discusión social.

Enculturación científica y argumentación

En este punto los aportes se han centrado en construir estrategias didácticas que favorezcan la argumentación de los estudiantes, entendido este proceso como una nueva forma de aprender ciencias en el cual no se evalúa el aprendizaje de los estudiantes por la mera comprensión conceptual, sino por su capacidad de elaborar argumentos usando adecuadamente los conceptos en determinadas situaciones sociales que involucran el conocimiento científico. Por ejemplo, en Moreno y Martínez (2009) se llevó a cabo un estudio sobre la argumentación de estudiantes de Educación Media cuando discuten las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo de biocombustibles. Allí se evidenció la construcción de mejores niveles de argumentación cuando se favorece la discusión entre los propios estudiantes y el profesor la favorece a través de preguntas e intervenciones que posibilitan una mejor comprensión de los aspectos científicos, tecnológicos y ambientales involucrados.

La argumentación, entendida como una nueva forma de aprender, favorece la comprensión de la ciencia como cultura, ya que permite vivenciar dinámicas semejantes como es producir este tipo de conocimiento en escenarios sociales concretos.

Abordaje de cuestiones sociocientíficas en la Enseñanza de las Ciencias

En el transcurso de la última década, el grupo Alternaciencias ha destacado la emergencia del abordaje de CSC como problemática de investigación, las características centrales de estas cuestiones y las correspondientes intenciones didácticas de su abordaje, de donde el trabajo con profesores de ciencias en ejercicio al abordar CSC ha exigido la articulación de la investigación didáctica desarrollada en la universidad con las experiencias e investigaciones escolares llevadas a cabo por los profesores en contextos escolares, centrado la atención en

estudiar los aportes y retos de la formación de profesores en la interfaz universidad-escuela.

El abordaje de csc en la Enseñanza de las Ciencias ofrece importantes posibilidades para trabajar aspectos políticos, ideológicos, culturales y éticos abarcados en las investigaciones científicas contemporáneas.

Así, se resalta que el grupo Alternancias ha permeado la investigación dentro y fuera de la universidad, fortaleciendo las relaciones entre la escuela, la universidad y el impacto de las investigaciones a nivel de trabajos de pregrado y posgrado. De ello se evidencian investigaciones en torno al análisis de las contribuciones y limitaciones del abordaje de las csc en la práctica de profesores de ciencias. En este sentido, en un proyecto de investigación desarrollado entre el 2012 y 2013 (Martínez et al., 2013), se caracterizó la emergencia del abordaje de csc en la última década del siglo xx y su consecuente auge durante la primera década del siglo xxi.

Los trabajos descritos anteriormente evidencian el abordaje de csc en la Enseñanza de las Ciencias con enfoque en ctsa y denotan sus aportes a la formación ciudadana de estudiantes de distintos niveles del sistema educativo colombiano, así como ponen de presente aportes para la formación inicial y continua del profesor, en términos de los avances en investigaciones y experiencias sobre su práctica.

Al seguir los planteamientos hechos en Martínez (2014) se puede decir que el abordaje de csc en la práctica del profesorado posibilita el desarrollo de procesos investigativos sobre la enseñanza de las ciencias en la medida que le permite construir conocimiento sobre las habilidades de pensamiento crítico, la argumentación, el desarrollo actitudinal y la formación ciudadana de sus estudiantes. Además, favorece el trabajo colaborativo entre varios docentes, ya que el abordaje de estas cuestiones implica una perspectiva interdisciplinar que articula distintos conocimientos científicos, tecnológicos, éticos, sociales y ambientales.

Ahora bien, dentro de la sistematización de resultados de investigación, talleres, foros y encuentros de formación realizados por el grupo, se destaca el trabajo de Martínez y Parga (2013) que analizó el discurso ético y ambiental en la formación y construcción de estrategias para mejorar la Enseñanza de las Ciencias, allí se caracteriza el discurso ético relativista, deontológico y utilitarista. También se caracteriza el discurso ambiental antropocéntrico, ecocéntrico y biocéntrico.

En Martínez y Parga (2014) se centró la atención en determinar cuáles son los elementos que caracterizan un programa de formación de profesores en la interfaz universidad-escuela, orientado a la discusión de CSC, cuáles son los aportes pedagógicos y didácticos que el programa puede traer para la formación inicial y continua de profesores de ciencias y cuáles son las recomendaciones curriculares que pueden constituirse de ese programa para la construcción de políticas educativas orientadas a la articulación entre las prácticas de los profesores de las escuelas e investigaciones académicas desarrolladas en el ámbito universitario. Frente a estas preguntas se concluyó lo siguiente:

- El programa formación creado como un ambiente de investigación colaborativa establecido entre diferentes profesores en formación inicial, en ejercicio y en formación postgradual, da cuenta de una comunidad de aprendizaje que trata los aportes y dificultades del abordaje de CSC y ambientales en la práctica docente. Los contenidos del programa se consolidaron de acuerdo con las necesidades de los participantes y sus contextos culturales. Su currículo es contextual, abierto, cambiante, flexible, de libre asociación y trata sobre problemáticas contextuales del siglo XXI.
- En relación con los aportes en la formación continuada de los profesores practicantes de la investigación se evidenció el desarrollo de sus propios proyectos de manera colectiva e interdisciplinaria, lo cual aportó a la formación ciudadana de los estudiantes en la medida en que favoreció el desarrollo

del pensamiento crítico. Esta formación también se evidenció como un proceso de aprendizaje situado en el contexto local de la institución educativa y se manifestó en el desarrollo de alternativas curriculares y estrategias de aprendizaje fundamentadas en el abordaje de CSC, lo que redundó en un trabajo colaborativo de grupos escolares de investigación.

- En cuanto al abordaje de CSC propuesto por los profesores participantes de los grupos escolares de investigación se posibilitó una comprensión crítica de la naturaleza de la ciencia, en la medida en que se facilitó el análisis y reflexión sobre las implicaciones sociales, políticas, culturales y axiológicas del desarrollo tecnocientífico. Esto se demostró con el abordaje de CSC, tales como la legalización de sustancias psicoactivas, la privatización del agua, la contaminación atmosférica, el suministro de la vacuna del papiloma humano a niñas, entre otras cuestiones tratadas desde el punto de vista de los profesores en ejercicio, en colaboración con profesores universitarios. También se constató la elaboración e implementación de materiales didácticos, tales como secuencias de enseñanza-aprendizaje y talleres que constituyeron muestras de diseños curriculares elaborados por los propios profesores para favorecer una mejor enseñanza de las distintas disciplinas escolares. Todo esto ayudó a mejorar el aprendizaje y las actitudes de los estudiantes para favorecer su formación ciudadana.
- En cuanto a la recomendación curricular se estableció que el desarrollo de programas de formación de profesores entre escuelas y universidades se considera importante para generar redes de investigación sobre asuntos de interés para ambas instituciones, de tal forma que se construyan comunidades de aprendizaje que a partir de la investigación sobre la práctica docente favorezcan transformaciones significativas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la escuela.

De acuerdo con esto, en Martínez, Parga y Garzón (2015) se evidenció una investigación colaborativa llevada a cabo entre profesores de los grupos escolares de investigación creados en el programa de formación y los profesores universitarios del equipo del proyecto. Estos grupos escolares de investigación fueron conformados por 31 profesores de cinco instituciones educativas, cuatro públicas y una privada. En la investigación colaborativa los profesores de las instituciones educativas sistematizaron capítulos elaborados por ellos mismos.

Investigación sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química: el balance de una década

Iniciando la investigación sobre el CDC

En el año 2006, el grupo Alternaciencias crea la línea de investigación “Didáctica de los contenidos curriculares en química”, línea que se pregunta por el qué y cómo enseñar en química. Esto ha permitido investigar la práctica docente y, en particular, los contenidos de enseñanza que están presentes en los programas, las unidades didácticas, los libros de texto y materiales de apoyo del profesorado de química en formación continua e inicial, y cómo estos funcionan en las prácticas de enseñanza. De esta forma, son objeto de investigación de la línea los siguientes:

- El estudio de los modelos y las concepciones didácticas del profesorado (desde la formación inicial y permanente en torno al diseño curricular) y sus implicaciones en su desarrollo profesional.
- La determinación de las características que deben tener los contenidos de enseñanza y cómo se deben organizar en torno

al CDC para favorecer una evolución significativa de las concepciones del estudiantado y del profesorado.

- Cómo diseñar los currículos de los espacios académicos o “asignaturas” desde tramas evolutivas cada vez más complejas. Para ello es fundamental el soporte de las metadisciplinas de las ciencias y, en particular, de la química (historia, epistemología, sociología) para entender, desde el contexto didáctico, el currículo como hipótesis de transición, de interacción-innovación e investigación escolar.

En el año 2007, en el marco de esta línea del grupo, se formuló un proyecto para desarrollar en dos años, titulado “Conocimiento didáctico del contenido curricular en química: una estrategia sustentada en el diseño de tramas conceptuales (DQU.025.07)”. Este proyecto fue financiado por el Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP). Su objetivo central fue diseñar unidades didácticas de la química a partir de tramas conceptuales histórico / epistemológicas, lo que se logró al ir consolidando un marco conceptual desde el conocimiento didáctico del contenido o CDC y así integrar diferentes conocimientos que convergen en la integración del denominado CDC. En esta investigación participaron estudiantes de Licenciatura en Química y de la Maestría en Docencia de la Química de la UPN, quienes desarrollaron en el contexto de los objetivos específicos del proyecto, sus trabajos de grado y de disertación. Sin embargo, al concluir el proyecto, la línea continúa su desarrollo y siguen vinculándose estudiantes de posgrado en esta, se participa en eventos académicos internacionales y se hacen publicaciones de artículos y libros. Un resumen de estos trabajos se presenta a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Algunas producciones desarrolladas en el contexto
de la línea del cdc

Tipo de obra	Año	Trabajo
Trabajo de grado	2008	Conocimiento didáctico del contenido curricular en Química: un estudio con profesores en formación inicial.
Trabajo de disertación de Maestría	2008	Caracterización del conocimiento didáctico del contenido curricular (cdc) en los profesores de ciencias al diseñar una unidad didáctica con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.
	2009	Selección de contenidos para la enseñanza del concepto de estructura en química orgánica.
	2009	Conocimiento didáctico del contenido curricular del profesorado de química: enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y mol.
	2009	Conocimiento didáctico del contenido curricular para la enseñanza de la combustión.
	2010	Caracterización del conocimiento didáctico del contenido curricular en Química: el concepto de Discontinuidad de la materia en profesores en ejercicio.
	2011	Implementación de una unidad didáctica basada en el concepto de discontinuidad, una propuesta para la complejidad del conocimiento en química.
	2013	Análisis didáctico de libros de texto escolares de química contextualizado en el cdc.
	2013	Análisis del conocimiento del contexto escolar en el diseño curricular en química.
	2014	Caracterización del conocimiento didáctico del contenido curricular de un licenciado en química y de un químico.
	2014	Contenidos curriculares de la química y su relación con las modalidades académicas.

Tipo de obra	Año	Trabajo
Artículos en revistas	2007	Tramas histórico-epistemológicas en la evolución de la teoría estructural en química orgánica. <i>Tecné, Episteme y Didaxis: TED</i> , (21) 100-118.
	2008	El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico epistemológico con las tramas de contexto aprendizaje. <i>Tecné, Episteme y Didaxis: TED</i> , (24) 56-81.
	2011	Conocimiento didáctico del contenido curricular para la enseñanza de la combustión. <i>Educación Química</i> , 22(1), 45-50.
	2014	El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. <i>Educación Química</i> , 25(3), 332-342.
	2015	Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: o caso dos professores universitários de química. <i>Tecné, Episteme y Didaxis: TED</i> , 38, 167-182.
	2016	Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en química. <i>Indagatio Didáctica</i> , 8(1), 777-792.
	2017	Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: estudio de caso de un profesor universitario. <i>Educare</i> . En prensa.
Capítulo de libro	2014	Mora, W. y Parga, D. (2014). Aportes del CDC desde el pensamiento complejo. En A. Garritz, M. Lorenzo y S. Daza (eds.), <i>Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana</i> (pp. 100-143). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
	2015	Parga, D. (ed.). (2015). <i>El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química</i> . Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Fuente: elaboración propia.

Fundamentos metodológicos y teóricos al investigar sobre el CDC

Desde el punto de vista metodológico, de la misma forma que la línea CTSA, la investigación se ha venido desarrollando bajo el enfoque, constructivista cualitativo (Denzin y Lincoln, 1994; Guba y Lincoln, 2012) porque esta permite orientar y describir fenómenos sociales

relacionados con procesos educativos (por ejemplo, el diseño de unidades didácticas, el proceso de enseñanza, la caracterización del CDC, entre otros) y ha habido interés por el estudio de los significados y acciones humanas (las del profesorado en ejercicio y en formación inicial) desde sus perspectivas como agentes sociales. Asimismo, se han analizado situaciones del contexto laboral de los participantes, sin pretender generalizar, pero sí profundizar en la mejora de sus diseños curriculares, en la caracterización y consolidación de su CDC y, por lo tanto, en la mejora de su enseñanza. La dinámica de la investigación se ha centrado en la participación directa del profesorado, más que en sujetos o personas investigadas.

De esta manera, la investigación se ha caracterizado por ser holística, ya que se ha estudiado la realidad (por ejemplo, las aulas de clase en donde se desarrolla la práctica pedagógico y didáctica, o donde el profesorado en ejercicio enseña) desde un enfoque global sin fragmentarla ni seleccionar variables; inductiva, porque las categorías e interpretaciones se construyeron desde la información obtenida; deductiva cuando desde los referentes conceptuales se establecieron categorías previas para el análisis; o abductiva cuando se combinaron las dos anteriores. Ha sido ideográfica porque se ha podido interpretar lo singular del fenómeno social analizado (el diseño curricular de los participantes para enseñar conceptos de química, el CDC del profesorado en formación inicial y en ejercicio, estudio de materiales didácticos desde la perspectiva del CDC). Este proceso ha sido hecho dentro de los criterios de calidad científica, en los que se resalta la *credibilidad* ya que, entre otras, se explicó el origen de las categorías, sus criterios de su formulación y la procedencia de los datos; la *transferibilidad* horizontal, ya que los resultados se dan de caso en caso dentro de los contextos de investigación sin hacer generalizaciones de las muestras representativas, recogiendo abundante información y haciendo descripciones densas; y el criterio de *confirmabilidad* hecho desde diferentes mecanismos de triangulación (de información, de técnicas, de investigadores y teórica).

Como fases del diseño metodológico se han desarrollado las de diseño didáctico, de discusión en grupo, de caracterización, de estudio de caso como tal, de implementación, entre otras. Y en cuanto a etapas, ha habido documentación para interpretar documentos históricos, epistemológicos y didácticos que luego permitieron hacer diseños (de tramas y de unidades didácticas) para enseñar los conceptos de combustión, mol y cantidad de sustancia, teoría estructural y dual, teorías precuántica y cuántica; etapas exploratorias y descriptivas de las situaciones relacionadas con la caracterización del CDC y los aspectos que el profesorado considera para hacer el diseño curricular; y de estudio de caso, etapa en la que se construyeron los procesos que ocurren en las aulas de clase al caracterizar e implementar las unidades didácticas y cómo estas impactan en el desarrollo profesional de los docentes participantes.

La principal técnica de análisis usada ha sido el análisis documental, para lo cual se diseñaron fichas de clasificación elaboradas a partir de la información consolidada de documentos tales como tramas, transcripciones de entrevistas semiestructuradas, sistematización de encuestas con preguntas abiertas y cerradas, transcripciones de las observaciones de clase, de las grabaciones de audio y video y los diseños curriculares del profesorado. Se ha trabajado con muestras intencionales en las que participan profesores voluntarios, en formación inicial, que estaban en la práctica pedagógica y didáctica, y en ejercicio.

En el desarrollo de la primera fase de la investigación (etapa documental) se establecieron momentos históricos representativos de la química en los que hubo cambios para establecer niveles de transformación teóricos y de paradigmas en la química (teorías del flogisto/oxígeno, teorías del atomismo/equivalentismo, teorías dual/estructural, teorías precuántica/cuántica) y así diseñar tramas históricas/epistemológicas (THE) y tramas de conocimiento didáctico de contenido (CDC) en los campos conceptuales de la química y de las teorías seleccionadas. En la etapa exploratoria y descriptiva se

identificaron aspectos que el profesorado considera al momento de seleccionar y diseñar los contenidos de enseñanza de la química para la educación secundaria frente a estas teorías. Luego de las THE se plantearon tramas T-CDC que fueron fundamentales para el diseño curricular de las unidades didácticas, unidades que luego se implementaron en las aulas de clase. De esta manera, se aplicó e hizo seguimiento de la implementación de esos diseños de unidades didácticas en instituciones educativas pilotos en las que se hace la práctica pedagógica y didáctica de la Licenciatura en Química de la UPN e instituciones donde labora el profesorado en ejercicio, este último proceso consolidó los estudios de caso.

Desde lo conceptual y teórico, se inició el proyecto asumiendo los siguientes principios:

- Que los contenidos de enseñanza no son los mismos contenidos elaborados por quienes producen el conocimiento científico, sino que requieren de cambios para ser enseñados. Estos cambios se dan por transformación, transposición o integración didáctica, y para ello se necesita un conocimiento específico, llamado por Shulman (1999) *Conocimiento pedagógico del contenido* o PCK (pedagogical content knowledge, por su sigla en inglés), pero por las diferencias que hay para nosotros entre lo pedagógico y lo didáctico, lo asumí como *Conocimiento didáctico del contenido* o CDC (Parga, 2015).
- Para ir consolidando la comprensión del CDC, asumimos una perspectiva compleja, crítica y constructiva de la formación del profesorado en la que el mejoramiento docente implica desarrollo profesional relacionado con la investigación sobre el currículo y específicamente sobre los contenidos de enseñanza.
- Que los contenidos de enseñanza, en el marco de un conocimiento epistemológicamente diferenciado, son propios del saber escolar, estos evolucionan y se pueden organizar a

través de tramas para evidenciar la creciente complejización y vincular a los problemas relevantes del estudiantado en el contexto del diseño microcurricular.

- Que así como es importante conocer, antes de enseñar, lo que los estudiantes ya saben para que aprendan de forma adecuada, también es necesario conocer lo que el profesorado sabe acerca de la enseñanza: siendo necesario investigar su pensamiento, entender qué contenidos privilegia en la enseñanza, las fuentes y criterios de selección y de organización del contenido; el papel que le da al saber científico, pedagógico, didáctico, histórico, epistemológico, sociológico, cotidiano, cultural, entre otros, al diseñar la enseñanza y, por lo tanto, al hacer sus diseños curriculares.
- Que para enseñar o para hacer enseñable un contenido de la química es fundamental la integración de unos conocimientos (Parga, 2015), los que conforman el CDC.

Además de lo anterior, fue necesario analizar los conceptos de *trama* y de *unidad didáctica* considerados en la investigación. Así, se asumió la trama como un esquema (tabla, mapa conceptual u otra forma de presentación y organización) que permite evidenciar de forma conjunta, la evolución de un determinado concepto, teoría o paradigma y pone de manifiesto las relaciones que mantienen entre sí y con otros conceptos, teorías o paradigmas. Las tramas, al ser elaboradas en tablas, tienen dos dimensiones: una horizontal, definida por el conjunto de contenidos relacionados que constituyen un campo conceptual concreto, es decir, la amplitud de la trama; y una dimensión vertical que establece las relaciones entre las distintas nociones consideradas y que definen niveles de jerarquía (Mora y Parga, 2014). Se identificaron y formularon dos tipos de trama: las históricas epistemológicas (THE) y las tramas de conocimiento didáctico de contenido o T-CDC.

Las THE evidencian la evolución de un concepto, teoría o paradigma de la Química, se establecen desde distintos niveles de progresión histórico / epistemológica producto de la identificación de unidades básicas, los diferentes cambios experimentados por las unidades básicas y los criterios de actuación racional, en el proceso de rivalización y cambio revolucionario. Para ver ejemplos de estas tramas se puede consultar Mora y Parga (2007) y Parga (2015).

Las T-CDC son hipótesis de transición (Mora, 2011; Rodríguez-Marín, Fernández-Arroyo y García Díaz, 2014) relativas a los mecanismos y al contexto de enseñanza aprendizaje, para plantear e identificar estados posibles de evolución, pues van de la simplicidad a la complejidad, en los marcos teóricos propios de la química. Esta idea de las tramas es validada por trabajos de autores como Furtak (2012), Furtak, Thompson, Braaten y Windschitl (2012), Alonzo y Gotwalls (2012). En este sentido, Talanquer (2015) plantea que:

Aunque el uso de progresiones de aprendizaje en el desarrollo de estándares y currículos de enseñanza de las ciencias es reciente, algunos autores han sugerido que tales progresiones pueden ser herramientas para desarrollar el pensamiento docente, particularmente el CDC. (Talanquer, 2015, p. 11).

Las T-CDC resultan del análisis didáctico de la disciplina (química), sus metadisciplinas (como la historia, la epistemología, la sociología de la química, etc.), de los aspectos psicopedagógicos y del contexto (cultural, cotidiano, escolar), pues todos estos resultan útiles para la determinación del contenido a enseñar. Estas tramas son instrumentos de organización de los contenidos que se van a trabajar para luego articularlas en unidades didácticas que son hipótesis que el profesorado pone a prueba al enseñar, son una forma de organización y operacionalización del currículo, ponen de manifiesto las interrelaciones entre los contenidos, aspectos que no son posibles de lograr a través de la tradicional lista de programaciones temáticas.

De esta manera, el contenido a enseñar deja de ser el tema disciplinar que normalmente se enseña (contenido átomo, molécula, enlace, balanceo, oxidación-reducción, soluciones, etc.); el contenido a enseñar es la articulación e integración de lo disciplinar, metadisciplinar, contextual y psicopedagógico.

Aportes de la investigación del CDC en química

Otros de los aportes hechos por el grupo Alternancias sobre el CDC se dan en tres sentidos: en la investigación de la línea y como referente conceptual, en la docencia (formación docente, la transformación de las prácticas de enseñanza), tal como se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Aportes y desafíos del CDC en la investigación didáctica y práctica docente

El cdc...→ Criterio ↓	Como referente	En la investigación	En la docencia
En la enseñanza de contenidos...	Ayuda a entender por qué es problemática y compleja.	Es articulador de las investigaciones que examinan su relación con el aprendizaje.	Abrió la docencia al escrutinio para reconocer las capacidades / competencias y conocimientos / creencias.
En la formación del profesorado ha promovido...	La integración de dominios del conocimiento y promover visiones como la transformación e integración didáctica.	Es referente al evaluar el desempeño docente y el diseño curricular.	La reflexión en equipo y comprender su enseñanza, mejorar su desarrollo y práctica, al reflejarse en las experiencias de otros.
En las didácticas específicas ha permitido...	Comprender que es un campo dedicado a la enseñanza de los contenidos.	Entender su compleja relación con el contenido.	Saber que el cdc no es para universalizar al profesorado cuando enseña un determinado contenido.

El cbc...→ Criterio ↓	Como referente	En la investigación	En la docencia
En la relación investigación, campo teórico y enseñanza ha permitido...	Considerar contextos como el personal, social, cultural y disciplinar para entender mejor el lugar de la enseñanza desde cada uno de estos y con sus componentes.	Ser un heurístico que estimula la investigación de otras formas para reconocerlo y desarrollarlo, para mejorar la enseñanza y los procesos de formación docente.	Expresarse como una emergencia compleja al integrar sus componentes en proporciones variadas, según las necesidades contextuales y personales docentes al enseñar.
Frente a las exigencias sociales...	Es un campo teórico para interpretar y explicar el conocimiento profesional del profesorado (CPP), cuya naturaleza es compleja, práctica, individual y profesionalizante en torno a los contenidos a enseñar.	Convocada a atender problemáticas sociales que demandan la formación de una cultura de la ciencia en diálogo con otros saberes, para la sustentabilidad ambiental, la equidad y la justicia social.	El profesorado debe hacer enseñables los contenidos al transformarlos o integrarlos, según la finalidad educativa de la química y sus contenidos, las intenciones, las estrategias, los problemas del contexto y el modelo didáctico.

Fuente: Parga y Mora, 2017.

Aportes en la investigación y en el referente conceptual

En cuanto al referente conceptual, el grupo propone los siguientes criterios que destacan características del CDC y su forma de comprensión. Estos aspectos están basados en lo planteado por Mora y Parga (2017):

- El CDC es una emergencia fenomenológica compleja debido a sus componentes y variables en red interrelacionadas. Depende de las interacciones de sus componentes y categorías que se hibridan y evolucionan en contexto.
- El enseñar los contenidos no es para que el estudiantado deje el conocimiento cotidiano por el científico, ni la transposición didáctica, sino que se hace para complejizar su pensamiento simple hacia uno complejo; la enseñanza de la química es un medio y no un fin, por lo que el CDC incluye el

conocimiento contextualizado desde lo cotidiano, científico, metadisciplinar y cultural.

- El CDC es idiosincrático, histórico, irrepetible y con resistencia al cambio. No se universaliza ni extrapola para todos; pero hay aspectos comunes favorecidos desde la reflexión conjunta, requiere de tiempo para su constitución y evolución y, como lo plantea Shulman (2015), está en relación con la cultura, las emociones y los aspectos morales de la enseñanza.
- El CDC es un núcleo del conocimiento y desarrollo profesional en el que interactúan pensamiento, emoción y acción.
- EL CDC emerge de la integración/hibridación de cuatro categorías o conocimientos: conocimiento disciplinar (CD), conocimiento pedagógico (CP), conocimiento contextual (CC) y metadisciplinar (CM). Cada una de estas condiciones son necesarias, pero no suficientes, para construir el CDC, pues se requiere la hibridación de por lo menos dos de sus cuatro categorías de conocimientos.
- Las cuatro categorías o conocimientos del CDC, en cada docente, obedecen al conjunto de relaciones de conocimientos/creencias personales necesarias en cada contenido de enseñanza. Estos conocimientos/creencias no son iguales en el proceso de integración, pues dependen de las preferencias contextuales, culturales, sociales, personales y del sistema de creencias articulado al propio modelo didáctico del docente.
- Los cambios del CDC de un profesor se pueden dinamizar con las hipótesis de transición, lo que es importante para el diseño curricular y así cambiar modelos dominantes poco deseables, hacia un CDC deseable y compartido.

De otro lado, el grupo ha analizado el CDC de profesores al enseñar contenidos como química verde y ambiental, mol y cantidad de sustancia, compuestos aromáticos, naturaleza de la materia,

combustión, oxígeno y flogisto, teoría dual y estructural, atomismo equivalentismo, en tanto que en el contexto internacional hay trabajos del CDC del profesorado al enseñar conceptos como oxidación reducción, electroquímica, modelos y lenguaje de la química, tabla periódica, aspectos micro y macroscópicos, ácido base, teoría de partículas, reacción química, naturaleza de la ciencia. De esta forma, se ve la creciente investigación sobre el CDC en los que hay balances generales sobre conceptos propios de la química en profesores con experiencia y profesores en formación inicial; estos estudios son, por lo general, descriptivos sin hacer generalizaciones del CDC en química.

Para seguir aportando en la línea, es necesario continuar la investigación del campo en lo que proponen Parga y Mora (2017) al sugerir hacer estudios sobre la relación entre los componentes del CDC: el conocimiento de la disciplina (CD), el conocimiento de meta-disciplinas (CM), el conocimiento pedagógico (CP) y el conocimiento del contexto (CC), su transformación en CDC y su puesta en funcionamiento en las condiciones del aula pues de esto se ha investigado poco. Sobre su modelización se propuso el modelo del CDC-complejo (Mora y Parga, 2008, 2014, 2017) que se pregunta por:

- Los componentes del CDC que se destacan en la planeación y práctica del profesorado de ciencias, para cada contenido; los criterios que utiliza el profesorado en la elección de cada componente.
- La forma como integra el profesorado de ciencias los componentes en la práctica.
- La relación que existe entre la integración elegida y el desarrollo de capacidades y formación de competencias científicas del estudiantado.
- Los posibles niveles de transición compleja que se proponen en la enseñanza de un mismo concepto para contextos distintos.

Aportes en la docencia

Lo aportes en la docencia han sido respecto a la transformación de las prácticas de enseñanza del profesorado participante en los procesos de investigación y en los procesos de formación del profesorado. En este sentido se encontró que:

- Cuando se iniciaron las diferentes investigaciones con docentes de química, consideran importante la didáctica de la química pero la asumían como una metodología y no como una disciplina; no sabían cómo esta les podía aportar a las clases en el proceso de planeación, diseño curricular y en la enseñabilidad propiamente dicha.
- Al enseñar algunos de los contenidos no les era fácil aplicarlos al contexto del estudiantado y plantearlos desde situaciones cotidianas, dado lo abstracto de la mayoría de estos.
- En cuanto a los aspectos de caracterización del CDC, inicialmente no fue fácil para el profesorado identificar su CDC y luego integrarlos o trabajarlos de forma articulada al diseñar y al implementar los diseños. Esto significaba que los profesores participantes, a pesar de tener diferencias en los años de experiencia profesional (unos más de diez años y otros apenas comenzando), no mostraban una consolidación del CDC, en ambos casos. Los componentes del CDC enfatizaban en el conocimiento de la química centrada en conceptos descontextualizados, ignorando lo histórico/epistemológico y criterios psicopedagógicos y contextuales que eran fundamentales para el diseño curricular y para la enseñanza de los conceptos asociados a la combustión, la cantidad de sustancia y mol, teoría estructural, continuidad discontinuidad. Esto era evidencia del desconocimiento de teorías propias de la química, en particular de las relacionadas con las teorías rivales: flogisto/oxígeno, equivalentismo/atomismo y dual/estructural. Sus concepciones se limitaban a la enseñanza de los conceptos

analizados, quizás porque también en los libros de texto usados y en su formación inicial y permanente hay ausencia de estos modelos teóricos de la química.

Al comenzar el trabajo de discusión con los grupos de profesores, sobre los tipos de tramas, se vio un proceso de integración didáctica personal del CDC. Ellos se involucraron en la elaboración de las THE, T-CDC y de unidades didácticas, evidenciándose necesariamente hibridación de las esferas del conocimiento (disciplinar, metadisciplinar, contextual y psicopedagógico). De esta manera, la enseñanza de los contenidos asume otra perspectiva: deja de ser disciplinar para ser integral frente a los componentes del conocimiento didáctico del contenido. El profesorado reflexiona sobre la enseñanza que hace, los mecanismos y las estrategias que utiliza, sobre qué sabe del contenido a enseñar, se pregunta por qué enseñar tal o cual contenido, planea la enseñanza, no es espontánea; reflexiona sobre su interés y gusto de enseñar los contenidos que enseña, conoce las dificultades de enseñanza que tiene y las dificultades de aprendizaje de sus estudiantes frente a un contenido determinado, analiza mejor los libros de texto a utilizar (identifica errores, cuestiona las actividades propuestas, identifica los enfoques pedagógicos y didácticos, etc.) e incluso piensa en hacer sus propios materiales curriculares.

Las anteriores dificultades y acciones de mejora son, de alguna forma, un llamado para los programas de formación (inicial y permanente) que no insisten en la integración de conocimientos, la subvaloran y, por ello, se sigue teniendo fragmentados y atomizados currículos de formación de profesores. Para superar dicha fragmentación se propuso el trabajo con las tramas, con las unidades didácticas y el proceso de reflexión/transformación, ya que las THE permiten al profesorado identificar el conocimiento relacionado con los mecanismos de producción del conocimiento, los obstáculos epistemológicos, las formas de vida de las comunidades, la evolución entre teorías, las relaciones de la química con lo social, político, económico, cultural, etc., y son intermediarias del diseño curricular. Pero al diseñar las

T-CDC, estas deben tener una intencionalidad didáctica para generar procesos de integración y complejización de las concepciones tanto del estudiantado como del profesorado, es decir: el profesorado debe pensar y planear muy bien cada actividad, cada acción de enseñanza, como contextualiza el contenido, se pregunta para qué enseña tal contenido, para que los cuatro componentes del CDC queden integrados e hibridados en el diseño y su implementación y de estos procesos debe dar cuenta la formación inicial.

Consideraciones finales

En el primer aparte de este texto se ha dado cuenta de un balance de aportes teóricos y metodológicos del grupo de investigación llevados a cabo en los últimos catorce años en la línea Enseñanza de las Ciencias con enfoque en CTSA. Para esto, el dispositivo analítico del análisis documental y el análisis de contenido permitió establecer un corpus de estudio de documentos y categorías de análisis que dan cuenta del objetivo propuesto. En este sentido, se evidencia la apropiación de un referente teórico crítico para el análisis del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad moderna y su articulación coherente con los aportes de la epistemología e historia social de la ciencia. Este referente teórico permite fundamentar una comprensión amplia de la naturaleza de la ciencia en procesos formativos llevados a cabo con estudiantes y profesores de ciencias en distintos niveles educativos escolares y universitarios. El referente teórico es innovador en cuanto a otros estudios que han centrado su atención en aspectos relevantes de la epistemología y sociología de la ciencia, sin incorporar un análisis sociocrítico.

Los aportes metodológicos dan cuenta de investigaciones cualitativas con enfoque crítico que contribuyen con la comprensión de los problemas de la Enseñanza de las Ciencias conforme a la reflexión crítica y teórica de la práctica. Este tipo de abordaje metodológico

plasmado en la mayoría del trabajo posibilita una comprensión holística y contextualizada de los problemas abordados sobre las relaciones CTSA en la enseñanza.

Los aportes hacia la Enseñanza de la Ciencias se evidencian en la formación ciudadana de estudiantes en procesos de comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología, entendidas como prácticas socioculturales que han evolucionado a lo largo de la historia; además, se ha aportado al desarrollo de procesos de argumentación y enculturación científica.

Las contribuciones a la formación de profesores de ciencias constituyen un elemento transversal que se articula especialmente al abordaje de CSC. En tal sentido, se destaca el desarrollo de varios proyectos de investigación orientados a la creación de un programa de formación en la interfaz universidad-escuela y a la caracterización de discursos éticos y ambientales en los procesos de enseñanza que desarrollan los profesores. Las evidencias en los productos de investigación dan cuenta de la creación de grupos de profesores que investigan en la escuela sobre el abordaje de CSC y constituyen comunidades colaborativas de aprendizaje con profesores universitarios que investigan en didáctica de las ciencias. De estos trabajos es relevante mencionar la construcción de recomendaciones curriculares que posibiliten a las agentes del Estado involucrados en la educación incentivar la construcción de colectivos de profesores que innoven permanente su práctica a partir del abordaje de CSC. Para eso es necesario un diálogo permanente entre los estudios de las universidades dedicadas a la formación de educadores y las experiencias propias de los profesores en sus contextos escolares, sociales y culturales.

La producción del grupo Alternaciencias se articula y tiene en cuenta la consolidación de la línea CTSA en Colombia, la cual tuvo sus orígenes al final de la década de 1990 con los trabajos liderados por el profesor Carlos Osorio de la Universidad del Valle, quien desarrolló un programa de formación continuada de profesores de acuerdo con la perspectiva CTS abarcando estudios epistemológicos y sociológicos

de la ciencia y el desarrollo de proyectos de ciencia, tecnología y educación ambiental en escuelas de Cali (Osorio, 1999).

También se continúa con los trabajos de la línea CTSA desarrollados en Colombia en la primera década del siglo XXI, cuyos énfasis fueron la perspectiva interdisciplinaria orientada a problemas ambientales generados por la emisión de $\text{CO}_2(\text{g})$ y fluorocarbonados (Guerrero y Cabrera 2002, 2004).

En el ámbito internacional, actualmente los trabajos del grupo se articulan a los aportes de varios investigadores en la línea CTSA, destacando el abordaje de CSC. En este sentido se destacan los trabajos de Racliffe y Grace (2003), Reis (2004) y Santos (2012), en cuanto consideran el abordaje de dichas cuestiones como una perspectiva interesante que posibilita la comprensión de la naturaleza de la C&T, la formación ciudadana de los estudiantes en pro de generar acciones sociopolíticas que propendan por la participación en espacios sociales que requieren velar por el bienestar social de las comunidades, antes los riesgos, amenazas y oportunidades que puede representar el desarrollo científico y tecnológico.

Las perspectivas de la línea CTSA en el ámbito investigativo implican desarrollar proyectos colaborativos entre estudiantes de licenciatura, profesores de Ciencias en ejercicio y profesores universitarios comprometidos con el análisis, reflexión y transformación de la práctica docente en pro de favorecer la construcción de la autonomía profesional en un contexto social que aún no valora suficientemente la labor docente. Además, es necesario continuar los estudios sobre el abordaje de CSC en los procesos de pensamiento crítico, argumentación, toma de decisiones, acciones sociopolíticas y formación ciudadana. De esta manera se continuará con la labor permanente de innovar y mejorar la Enseñanza de las Ciencias en los distintos niveles y modalidades del sistema educativo colombiano.

El segundo aparte evidencia que en la década de trabajo del 2007 al 2017 el grupo Alternancias, en el marco de la línea del conocimiento didáctico del contenido o CDC, ha consolidado relevantes

conocimientos sobre el concepto mismo del CDC en el que se resalta su visión compleja que emerge al interactuar sus diversos componentes (CD, CM, CC, CP); en que es un conocimiento que identifica al profesional de la docencia cuando enseña un contenido particular; y, en este contexto, el contenido es más que un tema de la disciplina a enseñar; se ha aportado en su modelización al proponer el modelo del CDC-complejo; en comprender que el CDC es fundamental para la formación inicial del profesorado y para ayudar a transformar las prácticas de enseñanza del profesorado en ejercicio. Este se puede estructurar, consolidar y caracterizar a través de diseño de THE, T-CDC, de unidades didácticas y de su implementación, instrumentos que complementan las “ReCo” o representaciones de contenido y los repertorios de experiencia profesional y pedagógica/ didáctica, así como los diversos instrumentos de recolección de datos (entrevistas, grupos de discusión, cuestionarios, observaciones, etc.). Finalmente, al identificar y reformular el CDC se han logrado mejores resultados del aprendizaje de la química respecto a teorías que la fundamentan (flogisto/oxígeno, dual/estructural, atomismo/equivalentismo, pre-cuánticos/cuánticos y los conceptos asociados a estas).

Referencias

- Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 5(2), 134-169.
- Adorno, T. (1972a). Sociología e investigación empírica. En T. Adorno et al., *La disputa del positivismo en la sociología Alemana* (pp. 81-100). Barcelona: Grijalbo.
- _____. (1972b). Sobre la lógica de las Ciencias Sociales. En T. Adorno et al., *La disputa del positivismo en la sociología Alemana* (pp. 121-138). Barcelona: Grijalbo.
- _____. (1996). Teoria da semicultura. *Educação e Sociedade*, 56, 388-411.
- Adorno, T. y Horkheimer, M. (1985). *Dialética do esclarecimento*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- 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.
- Alonzo, A. y Gotwals, A. W. (eds.). (2012). *Learning progressions in science*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Bardin, L. (1977). *Análises de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Barona, J. (1994). *Ciencia e historia: debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*. Valencia: Guada.
- Cardoso, N. (2013). *Concepciones de la naturaleza de la ciencia y de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. Investigaciones en profesores, alumnos, lineamientos curriculares y textos escolares*. Ibagué: Universidad del Tolima.

- Denzin, N. K.; Lincoln, Y. S. (eds). (1994). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, California: Sage.
- Fleck, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza.
- Freire, P. (2002). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a pratica educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Furtak, E. M. (2012). Linking a Learning Progression for Natural Selection to Teachers' Enactment of Formative Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1181-1210.
- Furtak, E. M., Thompson, J., Braaten, M. y Windschitl, M. (2012). Learning progressions to support ambitious teaching practices. En A. C. Alonzo y A. W. Gotwals (eds.), *Learning progressions in science* (pp. 405-434). Rotterdam: Sense Publishing.
- Guba E. G. y Lincoln, Y. S. (2012). Controversias paradigmáticas, contradicciones y confluencias emergentes. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (coords.), *Manual de investigación cualitativa*, vol. II (pp. 38-77). Barcelona: Gedisa.
- González, M., López, J. y Lujan, J. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Guerrero, J. y Cabrera, L. (2004). Estrategia didáctica para la enseñanza de la Química en el contexto de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 16, 132-145.
- _____. (2002). Enseñanza de las Ciencias Experimentales mediante enfoque interdisciplinar utilizando el impacto ambiental generado por emisiones de CO₂. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 12, 72-81.
- Habermas, J. (2006). *Técnica e Ciência como "ideologia"*. Lisboa: Edições 70.

- _____. (1997). *Direito e Democracia: entre factibilidade e validez. A mudança na esfera pública*. Rio de Janeiro: Tempo Brasil.
- _____. (1990). Soberanía popular como procedimiento. *Novos Estudos Cebrap*, 26, 110-113.
- _____. (1987). *Conhecimento e interesse*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- _____. (1972a). Teoría analítica de la ciencia y dialéctica. En T. Adorno et al., *La disputa del positivismo en la sociología alemana* (pp. 147-180). Barcelona: Grijalbo.
- _____. (1972b). Contra un racionalismo menguado de modo positivista. En T. Adorno et al., *La disputa del positivismo en la sociología alemana* (pp. 221-250). Barcelona: Grijalbo.
- Kuhn, T. (2006). *O caminho desde a estrutura: ensaios filosóficos 1970-1993*. São Paulo: Editora Unesp.
- _____. (2001). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectivas.
- Martínez, L. (2015). *Informe final proyecto COL-UPN-531-12 Programa Colombo-Brasileño de Formación de Profesores de Ciencias en la Interfaz Universidad-Escuela*. Bogotá: Colciencias.
- _____. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la Formación de profesores de Ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 36, 77-94.
- _____. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora Unesp.
- Martínez, L., Cattuzzo, F. y Carvalho, W. (2009). Ensino de Ciências para cidadania a partir do desenvolvimento de habilidades de negociação em estudantes de Ensino Médio. En A. Caldeira (org.), *Ensino de ciências e matemática II: temas sobre a formação de conceitos* (pp. 269-287). São Paulo: Cultura Acadêmica.. Recuperado de http://www.culturaacademica.com.br/titulo_view.asp?ID=29.

- Martínez, L., Lerma, M., Valencia, F., y Chaparro, C. (2007). Una alternativa para la Enseñanza de las Ciencias Naturales: el caso de Altos de Cazucá. *Nodos y Nudos*, 3(22), 55-68.
- Martínez, L., y Moreno, D. (2014). Perspectiva teórica e metodológica crítica para a formação de professores de ciências sob o enfoque CTSA. En B. Nery y O. Maldaner (orgs.), *Formação de professores. Compreensões em novos programas e ações* (pp. 159-180). Ijuí: Unijuí.
- Martínez, L., y Parga, D. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes a la formación del profesorado de ciencias*. Bogotá: UPN.
- _____. (2014). *Formación permanente de profesores en la interfaz universidad-escuela: currículo, fundamentos y roles. Una experiencia en construcción*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L., Parga, D. y Garzón, I. (2015). *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L., Parga, D., Gómez, D. y Rodríguez, B. (2013). *Informe final proyecto DQU 338-12 Cuestiones Sociocientíficas en la Formación de profesores: Discursos y enseñanza*. Bogotá: Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP).
- Martínez, L., Peña, D. y Villamil, Y. (2007). Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la Enseñanza de la Química. *Ciência & Ensino* núm. especial. Recuperado de <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/index>.
- Martínez, L. y Rojas, A. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica. *Tecne, Episteme y Didaxis (TED)*, 19, 44-62.

Moreira, M. (2009). *Subsidios metodológicos para el profesor investigador en Enseñanza de las Ciencias: aspectos metodológicos*. Porto Alegre. Recuperado de <http://moreira.if.ufrgs.br/>.

Mora, W. M (2011). *La inclusión de la dimensión ambiental en la educación superior: un estudio de caso en la facultad de medio ambiente de la universidad Distrital en Bogotá*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, España. Recuperado de <http://fondosdigitales.us.es/tesis/autores/1689/>.

Mora, W. M. y Parga, D. L. (2007). Tramas histórico-epistemológicas en la evolución de la teoría estructural en química orgánica. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 21, 100-118.

_____. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en Química: integración de las Tramas de contenido/histórico-epistemológicas con las Tramas de contexto/aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 24, 56-81.

_____. (2014). Aportes del CDC desde el pensamiento complejo. En A. Garritz, M. Lorenzo y S. Daza (eds.), *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana* (pp. 100-143). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.

_____. (2017). *El Modelo unificador TPK&S: algunas similitudes y diferencias con el CDC-complejo, en el profesorado de ciencias*. En prensa.

Moreno, D. y Martínez, L. (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. *Nodos y Nudos*, 27(3), 30-42.

Osorio, C. (1999). Una experiencia de formación en Ciencia, Tecnología y Sociedad para maestros de educación básica y media. Trabajo presentado con el apoyo de la Organización de los Estados

Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Taller Internacional en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Camagüey. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/osorio1.htm>.

Parga, D. L. (ed.). (2015). *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Parga, D. L. y Mora, W. M. (2017). *El CDC en química: una línea de investigación y de relaciones con la práctica docente*. En prensa.

Ratcliffe, M., y Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.

Reis, P. (2004). Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa. Recuperado de <http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>.

Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J., García Díaz, J. E. (2014). Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la Educación Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 303-318.

Ruiz, D., Martínez, L., Parga, D. (2009). Creencias de los profesores de pre-escolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad, en el contexto de una institución rural. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 25, 41-61.

Santos, W. (2012). Significados da educação científica com enfoque CTS. En W. Santos y Auler, D. *CTS e Educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora UnB.

Sá-Silva, J., Almeida, C., y Guindani, J. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, 1, 1-15.

- Shulman, L. S. (2015). PCK: It's genesis and exodus. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (eds), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 3-13). Nueva York y Londres: Routledge, Taylor & Francis Group.
- _____. (1999). Foreward. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. IX-XII). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Talanquer, V. (2015). La promesa del conocimiento didáctico del contenido. En D. Parga (ed.), *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química* (pp. 9-16). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Torres, N. y Martínez, L. (2011). Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 29, 65-84.

Anexo 1. Algunas publicaciones desarrolladas en el contexto de la línea CTSA

Publicación	Año	Trabajo
Trabajo de Grado	2011	Raciocinio científico y espontáneo de estudiantes de educación media a partir del análisis de una secuencia de enseñanza sobre el uso del polietileno.
	2013	Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica sobre implantes estéticos.
	2012	Aproximación a las relaciones CTSA en profesores en formación inicial a partir de un caso simulado sobre la intoxicación causada por el plomo de baterías.
	2012	Alfabetización científica y tecnológica desde el enfoque CTSA en mineros dedicados a la explotación rudimentaria de piedra caliza.
Trabajo de disertación de Maestría	2012	Competencias científicas a través de la argumentación.
	2012	Enculturación científica a través de la interdisciplinariedad de las cuestiones sociocientíficas.
	2013	El papel de los razonamientos informacionales en procesos argumentativos en la educación básica.
	2013	Argumentación en clases de Química, a partir de una cuestión sociocientífica local (CSC-L).
	2013	Argumentación en profesores de Química en formación inicial a partir de una secuencia didáctica sobre el metabolismo de aminoácidos.
	2014	Contenidos CTSA en libros de texto de Química.
	2014	Desarrollo de capacidades científicas y la argumentación a través del análisis de un caso sociocientífico: el caso del COLTAN aplicado a los estudiantes de séptimo grado.
Artículos en revistas	2005	Estrategia didáctica con enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente para la enseñanza de aspectos de Bioquímica. <i>Tecné Episteme y Didaxis</i> (19), 44-62.
	2007	Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la Enseñanza de la Química Brasil, <i>Ciência & Ensino</i> 1, 1-16.
	2007	Una alternativa para la enseñanza de las Ciencias Naturales: el caso de Altos de Cazucá, <i>Nodos y Nudos</i> , 3(22), 55-68.
	2009	Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol, <i>Nodos y nudos</i> , 27(3), 30-42.

Publicación	Año	Trabajo
	2011	Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos, <i>Tecné, Episteme y Didaxis</i> , 29, 65-84.
	2010	La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje, <i>Tecné, Episteme y Didaxis</i> , 27, 67-93.
	2013	La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA Colombia, <i>Góndola</i> , (8)1, 23-25.
	2014	La dimensión ambiental: una inclusión necesaria en la formación de profesores de química, <i>Bio-Grafía</i> , Edición extraordinaria. Memorias del VII Encuentro Nacional de Experiencias en la Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental y II Congreso Nacional de Investigación en la Enseñanza de la Biología, 87-94..
	2017	Conteúdos ambientais no ensino de química: análise dos currículos, dos livros didáticos e matrizes de avaliação nacional no Brasil, <i>Góndola</i> , 12(2), 116-129.
Capítulo de libro	2009	Ensino de Ciências para cidadania a partir do desenvolvimento de habilidades de negociação em estudantes de Ensino Médio. En A. Caldeira (org.), <i>Ensino de ciências e matemática II: temas sobre a formação de conceitos</i> (pp. 269-287). São Paulo: Cultura Acadêmica.
	2012	<i>Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores</i> . São Paulo: Editora Unesp.
	2013	<i>Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes a la formación del profesorado de ciencias</i> . Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
	2014	<i>Formación permanente de profesores en la interfaz universidad-escuela: currículo, fundamentos y roles. Una experiencia en construcción</i> . Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
	2014	Perspectiva teórica e metodológica crítica para a formação de professores de ciências sob o enfoque CTSA. em B. Nery y O. Maldaner (orgs.), <i>Formação de professores. Compreensões em novos programas e ações</i> (pp. 159-180). Ijuí: Unijuí.
	2015	<i>Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela</i> . Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
	2015	Alfabetización científica y tecnológica sobre la exploración rudimentaria de piedra caliza. En O. Ensino, T. Barnabé Corrêa, G. Matharan y L. Martínez Pérez (orgs.), <i>O ensino de química em diálogo/La enseñanza de la química en diálogo</i> (pp. 179-198). Curitiba: Editora CVR.

Fuente: elaboración propia

Este libro fue editado por el Grupo Interno de Trabajo Editorial
y la Subdirección de Gestión de Proyectos-CIUP de la
Universidad Pedagógica Nacional, se compuso en caracteres
Minion Pro y fue impreso por Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.,
Bogotá D. C., Colombia.

Más de cuarenta años de investigación educativa del país se expresan hoy en los aportes que la Universidad Pedagógica Nacional ha hecho a través del CIUP. En este proceso, la trayectoria de los grupos de investigación, algunos de los cuales registran su existencia desde 1978, ha evidenciado la amplia y prolífica producción académica de los profesores, la cual ha sido difundida a través de diferentes medios (digitales e impresos) y variados escenarios de discusión.

Con el propósito de hacer un balance de esta producción intelectual y de visibilizar la trayectoria investigativa de los grupos de la Universidad, el Centro de Investigaciones-CIUP, el Grupo Interno de Trabajo Editorial y el Comité de Publicaciones invitaron a los grupos de investigación a formar parte de la Colección CIUP 41 años y finalmente quince grupos de la Universidad atendieron esta iniciativa, que responde a los propósitos establecidos en el *Plan de Desarrollo Institucional 2014-2019: Una universidad comprometida con la formación de maestros para una Colombia en paz.*



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Educadora de educadores



ISBN: 978-958-5416-95-6



9 789585 416956