

Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente

Álvaro García Martínez

Serie Investigaciones

No. 9



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Doctorado
Interinstitucional
en Educación

DIE

Universidad del Valle | UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS | UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL



Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente

Álvaro García Martínez

No. 9 Serie investigaciones



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente

Álvaro García Martínez



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



No. 9 Serie investigaciones

© Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Primera Edición 2021

ISBN Impreso: 978-958-787-267-5

ISBN Digital: 978-958-787-268-2

Preparación editorial

Doctorado Interinstitucional en Educación

<http://die.udistrital.edu.co/publicaciones>

Sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas

www.udistrital.edu.co

Aduanilla de Paiba, Edificio de Investigadores, calle 13 No. 31-75

Asistente editorial

Elban Gerardo Roa Díaz

eventosdie@udistrital.edu.co

PBX: (57+1) 3239300, ext.6330-6334

Corrección de estilo, diseño, diagramación e impresión

Fundación Común Presencia

Esta edición 2021 y sus características son propiedad de la Universidad Distrital Francisco José Caldas, por lo que queda prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, sin la autorización previa por escrito de los editores.

Impreso en Bogotá, Colombia, 2021

Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia

García Martínez, Álvaro

Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente / Álvaro García Martínez. -- 1a ed. -- Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2021.

p. – (Investigaciones ; 9)

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-787-267-5 (impreso) -- 978-958-787-268-2 (digital)

1. Formación profesional de maestros 2. Docencia 3. Pedagogía I.
Título II. Serie

CDD: 370.711 ed. 23

CO-BoBN – a1077607

Este libro fue sometido a un proceso de evaluación por pares.

Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente

Este libro se ha creado con aportes teóricos y metodológicos generados como productos de varios proyectos de investigación, en especial del proyecto financiado por la Unión Europea (ERASMUS +. Proyecto No:561754-EPP-1-2015-1-CO-EPPKA2-CBHE-JP) que lleva como título *Centros de Cooperación para el Fomento, Fortalecimiento y Transferencia de Buenas Prácticas que Apoyan, Cultivan, Adaptan, Comunican, Innovan y Acogen a la comunidad universitaria (ACACIA)* el cual ha sido liderado por la Universidad Francisco José de Caldas.



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**



Comité Editorial CADE

Harold Andrés Castañeda-Peña
Presidente CADE

Adela Molina Andrade

*Representante grupos de investigación:
Investigación en Didáctica de las Ciencias,
Interculturalidad, Ciencia y Tecnología-
INTERCITEC, Grupo de investigación en Educación
en Ciencias Experimentales, GREECE y del Grupo
Didáctica de la Química-DIDAQUIM,
del Énfasis de Educación en Ciencias.*

Juan Carlos Amador Baquiro

*Representante de los grupos de investigación:
Moralía, Estudios del Discurso, Filosofía y En-
señanza de la Filosofía, Grupo de investigación
Interdisciplinaria en Pedagogía de Lenguaje y las
Matemáticas-GIIPlyM y Jóvenes,
Culturas y Poderes,
del Énfasis en Lenguaje y Educación.*

Rodolfo Vergel Causado

*Representante de los grupos de investigación:
Grupo de Investigación Interdisciplinaria en Ped-
agogía de Lenguaje y las Matemáticas GIIPlyM,
Matemáticas Escolares Universidad Distrital-MES-
CUD y EDUMAT,
del Énfasis en Educación Matemática.*

Diego Hernán Arias Gómez

*Representante del grupo de investigación:
Formación de Educadores, Emilio, Educación y
Cultura Política, del Énfasis de Historia de la Edu-
cación, Pedagogía y Educación Comparada.*

Carmen Helena Guerrero Nieto

*Representante de los grupos de investigación:
Aprendizaje y Sociedad de la Información y
Formación de Educadores, del Énfasis en ELT
EDUCATION.*

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Ricardo García Duarte
Rector

William Fernando Castrillón Cardona
Vicerrector Académico

Comité Editorial Interinstitucional-CAIDE

Henry Giovany Cabrera Castillo
Director Nacional

Augusto Maximiliano Prada Dussán
Director DIE
Universidad Pedagógica Nacional

Harold Andrés Castañeda-Peña
Director DIE
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Henry Giovany Cabrera Castillo
Director DIE
Universidad del Valle



Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	9
1. LA FORMACIÓN DOCENTE COMO LÍNEA PRIORITARIA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1 La formación inicial del profesorado	15
1.2 La formación de los profesores en ejercicio	29
2. DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE	35
2.1 Algunas metas y modelos de formación permanente	35
2.2 La Educación superior y el profesorado a nivel universitario	40
2.3 Desarrollo profesional del profesorado	49
2.4 Profesores que aprenden desde la diversidad	64
2.4.1. Aprendiendo desde lo social	67
2.4.2. Aprendiendo desde el contexto	70
2.4.3. Aprendiendo desde la actividad intelectual compartida	72
2.4.4. Aprendiendo con conciencia	74
2.5 Comunidades de desarrollo profesional	77
3. LA COMUNIDAD DE DESARROLLO PROFESIONAL DE PROFESORES, CODEP	87
3.1 Identificación de propósitos y selección de contenidos	91
3.2 Selección del tópico y área de la historia de la ciencia a estudiar	93
3.3 Diseño de la herramienta de enseñanza/aprendizaje	97
3.4 Implementación y análisis del proceso de aplicación de la herramienta	104
3.5 Reflexión metacognitiva sobre el proceso desarrollado	110
3.6 Del diseño microcurricular en la CODEP	115
CONSIDERACIONES FINALES	127
4. REFERENCIAS	131
Anexos	155

Introducción

Este libro es un producto que tiene su origen en varias fuentes, principalmente aquellas relacionadas con la investigación y los proyectos de innovación adelantados, durante mis años de experiencia profesional, en la formación del profesorado de ciencias tanto a nivel inicial como en ejercicio en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

El modelo que se presenta en esta obra es un producto de este proceso de formación de profesores, el cual se ha venido consolidando y aplicando en varios trabajos de investigación avalados por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, entre ellos, el primero que lleva como título *Aportes de la historia de la ciencia al desarrollo profesional de profesores de química*, apoyado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Universitat Autònoma de Barcelona; el segundo, titulado *Caracterización de un modelo de formación continua de profesores de ciencias naturales con base en la promoción de Competencias de Pensamiento Científico. Su aporte teórico y metodológico al mejoramiento de la educación científica en Chile y Colombia con base en la investigación en didáctica de las ciencias*, proyecto financiado por MINCIENCIAS (Colombia) y Conicyt (Chile) (Contrato 698-2013); finalmente, el proyecto financiado por la Unión Europea (ERASMUS +. Proyecto No:561754-EPP-1-2015-1-CO-EPPKA2-CBHE-JP) que lleva como título *Centros de Cooperación para el Fomento, Fortalecimiento y Transferencia de Buenas Prácticas que Apoyan, Cultivan, Adaptan, Comunican, Innovan y Acogen a la comunidad universitaria (ACACIA)*. A partir de estos proyectos de investigación, se generaron los marcos teóricos y metodológicos para ir aportando a un modelo de formación de profesores de ciencias, que progresivamente se han ido consolidando y fortaleciendo, razón por la cual, a lo largo de la obra se van presentando algunos casos objeto de estudio en estos proyectos.

Nuestra experiencia permite considerar que el proceso puede ser llevado a diferentes contextos y otros niveles de formación de profesores, tanto en formación inicial, como con profesores en ejercicio de primaria o secundaria, y universitario, haciendo por supuesto las respectivas adecuaciones. Por esta razón, se empleó como soporte teórico o metodológico del segundo y tercer proyecto.

La obra se ha dividido en tres partes. En la primera se presentan los antecedentes de la formación de profesores tanto en su formación inicial como de los profesores en ejercicio. Así, se incluye un estado del arte inicial desde modelos desarrollados, investigaciones adelantadas y experiencias de nuestro medio. De igual forma se resaltan experiencias exitosas en otros países y programas institucionales adelantados en diferentes niveles de la formación de los profesores de ciencias.

La segunda parte está dedicada al desarrollo profesional docente. En esta se aborda en detalle la formación del profesorado en ejercicio y se entra en detalle en la formación del profesorado a nivel universitario. Luego se analizan las implicaciones de hablar sobre desarrollo profesional del profesorado, para lo cual se presentan perspectivas sobre cómo aprenden los profesores y el papel de las comunidades de desarrollo profesional.

En la tercera parte, se aborda la comunidad de desarrollo profesional de profesores que hemos denominado, CODEP, en la cual presentamos el modelo de formación que se diseñó e implementó con profesores universitarios, y que para esta publicación se tomará como caso, el de la profesora Mónica. En este apartado se describen cada una de las fases que componen el modelo y cómo los profesores fueron actuando en cada una de ellas, describiendo de manera general los avances y los productos generados desde el caso seleccionado. Se cierra el apartado con la presentación de un ejemplo de una unidad didáctica generada por la CODEP como muestra de un ejercicio de diseño microcurricular entre profesores en ejercicio.

Consideramos que el uso de la historia de la química fue vital para el desarrollo de este proceso descrito, en la medida en que permitió que los profesores se despojaron de su investidura de expertos (que saben todo sobre su disciplina, el cómo enseñarla y no requieren estudiar más). Les ayudó, a los participantes, a ubicarse como profesores aprendices que desean mejorar su docencia y que, poco a poco, se van formando como diseñadores de currículo, posibilitando, de esta manera, el verdadero desarrollo profesional. Sin embargo, en el tercer proyecto, no se enfatizó en el uso de la historia de la ciencia, pero sí se retomaron los referentes teóricos y metodológicos en el proceso de diseño y construcción de materiales didácticos para los procesos de formación docente a nivel universitario. Esto último es muy importante, ya que el proceso diseñado para la formación de profesores, a través del desarrollo de una Comunidad de Desarrollo Profesional, CODEP, puede adelantarse con profesores en formación o en ejercicio, y también con profesores de primaria, secundaria o universidad.

1. La formación docente como línea prioritaria de investigación

Una de las líneas de investigación que durante los últimos años se ha venido consolidando en la didáctica de las ciencias, como importante campo de estudio, es la formación del profesorado, al punto en que en los últimos 25 años ha tomado gran relevancia en los círculos de investigadores obteniendo gran legitimidad académica (Murray, Nuttall & Mitchell, 2008). Esta línea se ha venido fortaleciendo, bien en su etapa inicial (Martín del Pozo, 2001; Cortés et al., 2006; Carrillo, 2007), bien en ejercicio e incluso en los formadores de estos llamados “teacher educators” o formador de profesores. Es así como se han desarrollado numerosos trabajos de investigación que buscan analizar y comprender la acción diaria del profesor de ciencias, sus concepciones (Porlán, 1994b) y creencias en diversos ámbitos (Levitt, 2001); sus actitudes, sus acciones y sus conocimientos (Hynd et al., 1997); y su identidad profesional (Aristizabal & García-Martínez, 2017), entre otros. De igual manera se ha comenzado a estudiar el contexto en el que se desempeñan los profesores, tratando de comprender mejor la cultura escolar en la que viven a diario y la cual los orienta e incluso los “condiciona” en sus actividades cotidianas (Munby, Cuningham & Lock, 2000). Lo anterior se desarrolla, ya sea con una perspectiva exploratoria o bien de carácter intervencionista, en busca de un cambio hacia un mejor desarrollo profesional.

Por ejemplo, en el caso de Estados Unidos, se han mencionado algunos indicadores que incrementan su legitimidad (Murray et al., 2008) como línea de investigación:

- La enseñanza y la educación de los profesores se reconoce como una división separada de la Asociación Americana de Investigación en Educación en 1984;
- El desarrollo de programas doctorales centrados en la educación de los profesores en universidades, en los años ochenta; y
- El uso, entre los ochenta y los noventa, de herramientas metodológicas que movieron la investigación en formación del profesor, más allá de “estudios de entrenamiento de comportamiento”.

Sin embargo, para hacernos una idea más clara de cómo se ha desarrollado la línea de investigación de formación del profesorado, es necesario recurrir a ciertos indicadores que nos den información más precisa sobre el tema. Uno de los indicadores que permite conocer mejor la trayectoria de las investigaciones en el campo de la formación del profesorado son los *Handbooks of Research on Teaching* y los *International Handbooks of Science Education*.

Al analizarlos, se observa que los primeros *Handbooks* describen la formación del profesor como algo no problemático para una investigación orientada desde el positivismo lógico. De esta manera, en el *Handbook of Research on Teaching* de Gage (1963) aparece un capítulo de Getzels y Jackson (1963), el cual enmarca el trabajo del profesor a su personalidad, y Medley y Mitzel (1963) anuncian la era de la investigación en el aula de clase, la precursora de la investigación proceso—producto de la década de los setenta. Sin embargo, y de manera interesante, no hay un solo capítulo dedicado a la educación del profesor.

En el segundo, *Handbook of Research on Teaching* (Traver, 1973), se refleja el crecimiento de la investigación mediante la observación en el aula y la continua fidelidad de los investigadores al positivismo lógico. Es en este número en el cual se incluye por primera vez un capítulo destinado a la educación del profesor. Peck y Tucker (1973) abren su capítulo mencionando los estudios de interacción en las aulas de clase, y en esta sección se marca claramente el tipo de investigación y las destrezas y la formación esperada que se deriva de estas estrategias: programas de instrucción, efectos en el desempeño por retroalimentación, la microenseñanza y la formación de profesores mediante técnicas de modificación de comportamientos.

En 1973, los investigadores parecen comprometerse a realizar una transición, desde el mundo de la investigación del conocimiento al mundo de la experiencia. Así, la educación del profesor era implícitamente enmarcada como entrenamiento en la adquisición de habilidades específicas e identificables. En esta línea, en el *Handbook* de 1973, se presenta a los lectores una clara distinción entre asumir la educación de los profesores en formación de un lado y la educación de los estudiantes a quien se les va a enseñar.

Los contenidos del tercero, *Handbook of Research on Teaching* (Wittrock, 1986), ponen de manifiesto el inicio de un interés investigativo sustancial en explorar la mente del profesorado mediante métodos cualitativos y exploratorios. Esto se ve en el capítulo de Feiman—Nemser y Floden (1986) cuando

plantean que el conocimiento tácito del profesor sugiere un cambio en la balanza entre la educación del profesor y su formación, y que dicha educación debe construirse y reconstruirse en la acción diaria de sus creencias sobre su trabajo mismo. El crecimiento de aproximaciones hacia investigaciones de tipo cualitativas en la enseñanza se hace explícito al aparecer un extenso capítulo sobre métodos cualitativos (Erikson, 1986). Aparece un capítulo sobre investigación de la enseñanza (Lanier y Little, 1986), en el cual plantean que los problemas de educación del profesorado se conocen desde comienzos de siglo y hasta ahora no han cambiado. De igual manera, Lanier y Little (1986) hacen un llamado hacia los programas de formación de profesores y la necesidad de reestructurarse teniendo en cuenta los aspectos humanos y sociales de su actividad. Frente a esto plantean que el conjunto de métodos universitarios, los bajos estándares, el currículo para la educación de los profesores, entre otros, se conjugan para hacer de la educación del profesor algo vulnerable y deficiente.

En el caso del *Handbook of Research on Teacher Education* de Houston (1990), se da un espacio muy pertinente para el conocimiento profesional, el cual se organiza mediante tres categorías principales, según Carter (1990): conocimiento sobre los contenidos pedagógicos, los conocimientos prácticos y los estudios sobre el procesamiento de la información, y expertos y novatos. Aparece, de igual manera, un capítulo titulado *Science Teacher Education* elaborado por Yager y Penick (1990), quienes realizan una descripción de los profesores de ciencias como continuos aprendices, pero no se sugiere que dichos aprendizajes sean producto de su práctica cotidiana, luego se describen programas de educación para profesores de ciencias. Ya para esta época se ha llegado a un reconocimiento generalizado sobre la importancia de la formación del profesorado como línea de investigación prioritaria en la educación en ciencias, lo que se evidencia en dos *Handbooks* de mayor relevancia en enseñanza de las ciencias, tanto el de Gabel (1994), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, como en el de Tobin (1998), *International Handbook of Science Education*. En este último se incluye una sección, de la primera parte, dedicada a la enseñanza. En esta se plantean elementos de análisis tales como calidad en la enseñanza, enseñanza para la comprensión y enseñanza para el cambio conceptual, entre otros. En la segunda parte, se incluye la sección seis dedicada exclusivamente a la educación del profesorado (Munby & Russell, 1998). En esta se encuentran unos capítulos, de gran importancia para esta línea de investigación, que abordan temas como el desarrollo profesional del profesorado de ciencias, el desarrollo del profesor en la educación en ciencias, los profesores de docentes

y la práctica del profesor de ciencias, la epistemología y el contexto en la investigación del aprendizaje para la enseñanza de las ciencias, entre otros.

En el *International Handbook of Research on Teachers and Teaching* (Saha & Dworkin, 2009) aparece una sección completa que aborda el campo de la formación inicial del profesor, que los editores titulan *Becoming a Teacher* en la que se incluyen algunos capítulos relacionados con programas de formación de profesores y las certificaciones del profesorado, entre otros.

De otra parte, en el *Second International Handbook of Research in Science Education*, se encuentra un tercer apartado (Fraser, Tobin & McRobbie, 2012) denominado *Educación del profesor y su desarrollo profesional*. En este hay capítulos relacionados con el aprendizaje del profesor y su desarrollo profesional en educación en ciencias, y otros relacionados con el conocimiento pedagógico del contenido y el conocimiento sobre la naturaleza investigación científica, entre otros.

Otra obra, en esta misma línea pero en castellano, es la de Perales y Cañal (2000), en la cual se incluyen tres capítulos dedicados a la formación del profesorado. El primero, se refiere a los conocimientos que presentan los profesores de ciencias en torno a la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje (Porlán, Rivero & Martín, 2000); el segundo se centra en la formación inicial del profesorado de ciencias (Mellado & González, 2000) y el tercero al profesorado en ejercicio (Valcárcel & Sánchez, 2000).

En el primer capítulo, que hace referencia al conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su aprendizaje y enseñanza, se hace una descripción de algunos estudios que se han realizado en este campo de trabajo. Luego, se encuentra una descripción de las concepciones, que en aspectos como imagen de la ciencia, modelos didácticos y enfoques curriculares, presenta el profesorado. En general, los autores plantean tres ámbitos de investigación en los cuales se centran estos estudios: las ideas del profesor acerca del conocimiento científico (naturaleza, estatus, relación con otros conocimientos, modo de producción y cambio, entre otras); las creencias pedagógicas que incluyen aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje en el contexto escolar; y los que tratan de establecer relaciones entre el conocimiento y su construcción y transmisión en el contexto escolar.

En el segundo capítulo (Mellado & González, 2000) se realiza una presentación de los conocimientos profesionales necesarios para aprender ciencias,

mediante la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC, según lo denominan los autores). Mellado & González (2000) hacen una presentación sobre la formación inicial de los profesores de primaria y de secundaria en el contexto de la educación española únicamente, presentando al final una propuesta de formación en cada nivel.

En el tercer capítulo Valcárcel & Sánchez (2000) se dedican a la formación del profesorado de ciencias en ejercicio, hablando inicialmente del conocimiento profesional deseable, de las investigaciones sobre programas de formación y de la planificación del desarrollo profesional. Finalizan con una propuesta para alcanzar dicho desarrollo profesional.

Como se puede observar, la formación del profesorado se ha configurado como un campo de trabajo en el cual se ha investigado bastante, pero a la vez hace falta mucho por hacer, generándose cada día más y más interrogantes sobre cómo mejorar la acción docente y convertirla en una labor profesional. En esta línea de investigación, tal como se ha presentado, se configuran campos de trabajo (concepciones, creencias, acciones, relaciones CTS, metáforas, analogías, NOS y resolución de problemas, entre otras) y niveles en los cuales es posible desarrollarlos, bien en formación inicial, en formación permanente de profesores en ejercicio y profesores universitarios o *teachers educators*.

1.1 La formación inicial del profesorado

Este campo de investigación ha recibido gran apoyo y reconocimiento en los últimos años, lo que se evidencia en ciertos indicadores como, por ejemplo, el hecho de que en Estados Unidos en 1984, se reconociera a la enseñanza y a la educación de los profesores como una división separada de la Asociación Americana de Investigación en Educación. Otro indicador ha sido el desarrollo de programas doctorales centrados en la educación de profesores en las universidades hacia los años 80; y el uso de herramientas metodológicas y disciplinares más orientadas hacia investigación en formación de profesores, que hacia estudios de entrenamiento, situación que se presentó entre los 80 y los 90 (Murray, Nuttall & Mitchell, 2008).

En ciertos países se han creado, en facultades de educación, programas de formación de profesores como carreras profesionales; a la vez que numerosas

investigaciones en este campo y la creación de revistas especializadas en este ámbito. En otros, se han creado entidades orientadas hacia el mejoramiento e investigación de la formación de los profesores, tal es el caso de Australia, en donde en 2005 se creó el Parlamento Federal de Investigación en Educación del Profesorado para:

... investigar y reportar en el ámbito, conveniencia, organización, recursos y entrega de los cursos de formación de profesores en universidades australianas públicas y privadas ... para examinar la preparación de los graduados frente a las actuales y futuras demandas en las escuelas Australianas (Commonwealth of Australia Standing Committee on Education and Vocational Training, 2005; citado por Murray et. al, 2008).

La formación inicial del profesorado de ciencias se ha analizado desde diferentes perspectivas teóricas, las cuales han orientado diversas propuestas de formación del profesorado y las cuales hemos desarrollado en otros documentos (García-Martínez, 2021). Por ejemplo, Feiman—Nemser (1990), haciendo una revisión de estructuras y alternativas conceptuales, resaltó cinco orientaciones conceptuales en la formación de un profesor de ciencias: académica, práctica, tecnológica, personal y la crítico social.

La orientación académica percibe la formación del docente con una fuerte formación en la disciplina de las ciencias más que en estrategias técnicas de tipo pedagógico (Borghi, 1991). En los trabajos de Shulman (1986a, 1986) se ha criticado la orientación académica, ya que ha centrado la atención en el contenido pedagógico. Este último plantea que los contenidos aprendidos por los futuros profesores no pueden ser enseñados de igual manera y los docentes en formación requieren desarrollar una comprensión de vías alternativas para desarrollar los conceptos en ciencias. Esta orientación se centra en la formación en la disciplina de base del profesor, es decir en el *qué* enseñar.

La orientación práctica se centra en los aspectos de habilidades de la enseñanza, así como la orientación académica se centra en la preparación en la disciplina. Esta lo hace en la experiencia en el salón de clase como la vía para aprender a ser profesor. Es así como se aprende del profesor, con experiencia en el mundo real, en el desarrollo de una serie de habilidades prácticas (Tulúa, 1997). En las críticas que ha recibido esta posición, está el mantener el estatus del profesor, más que fomentar la reflexión. Un riesgo que

esta orientación presenta es que los docentes en formación replicaran estas experiencias en las escuelas y no reflexionan sobre la experiencia misma.

En la orientación tecnológica se busca que los profesores lleven a cabo tareas de enseñanza con suficiencia académica. El aprender a enseñar implica elementos teóricos y prácticos que deben ser adquiridos, los cuales se derivan del estudio de la enseñanza. La competencia se define en términos de cumplimiento de metas. Esta orientación, según Anderson y Mitchener (1994), es el resultado de la investigación sobre la enseñanza efectiva que surgió con fuerza en los años 80.

La orientación personal se centra en el profesor aprendiz como el elemento central del proceso educativo. El desarrollo profesional del propio profesor es el eje de su preparación. El desarrollo personal del propio profesor es una parte central de la formación del profesorado. Las interacciones personales entre el profesor–estudiante, el formador de profesores y los estudiantes constituyen el núcleo del desarrollo de un programa cualificado con esta orientación.

En la orientación crítico social combina la teoría radical con un nuevo orden social, entre la enseñanza y el aprendizaje. El profesor que se busca es un educador y activista político quien remueva la inequidad social y promueva tanto los valores democráticos y la solución de problemas en los estudiantes.

Otra posición es la analizada por Kennedy (1990), en la cual plantea dos estrategias, la primera apunta a desarrollar, codificar y dar a los estudiantes conocimientos en la disciplina. En la segunda, se busca preparar a los estudiantes para pensar, proporcionando tanto el desarrollo de habilidades como las estrategias mismas que les permitan analizar e interpretar situaciones particulares. Así, se busca que sean flexibles y adaptables a las instituciones y a las diversas situaciones.

A pesar de ver ciertas características similares en algunos modelos antes mencionados, existen diferencias bien marcadas en las cuales no ha habido consenso. Un ejemplo de ello son las categorías que podrían ser usadas para analizar las mismas orientaciones teóricas de estos. Feiman—Nemser (1990) destacan que la pluralidad en estos, se debe fundamentalmente a que existen diferentes expectativas para la escuela y para los profesores, y por la misma complejidad humana.

En una investigación realizada por Guerrero (2015), en una primera parte, él identifica modelos de formación inicial de profesores comprendidos en las últimas dos décadas del siglo XX, centrados en cómo se desarrolla la práctica pedagógica y cotidiana de los docentes. Él reconoce cinco modelos de formación de profesores: El Modelo Práctico—Artesanal que define el proceso de enseñanza como la forma en que se produce la asimilación del oficio docente en un taller—aula, es decir, se aprende a ser docente experimentando las funciones de enseñanza. El Modelo Académico exalta el conocimiento de la disciplina que se enseña (Zayago, 2003) y relega a un segundo plano la formación pedagógica del futuro docente otorgándole un papel débil y superficial. El Modelo Técnico respalda la tecnificación de la enseñanza, enfocándose en una racionalidad, en la cual el profesor no sólo necesita manejar la lógica del conocimiento científico, sino que requiere el dominio de las técnicas, destrezas y habilidades para transmitirlo (Zayago, 2003). En el Modelo Personalista—Humanista lo más importante es la formación del profesor como persona inmersa en un proceso de construcción de sí mismo cuyo protagonista es él mismo. Sobre ese principio los programas de formación enfatizan en el fortalecimiento de las características que hacen más humana la tarea del profesor, el conocimiento de su autoconcepto, su autoimagen y su autopercepción. En el Modelo Hermenéutico—Reflexivo, la formación del futuro docente, según Zayago (2003), alude a la integración teoría y práctica, no en la forma tradicional en la cual la teoría guía la práctica. En este, la construcción de la teoría parte de la reflexión sobre la práctica; esta última (práctica) es un referente o eje conductor de la formación de docentes, es la base sobre la cual se estructuran los planes de formación.

En una segunda parte, Guerrero (2015) genera una tipología de modelos de formación inicial de docentes en ciencias, a partir de un análisis de contenido realizado a los artículos publicados en el campo, en la revista *Teaching and Teacher Education* en la década (2004—2014). Clasifica los modelos en cuatro: Modelo de formación orientado al desarrollo profesional, a las comunidades de práctica, a la práctica reflexiva y al cambio conceptual. Estos se describen a continuación desde su perspectiva.

El modelo de formación orientado al desarrollo profesional es un proceso en el cual los profesores crecen profesionalmente y las condiciones que el apoyo brinda promueven ese crecimiento. Desde esta perspectiva, el crecimiento profesional constituye un inevitable y permanente proceso de aprendizaje. Para Clarke y Hollingsworth (2002), el desarrollo profesional

de los docentes, se enmarca desde sus creencias, hasta el cambio en los resultados del aprendizaje de los estudiantes.

Desde el Modelo de Comunidad de Práctica, y como su nombre lo indica, la idea es que se genere una comunidad. Su interpretación se enmarca en la teoría de un aprendizaje social. Capacita a los miembros de la comunidad en el rol de eje social y mediador, dotándolos de las herramientas necesarias para la resolución de los posibles inconvenientes que surjan durante la práctica profesional del docente en el aula de clase. En este sentido, cada integrante debe desarrollar procesos de autorregulación que cumplan con los requisitos de situacionalidad, de cooperación, de constructivismo y autodirección, pues con estos elementos se asegura una coplanificación de las metas desde el intercambio de las experiencias.

Desde el Modelo de la Práctica Reflexiva se observa que los artículos analizados señalan la importancia de la reflexión en los docentes en formación, tanto inicial como en servicio, como herramienta para la mejora de sus procesos de aula, especialmente en la enseñanza de las ciencias. Schön (1992), señala dos cuestiones: a) el momento en el cual el profesional (docente) toma en serio la singularidad de la cuestión; y b) la reflexión en la acción (trabajo) como un tipo de experimentación

Los modelos de formación inicial de docentes en ciencias, enfocados al Cambio Conceptual, deben generar un punto de contradicción entre las creencias desarrolladas por el medio externo y los nuevos enfoques de la enseñanza de las ciencias. Aquí se ubican los que promueven cambios pedagógicos y didácticos.

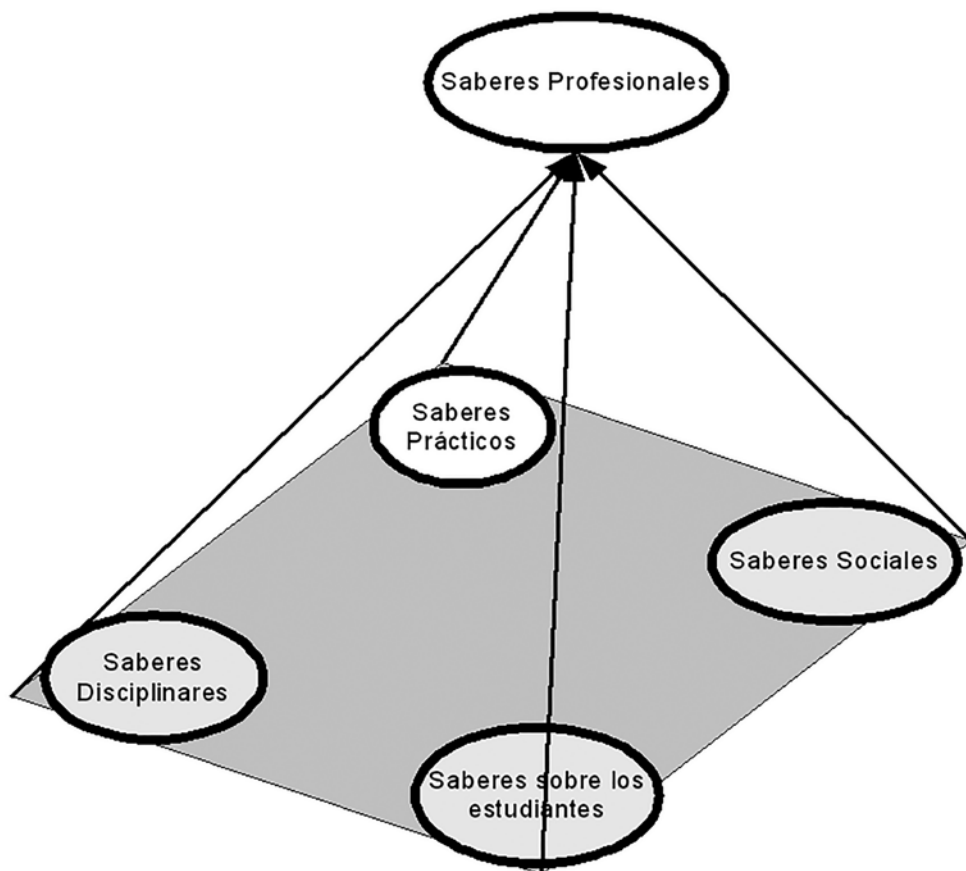
Con base en lo planteado, se observa que, con el tiempo, se han venido desarrollando diferentes modelos de formación inicial de profesores, y cada uno de ellos se ha construido con base en la perspectiva cultural y de formación que cada sociedad desea. A continuación, se presenta una propuesta que se ha venido desarrollando para formar docentes de química que se desempeñarán en la educación secundaria.

En esta línea de propuestas de programas de formación de profesores de química en su etapa inicial, Mosquera y García (2000) presentan una iniciativa que se ha venido desarrollando desde hace varios años en Colombia. Se reconoce, en primera instancia, que el profesorado tiene un saber profesional, por lo cual su trabajo docente deja de ser una actividad cotidiana y

rutinaria; con lo cual, el trabajo en el aula, en la escuela y en la comunidad es el resultado de actividades programadas fundamentalmente en principios teóricos de su saber. La investigación didáctica orienta el ejercicio profesional del docente quien se apoya en los aportes de su comunidad académica y aporta al desarrollo de esta con los resultados que a diario sistematiza.

En esta aproximación se identifica el saber profesional del maestro —saber didáctico— como estructurado por los saberes disciplinares, prácticos, del alumno y sociales, los cuales se explican a continuación y se ilustran en el diagrama siguiente:

Los saberes disciplinares son los diferentes campos de conocimientos fundamentales y básicos desde los cuales un profesor referencia su objeto profesional de trabajo. Es un conjunto de saberes primarios sin los cuales sería imposible abordar el carácter teórico de la didáctica de los saberes. Como lo muestran Tobin y Espinet (1989), una falta de conocimientos científicos constituye la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras.

Figura 1. Saberes profesionales

Fuente: Elaboración propia

Los saberes prácticos del profesor (Porlán, 1987; Porlán & Toscano, 1994; Porlán *et al.*, 1996) constituyen otro ámbito de referencia imprescindible para el docente. Son el producto de la reflexión argumentada sobre la cotidianidad y la acción en la escuela y en el aula de clase. Aquí puede indagarse teórica y prácticamente sobre la evaluación, los programas de actividades, la planeación escolar y los principios formativos, entre otras.

Los saberes de los alumnos (Gil, 1991) brindan información sobre lo que saben los alumnos, lo cual constituye un punto de partida básico para delimitar actividades de enseñanza. Conforman lo que en la literatura especializada se entiende por las investigaciones sobre concepciones previas o

preconcepciones de los alumnos (Posner et al, 1988; Novak, 1998; Driver, 1986; Driver *et al.*, 1992; Pozo *et al.*, 1991; Pope y Gilbert, 1988; Furió & Gil, 1989; Porlan, 1988).

Los saberes sociales (Gil, 1991; García, 1988; Wartofsky, 1988) dan cuenta de los conocimientos y concepciones propias de patrones culturales que corresponden a preconcepciones elaboradas por el conjunto social. El estudio de las características y la evolución de los saberes de los alumnos y de los saberes sociales son una fuente inagotable de actividades de investigación en el profesorado (Pozo *et al.*, 1991).

Los saberes didácticos, o saberes profesionales de los profesores (Gil, 1983; Gil, 1991), interrogan sobre la construcción de la didáctica de las disciplinas, sobre el para qué y el cómo enseñar, sobre cómo evidenciar cambios en las actitudes y en los saberes de los alumnos, sobre cómo evidenciar la utilidad social de los saberes de los alumnos y sobre cómo reconocer sus diferencias con los saberes propios de las comunidades de especialistas. En últimas, preguntan por cómo orientar auténticos procesos de investigación e innovación en el aula de clase. En sentido estricto, la construcción y evolución del saber didáctico nos permitirá elaborar discursos propios en torno a la epistemología e historia de la enseñanza y el aprendizaje de saberes disciplinares.

Al concebir la formación de profesores como un problema teórico y práctico desde las didácticas específicas, es posible considerar este proceso formativo como una auténtica actividad de investigación didáctica de tal manera que el plan de estudios se entienda como hipótesis de trabajo. La formación del profesor de ciencias en su etapa inicial se estructura en tres campos, los cuales son (Mosquera & García, 2000):

- El campo de formación disciplinar es aquel que busca desarrollar los ámbitos de formación comunicativa e investigativa en lo disciplinar y se refiere directamente al conjunto de saberes científicos fundamentales y complementarios que enmarcan la disciplina por enseñar. Es decir, para nuestro caso particular, química, física, biología, matemáticas y estadística.
- El campo de formación pedagógica y didáctica es aquel que busca desarrollar los ámbitos de formación comunicativa e investigativa en lo pedagógico y didáctico de la química y, en consecuencia, se refiere al conjunto de saberes que enmarcan el saber y el saber hacer específico del maestro. Es decir, allí se

relacionan los fundamentos básicos de la pedagogía, la psicología, la historia, la epistemología, la comunicación, la administración, las didácticas específicas y las prácticas profesionales. En general es el espacio en el cual, contando además con la intervención del referente científico, efectivamente se consolida el saber didáctico del maestro de química. Todo lo anterior conforma el eje de la profesión del Licenciado en Química.

- El campo de formación en valores humanos es aquel que busca desarrollar los ámbitos de formación comunicativa e investigativa en lo social, ético y lo político. Hace referencia a la articulación del campo de formación disciplinar y el campo de formación pedagógica y didáctica desarrollado por medio de espacios académicos obligatorios y electivos que favorezcan la socialización, la sensibilización, la culturización y la formación ciudadana, que dan la flexibilidad al currículo y soporte a la investigación formativa. Esto propicia que se cumplan los objetivos, las metas del programa, la formación integral del individuo, enmarcadas dentro de la libre elección, la vocación, las inclinaciones y las aptitudes individuales.

Estos tres campos se desarrollan de manera paralela y al mismo tiempo durante los cinco años de la formación del futuro profesor de química para desempeñarse en educación secundaria.

En el caso de Colombia la formación de profesores, en todas las áreas, es una carrera profesional universitaria, a diferencia de otros países latinoamericanos, en los cuales esta formación está a cargo de institutos de formación docente (IFD), conocidos habitualmente como profesorados (Maiztegui, 2000). Hasta 1998, las carreras de formación de docentes eran de cuatro años, a diferencia de las carreras que formaban profesionales de las ciencias básicas como física, química, biología. A partir de ese año, todas las carreras profesionales universitarias se unificaron a cinco años (CNA, 1998) con el ánimo de crear condiciones iguales para todo profesional universitario, eliminando aspectos que estigmatizaran la actividad docente; también se buscó generar mínimos de formación profesional para las facultades de educación. En estos programas se realiza una formación en la disciplina (matemáticas, química, sociales, entre otras), a la par de una formación pedagógica y en las didácticas específicas durante toda la carrera. En los cinco años de formación se ha creado un espacio académico (asignatura) el cual se denomina práctica profesional docente y se desarrolla en instituciones de educación primaria o secundaria en donde el futuro profesor realiza todas las actividades que cotidianamente realiza un profesor en ejercicio. Dicho espacio académico

puede ir de uno a dos años, según el énfasis del programa. Al igual que en las otras carreras profesionales, los “docentes en formación” realizan un trabajo de investigación para optar a su título profesional cuya duración mínima puede ser de un año.

Otros trabajos interesantes que se han centrado en formación inicial del profesorado de ciencias se han orientado hacia el estudio de los conocimientos y concepciones que manejan los profesores hacia conceptos específicos, por ejemplo, el cambio químico (Martin del Pozo, 2001). Este estudio no sólo se interesó en detectar el nivel al que formulan el concepto de cambio químico; fue igualmente necesario indagar con qué otros conceptos lo relacionan y, especialmente, el tipo de relaciones que establecen entre ellos, tanto desde el punto de vista disciplinar (sobre el concepto de cambio químico) como curricular (sobre el contenido que se pretende enseñar sobre el cambio químico).

Otra experiencia valiosa en formación del profesorado es la descrita por Carrillo (2007), en la cual se adelantó un proceso en el que participaron docentes de diferentes niveles de formación, desde formación inicial hasta formadores de profesores en el campo de las matemáticas. En esta experiencia, los orientadores del proceso se basan en el trabajo colaborativo y en un modelo teórico en el cual se lleva a docentes en formación a que se vinculen al proceso. Se contemplan tres fases: la de interiorización, condensación y cosificación. Con estas, se explican los procesos cognitivos referidos al aprendizaje de las matemáticas, y de allí realizaron una propuesta de modelo interpretativo del desarrollo profesional. Para este estudio se centraron en el seguimiento de una profesora en formación inicial, a la cual se le realizó un estudio de las actividades de trabajo de aula que realizaba. Como resultado se enfatizó en el avance cognitivo de la profesora en formación y la misma actuación. Es importante destacar que, en este proceso, resaltan los autores el trabajo de planificación desarrollado. Sin embargo, este estudio se centró en las actividades y dejó de lado la reflexión en profundidad de los diferentes tipos de contenidos. Un elemento muy importante de destacar es el trabajo cooperativo que desarrolló el equipo de investigación, ya que ellos trabajaron con estudiantes, profesores y formadores investigadores.

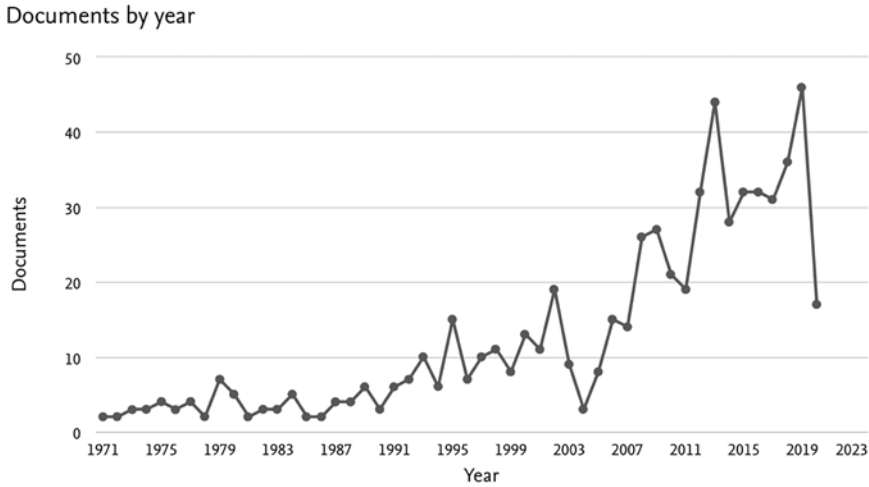
Un trabajo de investigación importante en formación inicial del profesorado fue el desarrollado por Cortés y Gándara (2006), en el cual se adelantó un proceso basado en la resolución de problemas y en el trabajo práctico de laboratorio como elemento de formación de profesores de primaria. Este

último se soportaba en el uso de los diagramas UVE como herramienta para la orientación del trabajo de laboratorio, pero también como elemento para fortalecer la reflexión. Mediante un proceso de investigación dirigida, los profesores en formación se vieron abocados a desarrollar todo un proceso de resolución de problemas para la apropiación de ciertos conceptos en ciencias naturales. Los profesores hicieron uso de las UVE para orientar su trabajo en la resolución de problemas, pero también lo emplearon, posteriormente, como elemento de reflexión de sus propios aprendizajes. Aquí se observa cómo la formación del profesorado parte de situaciones en las cuales ellos se enfrentan a problemas reales de las ciencias naturales y cómo los enfrentan, como aprendices, pero también como futuros profesores. Lo anterior se comprende haciendo uso de una herramienta diseñada para la enseñanza y el aprendizaje, y ahora para la formación de profesores a partir de la reflexión sobre la acción docente.

Trabajos recientes se han dirigido hacia analizar la influencia de incidentes críticos reales en el proceso de formación inicial del profesorado y, al mismo tiempo, cómo este proceso genera una formación de los profesores más experimentados en la docencia (Leshem, 2008). En este trabajo, se evidenció la creación de una comunidad de práctica y la manera en que el estudio de situaciones tomadas de la vida real generaba oportunidades, tanto para profesores expertos como para profesores en formación, de reflexionar sobre experiencias de enseñanza en contexto real. Esto potenció el desarrollo de diálogos sobre los sentimientos que se presentan a la hora de enseñar y que, por momentos, los “profesores novatos” creían que eran los únicos que sentían esas incertidumbres, pero que, al analizarlas, se dieron cuenta de que son muy normales y que se hace necesario estudiarlas y afrontarlas.

Al hacer una revisión bibliográfica en SCOPUS, con las palabras clave ‘pre-service science teachers’ y limitándola a artículos publicados sobre procesos de formación, se observa (en la figura 2) cómo ha venido evolucionando el campo en relación al número de artículo publicados sobre el tema. Se resalta cómo en 2019 se publicaron más de 40 artículos que abordaban el tema y cómo hacia mediados de la década del 70 no pasaban de 5.

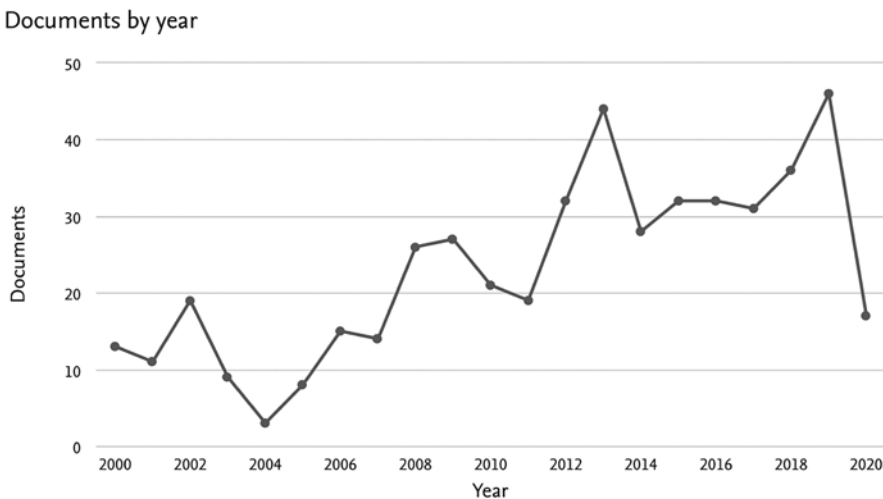
Figura 2. Artículos publicados en la línea de formación inicial de profesores de ciencias



Fuente: Scopus.

Al hacer una revisión más focalizada en la última década, a partir del año 2000 (ver figura 3), se observa que se han generado unos 483 artículos reportados en Scopus. Estos han aumentado progresivamente hasta tener 46 en el año 2019, con un incremento importante en 2013 con 44 artículos.

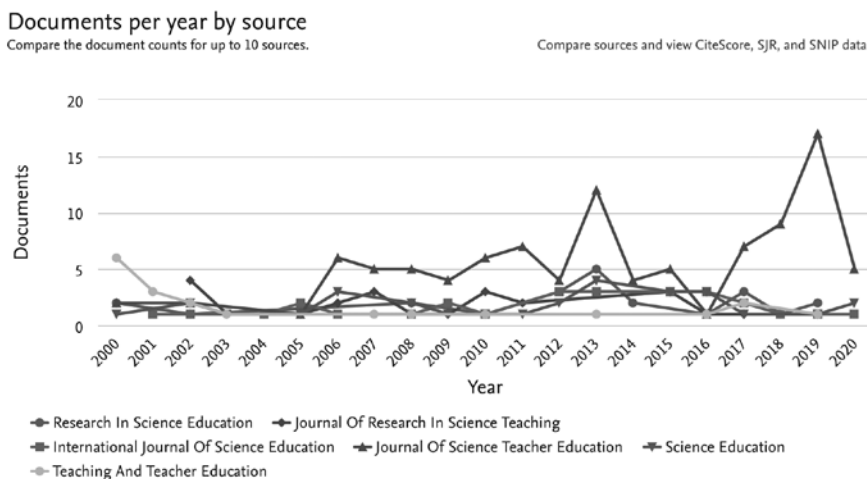
Figura 3. Artículos publicados entre 2000 y 2019



Fuente: Scopus.

En el mismo periodo, se observa (ver figura 4) que las revistas que más publican en esta línea de investigación son *Journal of Science Teacher Education* (102), *Science Educación* (29), *International Journal of Science Education* (27), *Journal of Research in Science Teaching* (24), *Research in Science Education* (23) y *Teaching and Teacher Education* (20).

Figura 4. Revistas que más publican artículos sobre formación inicial de profesores de ciencias



Fuente: Scopus.

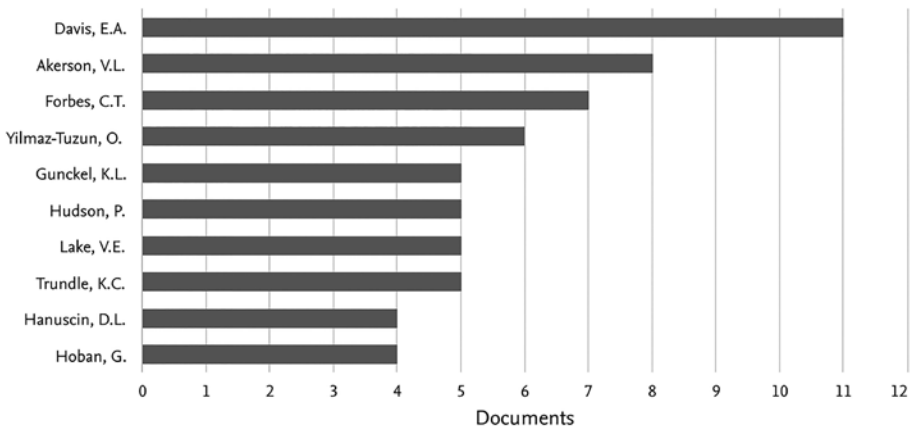
Unos de los autores que más han publicado sobre formación inicial de profesores de ciencias es Davis con 11 artículos, seguido por Akerson con 8, desde el año 2000 hasta la fecha. Davis centra la atención en el currículo y en los materiales empleados para desarrollarlo, analizando los procesos que llevan a cabo los profesores en formación; en uno de sus trabajos (Forbes & Davis, 2010) que tuvo como objeto el diseño curricular para la indagación. Centró la atención en lo que ellos denominaron materiales curriculares. Analizaron las rutas de los profesores en formación cuando movilizaban y adaptaban los materiales del currículo de ciencias a sus propias actividades docentes basadas en la indagación. En la misma línea, la autora en su grupo de investigación, ha analizado el aprendizaje de los profesores en formación a la hora de criticar y adaptar materiales curriculares para las ciencias, específicamente analizando el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido en ellos (Beyer & Davis, 2012). De igual forma, ha estudiado el papel de la identidad para la enseñanza de las ciencias durante este proceso de formación (Forbes & Davis, 2008).

Akerson, por su parte, se ha centrado en la atención en la línea de concepciones sobre naturaleza de la ciencia en profesores que se encuentran en formación. En uno de estos trabajos, estudió la influencia de formación metacognitiva en los profesores en formación y su influencia en las concepciones sobre naturaleza de la ciencia (Abd-El-Khalick & Akerson, 2009). En un estudio, relacionado con uno de los propósitos de este libro, se analizó el desarrollo de una comunidad de práctica con profesores en formación de nivel primario, en relación al estudio de la naturaleza de la ciencia (Akerson, Donnelly, Riggs & Eastwood, 2012). Esto se puede ver en la figura 5.

Figura 5. Autores que más publican en FIP

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.



Fuente: Scopus.

Uno de los trabajos de mayor citación en la base de datos Scopus (178), en la línea de formación inicial de profesores de ciencias, es el de Windschitl (2004), en el cual presenta una investigación que se ubica en la línea de concepciones sobre la ciencia. Resulta significativo cómo se mantiene actualmente este interés por las concepciones docentes sobre la ciencia, y se correlaciona con otra línea que proviene de la filosofía de la ciencia, y que estudia las concepciones sobre NOS (Naturaleza de la Ciencia, del acrónimo en inglés) en el profesorado.

1.2 La formación de los profesores en ejercicio

Frente a la formación del profesorado que se encuentra en ejercicio de su profesión, son numerosos los estudios que se han realizado. En estos se destacan aquellos centrados en el aprendizaje de los profesores y la forma como interactúan en ambientes académicos. Al analizar la forma en que aprenden, y mirarlo a la luz de cómo trabajan los estudiantes, se observa que los profesores que se encuentran en activo también tienen un conocimiento y unas creencias previas que influyen en su forma de aprender las nuevas ideas y prácticas pedagógicas.

Son diferentes los ámbitos de investigación en cuanto a los profesores en ejercicio, por ejemplo, se estudian con mayor frecuencia no solo la formación misma, sino los factores que afectan el desarrollo profesional de los profesores. Tal es el caso del estudio de Gao (2008), en cual se analizaron las experiencias que generan vulnerabilidad profesional en profesores en activo. Entre estas se destacan el cambio de políticas educativas (cada vez menos centradas en el incentivo a la labor docente, la sobrecarga de actividades y la exigencia de resultados sin las condiciones adecuadas), las difíciles relaciones en la escuela (partiendo de los directivos, pasando a los padres y los estudiantes, se compli-can con las políticas de las reformas educativas), las percepciones personales de los profesores (en las que sobresale el sentirse sin respaldo para desarrollar sus actividades profesionales) y cargas culturales que crean imágenes distor-sionadas de los profesores y de su desempeño profesional.

De igual manera se han estudiado las creencias del profesorado frente a diferentes aspectos, por ejemplo, la naturaleza de la ciencia, sobre la enseñanza, sobre el aprendizaje y sus prácticas docentes, entre otras. En esta línea aparece un estudio sobre las creencias del profesorado sobre una buena enseñanza (Hermans, Van Braak & Van Keer, 2008). En este estudio se orga-nizaron las creencias en dos dimensiones, la transmisiva y la de desarrollo, que se evaluaron a través los objetivos de la educación, la naturaleza de los contenidos y vías de adquisición del conocimiento.

También se ha estudiado la influencia de las emociones, la identidad y lo humano del trabajo docente en su desempeño profesional (O'Connor, 2008), los cuales no son contemplados por estándares profesionales para evaluar el desempeño del profesor en algunos países como Australia (NSW Institute of Teachers, 2005). O'Connor desarrolla un estudio en el cual pone de mani-fiesto la gran influencia que tienen las emociones y el carácter humano en

el ejercicio docente y cómo estos elementos se evidencian en dimensiones de tipo profesional, de desempeño y de tipo filosófico. Además, insiste en la importancia de tenerlas en cuenta a la hora de hablar de Estándares Profesionales para la Enseñanza.

Algunos proyectos de desarrollo del profesorado que han tenido éxito en su intento de provocar un cambio significativo en las prácticas docentes de los profesores experimentados se dirigían explícitamente al conocimiento y las creencias preexistentes de los profesores y ayudaban a sus participantes a examinarlos y cambiarlos (García *et al.*, 1999; Smith & Neale, 1991). Estos proyectos se centraban en ayudar a los profesores a reflexionar nuevamente sobre la enseñanza de áreas concretas de las asignaturas (matemáticas, ciencias o lectura).

García (1999) desarrolló una investigación en la cual se adelantó un programa de formación de profesores de química en ejercicio, a nivel de secundaria, en el cual los profesores orientaban sus clases sobre una serie de actividades diseñadas basadas en la resolución de problemas abiertos. En este estudio, inicialmente se indago sobre las ideas que presentaban los profesores de química sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Los profesores se apropiaron del trabajo orientado a partir de la resolución de problemas llevándolas a su trabajo de aula y, luego, se analizaba cómo se habían sentido y qué percibían ellos sobre la forma en que los estudiantes habían recibido la propuesta. De un sentido eminentemente tradicional, en una primera instancia, se llevo a una clase centrada en las actividades desarrolladas por los estudiantes con el apoyo permanente de tres profesores, uno como titular de la asignatura quien era el profesor en ejercicio, y dos profesores en formación. Se transformaron todas las actividades de clase, las primeras orientadas por los investigadores y las otras con los aportes del equipo de profesores, generándose un trabajo cooperativo permanente. Se tomó la rutina de organizar un seminario semanal en el cual los profesores realizaban diálogos sobre aspectos que antes desarrollaban solos y con cierto hermetismo. Entre los aspectos abordados se destacan el planear las clases, el diseñar los materiales de apoyo, las evaluaciones, el analizar los resultados de las actividades aplicadas y el realizar los trabajos de laboratorio de manera previa a su aplicación con estudiantes.

Smith y Neale (1991; citado por Putnam & Borko, 1997) asumieron que, para tener éxito en la transformación conceptual de la enseñanza de las ciencias por parte de los profesores de primaria, se requería transformar sus

interpretaciones sobre el contenido científico de lo que estaban enseñando (para este caso luz y sombras), su conocimiento y sus creencias sobre la enseñanza de las ciencias y su conocimiento sobre las ideas de los niños. Los profesores participaron en un taller de verano en el cual leyeron literatura de investigación sobre las ideas erróneas que los niños tenían de la luz y la sombra, entrevistaron a estudiantes, participaron en actividades centradas en su propia comprensión de lo que es la luz y la sombra, y dieron clases a pequeños grupos de niños. Como ocurrió en los otros proyectos, estas actividades provocaron cambios tanto en el conocimiento y las creencias de los profesores como en su práctica docente.

Estos proyectos de desarrollo profesional tienen en común el apoyo que brindan a los profesores para examinar y cambiar tanto sus creencias y su conocimiento como su práctica docente. Consideran lo suficientemente importantes las creencias y el conocimiento que tienen los profesores como para someterlos a un examen detenido y una posible transformación. De otro lado, ponen de relieve la enseñanza de una materia docente concreta en lugar de centrarse en enfoques generalistas o universales sobre la enseñanza. Lo relevante es que, con un trabajo sistemático e intenso, los profesores pueden llevar a cabo cambios sustanciales en su conocimiento, sus creencias y sus prácticas, cambios que tienen unas orientaciones compatibles con una visión que apuesta por la reforma de la enseñanza y el aprendizaje (Putnam & Borko, 1997).

En el ámbito universitario, se encuentran estudios que intentan contribuir al mejoramiento de la enseñanza en la educación superior, por ejemplo, el que desarrollaron Postareff, Lindblom & Nevgi (2007) abordando el pensamiento pedagógico de los profesores así como de sus habilidades docentes. Estos autores crearon un programa de formación de profesores universitarios (200) de diferentes áreas, que voluntariamente se ofrecieron a participar. Tuviron, como pregunta de estudio, si se generaba influencia en la enseñanza de los participantes luego de un año de haber participado en el curso diseñado y si esta influencia se percibía en alejarse de un modelo más centrado en las actividades del profesor a otro más centrado en los aprendizajes de los estudiantes. El curso se soportó en el uso de portafolios en la docencia universitaria y generó cambios relevantes en los participantes con menos formación y con mayor formación pedagógica, es decir los extremos, los cuales fueron identificados mediante el uso de instrumentos escritos y entrevistas. Este tipo de cambios son muy lentos y requieren como mínimo un año de trabajo con los profesores.

En algunos países, tales como Noruega, Reino Unido y Sri Lanka, se han tomado decisiones sobre la obligatoriedad de la formación pedagógica de los profesores universitarios (Postareff, Lindblom & Nevgi, 2007).

Otros estudios en el ámbito de la educación superior, se han centrado en analizar las experiencias significativas que los estudiantes tienen de sus profesores universitarios y que se convierten en experiencias clave en sus vidas (Yair, 2008). Entre estas se resaltan aquellas de autodescubrimiento, en las cuales los estudiantes han descubierto aspectos personales y académicos que no sabían que tenían y que por la incursión del profesor las han reconocido. Otras experiencias relevantes hacen referencia a la segunda oportunidad; en ellas, el profesor ha permitido, bajo ciertas circunstancias determinadas, que el estudiante pueda redescubrirse mediante una segunda opción para realizar ciertas actividades académicas. Esto ha permitido que se fortalezca la autoestima y se generen procesos de rehabilitación académica y personal.

Un estudio, que se desarrolla en formación de profesores en educación superior, es el realizado por García y Pareja (2008), en el cual, a partir de los referentes de la investigación acción, se diseñó y desarrolló una propuesta didáctica. A través de ella, se establecieron conexiones y relaciones interdisciplinarias entre cursos, para romper con el aislamiento que usualmente caracteriza el trabajo en los profesores de la universidad y llevarlos hacia una fórmula más global y compleja para el desarrollo del currículo. De igual forma, se hizo uso de las tecnologías de la información y la comunicación para soportar los procesos de aprendizaje y aumentar las posibilidades de reflexión, diálogo y colaboración más allá de las actividades en el aula de clase.

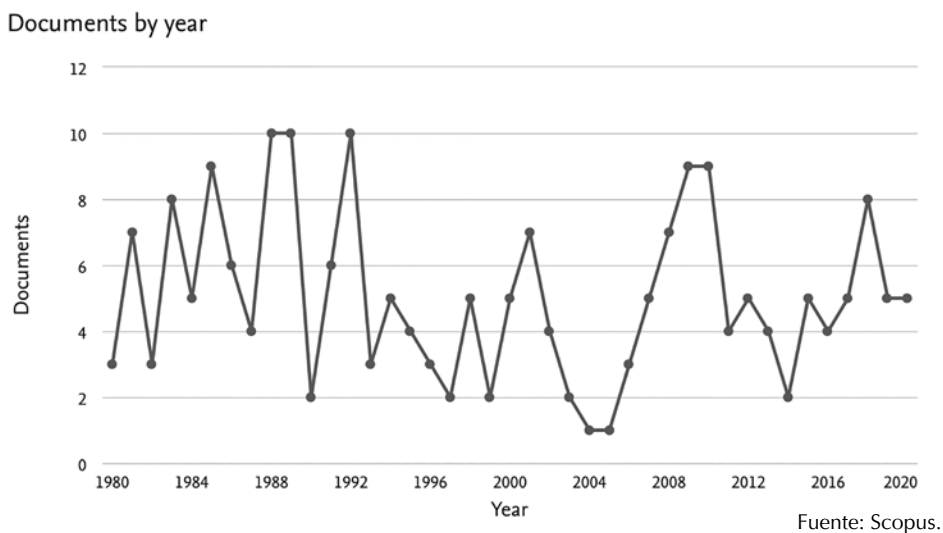
Otro campo es el empleo de estrategias metodológicas alternativas desde la enseñanza universitaria para el mejoramiento del aprendizaje. En este, aparecen estudios que destacan el desarrollo de la creatividad (Billing, 2007), el uso de metodologías que permitan la transferibilidad de habilidades centrales para el aprendizaje (McWilliam & Dawson, 2008), entre otros. En el primero, Billing (2007) destaca la necesidad de hablar no solo del fortalecimiento de habilidades sino de generar todo un proceso de formación para el desarrollo de la creatividad, como elemento fundamental para ser desarrollado en la universidad. El autor resalta la necesidad de generar un proceso que se centre en una enseñanza para el desarrollo de la creatividad ligado a una “pedagogía para la universidad”. McWilliam y Dawson (2008), por su parte, plantean cómo el “transfer” (fenómeno que involucra el cambio en el desempeño de una tarea como resultado de una actuación previa en una

tarea diferente) puede ser empleado como metodología para la educación superior al momento de desarrollar ciertas habilidades cognitivas.

En otro estudio, King (2004) desarrolla un proceso de investigación que se orienta hacia el desarrollo profesional de profesores universitarios y otros profesores de adultos. Ellos participan en un curso de formación docente en el cual son ubicados en el papel de aprendices cuyo objeto central es analizar su experiencia y desarrollo de su práctica profesional, así como su sentido de responsabilidad. En los cambios presentados, se observaron actitudes de mente más abierta hacia los otros y hacia ellos mismos; se desarrolló una reflexión mayor hacia su trabajo y hacia sus vidas, en lo personal; y una mejor disposición hacia el trabajo en grupo.

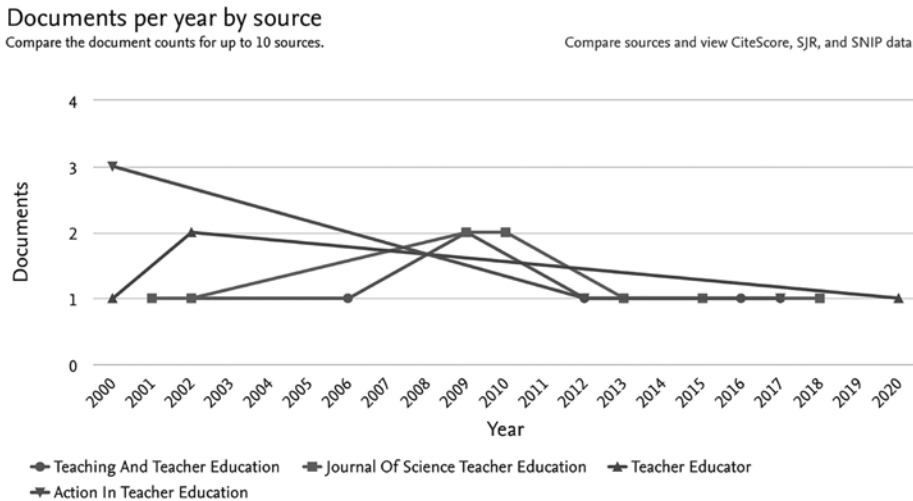
Al hacer una revisión en SCOPUS con las palabras clave 'inservice science teachers' y limitándola a artículos publicados sobre procesos de formación, se observa que ha tenido una variación frente al número en las últimas décadas (ver figura 6). En la década el ochenta tuvo un ascenso (hasta 10 artículos por año), el cual se repitió del 2008 al 2010, pero desde entonces ha fluctuado con un promedio de 4 o 5 artículos por año. En general se observa que el número de artículos generados en esta línea, en relación con la formación inicial, es mucho menor.

Figura 6. Artículos publicados en la línea de formación profesores de ciencias en servicio



Frente a las revistas que más publican en el campo (ver figura 7), tomando las últimas dos décadas, se observa que el *Journal of Science Teacher Education* es la revista que más artículos ha publicado (9), seguida de la *Teaching and Teacher Education* (8), luego la *Action in teacher education* (5) y la *Teacher Educator* (4).

Figura 7. Revistas que más publican artículos sobre formación de profesores de ciencias en servicio



En relación a autores de trabajos en esta línea, no hay un autor que se destaque frente a los demás de manera amplia, ya que publican de dos a cuatro artículos, a diferencia de la formación inicial de profesores que es mayor la producción por autor.

A pesar de los trabajos de investigación que se adelantan en la actualidad, se hace necesario continuar analizando diferentes propuestas de formación del profesorado en sus diferentes etapas. Día a día, son más los obstáculos que se presentan y que exigen formar un docente con las mejores condiciones y cualidades para constituir una actividad profesionalmente reconocida y valorada socialmente, que enfrente mejor los retos a que está y estará expuesta.

2. Desarrollo profesional docente

En este apartado se presenta la visión de formación del profesorado, rescatando la imagen del docente como profesional de la enseñanza de las ciencias. Para esto se ha organizado en varios apartados: en el primero, sobre la formación profesional del profesorado, se presenta el porqué es importante hablar de la formación de profesores y profesoras desde una perspectiva alejada de imágenes de corte tradicional y más próxima a perspectivas contemporáneas de profesionalidad docente. De esta forma, se ubica al lector en el contexto de la formación permanente del profesorado en ejercicio y, específicamente, en el contexto de la educación superior. Posteriormente, se plantean ciertas interpretaciones sobre lo que es el desarrollo profesional de los profesores. De igual forma se explican los ámbitos que soportan el desarrollo profesional y las características de cada uno, finalizando con la presentación de algunas alternativas interesantes sobre cómo generar ese desarrollo profesional. En el siguiente numeral se presentan algunas perspectivas sobre el aprendizaje que orientarán el trabajo de una comunidad de desarrollo profesional de profesores; entre estas se encuentran el aprendizaje desde lo social, el contexto, desde la actividad intelectual compartida y el aprendizaje con conciencia. Finalmente, se describen las comunidades de desarrollo profesional desde diferentes perspectivas y se presenta la propuesta que se ha creado y que se propone en este documento como aporte al campo de investigación en formación del profesorado.

2.1 Algunas metas y modelos de formación permanente del profesorado de ciencias

Como se ha mencionado, son numerosos los estudios que se han realizado en torno al profesorado en ejercicio, los cuales han surgido principalmente al analizar los trabajos centrados en los estudiantes. Estos demuestran que gran parte de los resultados poco satisfactorios en el aprendizaje de las ciencias se encuentran vinculados a la enseñanza recibida por el profesor. Por otro lado, se han adelantado para fortalecer su papel de profesional de la

educación, que es desde esta perspectiva desde donde se orienta este trabajo que se presenta. En esta línea de profesores, que se encuentran en servicio, se han venido adelantando trabajos de investigación en cuanto a sus concepciones, sus prácticas, a las imágenes de NOS, su cultura, sus actitudes, sus creencias y su identidad profesional, entre otros.

Al hablar de la formación del profesor de ciencias que se encuentra en ejercicio, surgen muchos interrogantes en torno a cuáles serían los fines de dicha formación, cómo debe realizarse, qué se debe trabajar con los docentes o si debe centrarse en una formación en el cómo enseñar o incluir elementos de la disciplina misma. En fin, si se debe realizar toda una planeación curricular para la estructuración de un programa de formación y actualización docente.

Al analizar los objetivos formativos que sean coherentes con las demandas que día a día se le presentan al profesorado para que llegue a ser considerado como un profesional experto, se pueden plantear cuatro grandes metas, en cuanto a los programas de formación se refiere (Valcacer & Sánchez, 2000):

- Mejorar el conocimiento de los profesores en relación con la asignatura que enseñan, sobre todo mediante un aumento del conocimiento del contenido de enseñanza y del conocimiento didáctico del contenido.
- Cambiar las concepciones y prácticas docentes de los profesores hacia enfoques coherentes con presupuestos constructivistas.
- Formar al profesor como diseñador de proyectos curriculares e investigador de su actuación docente en el aula.
- Desarrollar actitudes y prácticas docentes más colaborativas, críticas y autónomas.

Desde la óptica de la primera meta se encuentran trabajos (Clermont, 1993) que tienen como denominador común que las diferentes estrategias del diseño del programa, es decir, las decisiones del programa, han sido decididas por los expertos a partir de un diagnóstico de necesidades que muestran la insuficiencia de los conocimientos científicos o disciplinares de los profesores para una enseñanza eficaz.

En cuanto a los trabajos que enmarcan sus objetivos en la segunda meta, se pueden organizar en dos grupos, el primero que intenta promover cambios en las concepciones de los profesores sobre la enseñanza (Hewson & Hewson, 1987; Martínez *et al.*, 1998). En estos estudios se muestra que los

profesores cambian con facilidad sus ideas tradicionales hacia actividades de investigación coherentes con la actividad científica y les asignan a estas un mayor valor educativo. Se pone de manifiesto la necesidad de ir más allá de investigar el cambio de creencias y pasar a conocer en qué medida son posibles las innovaciones que se pretenden en la práctica del aula. Sin embargo, algunos, luego de finalizados los programas, no utilizan estas ideas en el diseño de sus actividades.

El segundo grupo hace referencia a aquellos programas que pretenden cambios no solo de ideas sino en los modelos didácticos que dirigen su práctica, desde enfoques transmisionistas hacia presupuestos coherentes con un enfoque constructivista (Briscoe & Peters, 1997; Mitchener & Anderson, 1989). En estos se incorpora el asesoramiento de un experto durante el desarrollo del programa. Algunos elementos comunes pueden ser los siguientes: a) son cursos de formación que duran en promedio un año, b) se presenta una etapa de fundamentación teórica y metodológica mediante cursos, y c) la estrategia de formación tiene como eje el diseño y puesta en práctica en el aula de actividades o secuencias de enseñanza. En estos programas se destaca la importancia de evaluar la incidencia de los programas mediante la observación y seguimiento en la práctica docente para detectar los posibles cambios en los modelos didácticos. También se analizan condicionantes originados por el contexto. Se parte del análisis de una situación inicial la cual es estudiada mediante el uso de instrumentos y otras técnicas que luego permitan realizar triangulación de la información. Con ello se busca una situación final con actividades más flexibles y asesoramiento en la planificación e implementación de unidades didácticas.

Otras propuestas de programas de formación orientadas desde la tercera y cuarta meta tienen como elemento común el diagnóstico y resolución de problemas del aula, el trabajo cooperativo, el diseño y desarrollo del currículo y la reflexión en y sobre la práctica. En ellas, se pretende, además, cambiar el modelo didáctico hacia presupuestos constructivistas, formando al profesor como investigador de su acción docente y hacerlo profesionalmente más crítico y autónomo (Marx *et al.*, 1998; Gil *et al.*, 1998; García *et al.*, 2001). Ciertos elementos que se perciben como orientadores y se presentan en estos trabajos son los siguientes —algunos solo se presentan en unos trabajos y otros no, pero se asumen como deseables—: se asume como principio que, para generar cambios didácticos, se debe partir de la disposición del profesorado para hacerlo, se trabaja en equipos de profesores de manera cooperativa y se desarrolla el trabajo en contextos reales de las aulas

de clase; y se trabaja sobre problemas reales y en contextos cotidianos con todas las vicisitudes laborales y administrativas a las que se enfrentan a diario. El proceso se interpreta como algo permanente, progresivo y a largo plazo; la viabilidad de esta modalidad exige la selección de los profesores con un nivel de desarrollo y expectativas profesionales adecuadas, es decir, es una modalidad que debe dirigirse a profesores que deseen renovar su práctica con rigor (Azcárate, 1994) tal como se anotaba con antelación.

Algunos proyectos de desarrollo del profesorado, que han tenido éxito en su intento de provocar un cambio significativo en las prácticas docentes de los profesores experimentados, se dirigían explícitamente al conocimiento y a las creencias preexistentes de los profesores y ayudaban a sus participantes a examinarlos y cambiarlos (Schifter & Simón, 1992). Este y otros proyectos exitosos de formación del profesorado en ejercicio tienen en común el apoyo que brindan a los profesores para indagar y cambiar tanto sus creencias y su conocimiento como su práctica docente. Consideran lo suficientemente importantes las creencias y el conocimiento que tienen los profesores como para someterlos a un examen detenido y una posible transformación, proceso altamente dispendioso y que requiere un seguimiento riguroso. Por otra parte, buen número de proyectos ponen de relieve la enseñanza de una materia docente concreta en lugar de centrarse en enfoques genéricos sobre la enseñanza. El mensaje general que nos aportan es que, con un trabajo sistemático, riguroso e intenso, los profesores pueden llevar a cabo cambios sustanciales en su conocimiento, sus creencias y sus prácticas, cambios que tienen unas orientaciones compatibles con una visión que apuesta por un cambio de fondo de la enseñanza y el aprendizaje (Putnam y Borko, 1997).

Otro ejemplo de conceptualización teórica sobre la formación docente es el presentado por Sparks y Loucks-Horsley (1990) el cual organiza cinco modelos de desarrollo personal, con docentes en ejercicio, estos son: la individualidad guiada por un desarrollo personal, un proceso a través del cual profesores proponen un plan de actividades para su propia formación; el modelo observación/valoración, que proporciona a los profesores datos objetivos y una retroalimentación del proceso en su aula de clase, permitiendo, de esta manera, la selección de áreas de crecimiento; el proceso de desarrollo/perfeccionamiento que involucra a profesores en el desarrollo de currículos, diseño de programas o a participar en un proceso de perfeccionamiento escolar para resolver problemas generales o particulares; el modelo de entrenamiento, que podría ser sinónimo del desarrollo personal e incluye profesores que adquieren conocimientos o habilidades a través de una

formación adecuada, individual o grupal; y el modelo de investigación, que incluye profesores para identificar un área de la enseñanza de particular interés, recolectando datos y haciendo cambios en la instrucción con base en la interpretación de esa información.

Son numerosos y de gran valor, los resultados que se han generado en este campo de investigación. Sin embargo, en nuestro caso, resulta interesante observar que en el campo de la formación permanente del profesorado de ciencias en ejercicio, se producen ciertos aspectos coincidentes, como la inseguridad y el poco manejo que tienen estos profesores en cuanto a su disciplina de base en la cual han sido formados, una vez se encuentran frente a situaciones problemáticas que exigen de ellos respuestas claras y concretas ante cuestionamientos de los estudiantes (García *et al.*, 2001; Lucio, 2001). Así pues, se hace necesario que los programas de formación permanente fortalezcan estas debilidades del docente, las cuales limitan posibles acciones que tienden al desarrollo de actividades de innovación en las aulas de clase, ya que el profesor “tradicional” se sentiría cuestionado y sin herramientas suficientes en espacios en los cuales se desarrollan actitudes críticas y reflexivas en los estudiantes y ellos lo cuestionen frente a problemas que no tenía previstos.

Otro modelo de formación de profesores es el de Artzt y Armour—Thomas (1999 citado por Carrillo, 2007) el cual incluye fases (iniciación, desarrollo y cierre) y dimensiones (tareas, entorno de aprendizaje y discurso) de la lección. Este modelo pretende servir para analizar la práctica instruccional de los profesores y ser una guía que les permita reflexionar sobre su práctica y sobre sus cogniciones subyacentes de un modo amplio y estructurado. El análisis de fases y dimensiones se realiza desde la concepción de la enseñanza orientada a la comprensión, porque, entre otras razones, una de las metas de la instrucción es promover un aprendizaje del alumno con comprensión.

El modelo de Schoenfeld (2000), por su parte, permite caracterizar la práctica del profesor en función de sus decisiones y acciones. Posibilita el análisis detallado de, por un lado, creencias, objetivos y conocimientos activados en la enseñanza; y, por otro, de las acciones implementadas por el profesor, en relación con la activación prioritaria de las cogniciones mencionadas. Este análisis se efectúa tomando como base la división de la lección en episodios y subepisodios que se corresponden con la activación de algún objetivo.

En el caso colombiano, la formación permanente del profesorado en ejercicio, hasta el año 1999, estaba a cargo de instituciones educativas privadas y oficiales universitarias u organizaciones educativas especializadas, que impartían cursos en diferentes áreas y niveles con diferente duración (podía ser de dos meses hasta un año). Con esos cursos y con un tiempo de docencia certificada, el profesor ascendía en un escalafón propio de las instituciones oficiales, lo cual le permitía mejorar su salario. A partir de ese año, las universidades son las únicas instituciones autorizadas para realizar dicho proceso que se caracteriza por tener una duración de un año y por estar vinculado a procesos de innovación e investigación educativa. Dicho proceso está orientado por especialistas de grupos de trabajo de las respectivas universidades, en el área de formación básica del profesor. Al final del proceso, la respectiva universidad certifica lo desarrollado que, junto con un tiempo específico de docencia certificada, le permite al profesor ascender en el escalafón y mejorar su salario. En resumen, la formación permanente del profesorado en ejercicio a nivel oficial, está vinculada con el mejoramiento salarial. En las instituciones privadas dicha formación es autónoma, en algunos casos se estimula para que se desarrolle libremente y, en otros, se plantea como política institucional.

2.2 La Educación superior y el profesorado a nivel universitario

El desarrollo de la universidad moderna, como modelo de organización primario para la enseñanza y el aprendizaje, tiene una amplia y rica historia. En los primeros años, dos modelos emergieron, uno en Bolonia, centrado en los estudiantes quienes pagaban a sus instructores y tenían una buena relación de poder sobre ellos, y otro en París, donde los instructores tenían un poder significativo sobre sus estudiantes y mantenían cierta jerarquía formal sobre ellos (Perkin, 2006). Con el tiempo, el modelo de París demostró mayores ventajas sobre el de Bolonia, con lo cual se ha continuado. Hasta el día de hoy los profesores mantienen el control sobre el aprendizaje.

En las primeras instituciones británicas de educación superior, el modelo tutorial (relación estudiante tutor, uno a uno) fue la norma por siglos, y fue llevado por las primeras instituciones coloniales en Norteamérica. Posteriormente, la interacción personal y el aprendizaje individualizado del modelo tutorial fue reemplazado por el formato de conferencia en el cual

un instructor, especializado en un área temática única, enseñaba a muchos estudiantes simultáneamente (Lattuca, 2006).

Durante los dos últimos siglos, la expansión de la educación superior a lo largo del mundo aseguró la permanencia del modelo de grupo “un profesor para muchos estudiantes”. Además, la proliferación de especializaciones, en todos los campos de investigación científica, y la consecuente necesidad de formar profesores e investigadores especialistas condujeron a la disminución y casi desaparición de un tutor generalista (Forest, 2006). Estos desarrollos naturalmente conducen a un cambio en la forma de acercarse a la enseñanza y al aprendizaje. Los conceptos alemanes ‘lernfreiheit’ (libertad en el aprendizaje) y ‘lehrfreiheit’ (libertad en enseñanza) fueron también integrados al desarrollo de la educación superior moderna, particularmente en términos de autonomía para desarrollar el currículo y orientar los métodos de enseñanza (Lattuca, 2006).

A pesar de la evolución de la universidad a lo largo de varios siglos, mucho de lo que se hace en los salones de clase hoy, con respecto a la enseñanza y al aprendizaje, es similar a lo que se hizo en las primeras instituciones. Las instituciones de educación superior han venido mejorando la educación de sus estudiantes con el fin de asegurarles un mejor futuro a sus egresados. En general, pocas instituciones con altos niveles de aprendizaje pueden sobrevivir el mercado global actual sin, al menos, demostrar efectividad en su enseñanza. Son numerosos los esfuerzos que se realizan para mejorar la efectividad en el aprendizaje, pero es muy poca, en algunos casos inexistente, la preparación recibida para mejorar la enseñanza. Muy pocos programas logran desarrollar una adecuada formación del futuro profesor a nivel superior; es más, se centran en el modelo predominante basado en el desarrollo de un experto en la disciplina y con habilidades de investigación, con la presunción de que esto será suficiente para desenvolverse como futuro profesor en el aula de clases (Forest, 2006).

La educación superior, en el contexto actual, se está volviendo objeto de mucha atención frente a los cambios que se desarrollan en lo social, económico y político. Ante esto términos como acreditación de calidad, acreditación institucional y espacio europeo para la educación superior se han vuelto elementos obligados de discusión y análisis, y es en este medio en el cual se han presentado numerosas propuestas que reflexionan sobre su objeto y razón de ser para la sociedad actual. Brennan (2008) plantea que el impacto de la educación superior en la sociedad se puede ver desde

tres perspectivas: primero, en términos de construir y mantener la sociedad del conocimiento; segundo, construir una sociedad justa y estable; y, tercero, el papel de construir una sociedad crítica. Pero esta y otras propuestas, para la renovación o redireccionamiento de la educación superior, requieren de una mirada diferente sobre el papel, la formación y el desempeño de los profesores universitarios, para lograr lo que se ha previsto para esta gran empresa mundial. Frente a ello, aún permanecen preguntas sin resolver sobre el futuro de la profesión académica, sin embargo se vislumbra al final, ciertos posibles escenarios para nuevos espacios de acción.

Shulman (2002 citado por Forest, 2006) planteó que los objetivos de la educación superior deberían ser: 1) asegurarse que los estudiantes estén motivados y comprometidos, 2) ayudarlos a apropiarse del conocimiento y a desarrollar su comprensión, 3) habilitarlos para demostrar su conocimiento y comprensión de este a través de su rendimiento académico y sus acciones, 4) estimularlos para comprometerse con una reflexión crítica del mundo y del medio que lo rodea, 5) desarrollar sus habilidades para analizar las complejidades del mundo en la formulación de sus propios juicios y diseños para la acción, y 6) generar un compromiso para toda la vida, para evaluar críticamente y autodesarrollarse.

Enders (2006) menciona cuatro miradas sobre el futuro de la profesión académica en la educación superior, que, para nuestro interés, nos centraremos en su proyección hacia una parte de la academia, es decir los profesores universitarios. Una primera mirada planteada es aquella que emerge de la sociedad del conocimiento y que fortalecerá la profesión académica en sus funciones de profesión de frontera, la profesión de las profesiones o la profesión clave. La academia no solo provee de conocimientos y habilidades para el avance de las sociedades, sino que es el soporte que contiene la imagen de la sociedad futura, sirviendo como un modelo de discurso racional y desinteresado para una experticia calificada. En este contexto, la profesión académica podría ser caracterizada como la profesión axial de entrenamiento, socialización y selección de otras profesiones, de expertos y trabajadores del conocimiento, al mismo tiempo que se contribuye en la formación para sus carreras con conocimientos soportados en la investigación.

Una segunda mirada es la de ir perdiendo su posición clave y su rol de líder dentro de la educación superior. Este peligro se fundamenta en las nociones tradicionales que directores, instituciones y gobiernos generan en los procedimientos y resultados sobre la educación superior. En ellas, términos

tales como la desprofesionalización, la burocratización y la marginalización surgen al momento de analizar las consecuencias negativas de ese continuo cambio en las condiciones externas de la profesión académica.

Una tercera mirada es ver convertida a la universidad en una institución marginal. Aún en la sociedad del conocimiento, la profesión académica llega a convertirse en algo anticuado en la cual se mantienen fijas características e imágenes tradicionales de su trabajo. En esta perspectiva, la resistencia al cambio podría convertirse en el obstáculo central en un escenario negativo de las futuras profesiones académicas. Por ejemplo, sería una persistencia en la idea de comunidad académica, basada en las tradicionales culturas académicas que se soportan en la división disciplinaria de la labor, y en el conocimiento como un recurso privilegiado y propio de expertos. En efecto, las necesidades de “sociedades post-industriales” podrían ser mejor suplidas por otras instituciones más que por la educación superior, y la profesión académica podría perder su papel central como principal contribuyente a la reproducción cultural, la creación de nuevo conocimiento y la formación de las jóvenes generaciones que moverán a las sociedades futuras.

Finalmente, en una cuarta mirada, aparece el universitario como un profesional chapado a la antigua y la organización colegial será transformada en el contexto de una sociedad postmoderna o postindustrial. Así mismo, los escenarios de la profesión académica como “un papel modelo” o como “trabajadores académicos” probablemente serán considerados como pasados de moda. En la versión optimista de esta perspectiva, viejas clases, ocupaciones y funciones basadas en la estratificación en la educación superior serán reemplazadas por una clase de función mediadora entre sistemas expertos de crecimiento y la individualización de cursos para la vida. Las principales funciones de la profesión académica serán reinterpretadas: la enseñanza pondrá especial énfasis en el desarrollo de habilidades sociales y aún para la vida; y los académicos funcionarán más que como intérpretes de verdad como de conceptos relativos, dejando de lado el papel de legisladores de culturas académicas tradicionales y de conocimiento. La investigación tenderá a ser organizada sin jerarquía, plural, transdisciplinaria, cambiante y socialmente sensible. El relativismo, la multivocación intelectual o el multiprofesionalismo, la sensibilidad y el rechazo al conocimiento autoritario tradicional son palabras claves en este escenario.

Estas miradas que nos presenta Enders (2006) no son solo llamados de atención sobre la educación superior y los profesores universitarios, sino que

es un aporte interesante para pensar en los retos que tendrán los docentes en la educación superior para las sociedades futuras, para lo cual hay que comenzar desde ahora para no permitir su obsolescencia o posible extinción. Pero cada una de estas miradas da una base interesante a la hora de pensar en el profesor universitario, ya que requiere hablar de una formación actualizada y fundamentada desde los aportes recientes de diferentes disciplinas. Entre ellas se encuentra la didáctica de las ciencias, en la cual, a la par del conocimiento sobre los avances científicos y tecnológicos, se tiene formación acerca de cómo dichos conocimientos se han dado, la forma de enseñarlos y cómo emplearlos para generar profesionales más críticos y con mayor conciencia social. De igual manera, se vislumbran los peligros de la no formación ni actualización de los docentes universitarios, de estar pensando en modelos de formación que no son los más pertinentes para nuestras sociedades post—industriales y en no permitir el cambio de esos modelos argumentando, entre otras cosas, que así se enseñó y aprendió por mucho tiempo, con lo cual es suficiente para no cambiar. Esto, junto con la ausencia de investigación en su campo de trabajo como docente, de participación en comunidades académicas especializadas en la enseñanza de su saber disciplinar, de publicar sus reflexiones en torno a la enseñanza y el aprendizaje sobre sus acciones docentes, entre otros muchos, son elementos que fortalecen la llamada desprofesionalización docente. No se trata de cambiar de profesión, sino de asumir con responsabilidad lo que hacemos; así sea de tiempo parcial o por horas, lo dedicado a la docencia y el resto del tiempo lo emplee en actividades de investigación en su disciplina, en la gestión o administración. Se hace indispensable que se generen espacios para la reflexión, crítica argumentada y producción de innovaciones en la docencia universitaria, desde su formación inicial y de forma permanente.

Con estas ideas presentadas, se entiende el porqué uno de los campos que menos se ha trabajado, en comparación con la primaria y secundaria, es el del profesorado universitario, pero, al mismo tiempo, la gran importancia de hacerlo. Una de las razones del poco avance en este campo es su reticencia a ser analizados y a considerar la posibilidad de ser cuestionada su autoridad académica en el campo de su quehacer diario, la docencia. Esto, junto con la idea tradicional de que con el conocimiento de la disciplina por enseñar es suficiente y que el aprender a enseñar se hace con el paso del tiempo ejerciendo la docencia, son aspectos que hacen difícil la intervención en la docencia universitaria. Como se cuestiona Campanario (2002), quizás el reto más difícil consista en determinar el conjunto mínimo de conocimientos y destrezas básicas que se estiman imprescindibles para desarrollar una

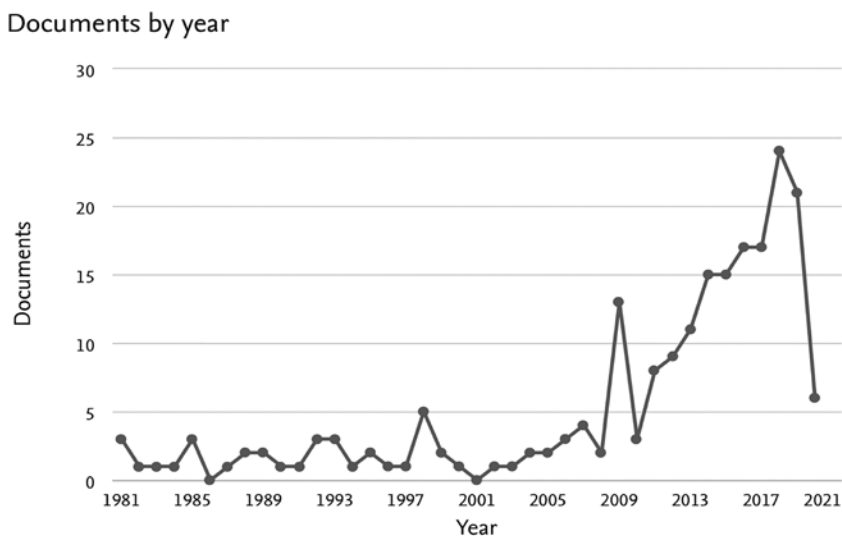
docencia universitaria de calidad de acuerdo con nuestros conocimientos actuales en didáctica de las ciencias. Pero abordar esta problemática desde el punto didáctico debe partir de ciertas consideraciones:

- Al igual que nuestros estudiantes de ciencias y tecnología que llegan a las aulas de clase universitarias equipados con un arsenal de ideas previas o preconcepciones acerca de los contenidos científicos, se ha de admitir que el profesorado universitario ha desarrollado desde su época como estudiantes una pedagogía y una didáctica del sentido común, viendo actuar a sus profesores.
- Aunque cada vez es mayor el número de propuestas de postgrado, a nivel de especializaciones y maestrías en docencia universitaria, y de asistencia voluntaria a los programas de formación pedagógica y didáctica que han empezado a ofrecerse en cada universidad, debemos ser conscientes de que esta formación posgradual no es apreciada ni vista con mucho entusiasmo, comparada con otras opciones de formación profesional de los docentes universitarios.
- Sería un error pensar que las necesidades de formación de nuestros profesores universitarios de ciencias y tecnología se pueden solventar con cursos en los que nos limitemos, fundamentalmente, a contar lo que hayan descubierto los investigadores en pedagogía y didáctica de las ciencias.
- Todo inicio de trabajo de cambio didáctico en el profesorado universitario debe afrontar las concepciones epistemológicas y algunos mitos comunes extendidos entre el profesorado, acerca de los procesos de construcción, no solo del conocimiento científico y tecnológico, sino particularmente del conocimiento didáctico y pedagógico que le permitan dar cuenta de los procesos de diseño y práctica curricular a través de la reflexión y el trabajo colaborativo, para transformar sus competencias y desempeños profesionales en pedagogía universitaria.
- Articulado a las creencias epistemológicas del profesorado, se debe promover una de las líneas de mayor potencial de investigación en torno al cambio didáctico del profesorado universitario, como lo es el estudio de las ideas y las actitudes de los profesores universitarios que sientan la necesidad y sí crean en la consecuencia positiva de una formación pedagógica. Esta se debe entender como una manera de tener ejemplos creíbles y sólidos de situaciones o contextos reales parecidos a los que se abordarán con grupos de profesores, muchos de ellos detractores del conocimiento didáctico como disciplina, y que sirvan para demostrar cuáles propuestas alternativas funcionan (Campanario, 2002).

- Uno de los primeros objetivos, de cualquier programa de cambio y mejoramiento didáctico y de desarrollo profesional de la docencia universitaria, es conseguir que el profesorado se sienta insatisfecho al hacerse consciente de sus debilidades pedagógicas en sus prácticas docentes habituales (Clarke & Hollingsworth, 2002).
- Se requiere un docente universitario que articule docencia con investigación y/o extensión. No basta mejorar las prácticas docentes de aula *per se*, esta requiere una unión con las funciones investigativas para no caer en el error de capacitar al docente para seguir dictando clase, pues no se compadece ni merece el título de académico ni de profesor universitario quien no está implicado en esa complementaridad (ICFES, 2002).
- La necesidad cada vez más urgente de que cada universidad cuente con un consultorio pedagógico y didáctico donde cada profesor que lo requiera pueda solicitar ayuda para solucionar distintos grados de problemáticas de su intervención docente.

Diversos son los escenarios que han comenzado a debatir esta problemática, tanto en trabajos de tesis doctorales (Adúriz-Bravo, 2002; Perafán, 2000), publicaciones nacionales (López, 2002; CNA, 1998; Díaz, 2000) e internacionales (Campanario, 2002; Clarke & Hollingsworth, 2002; Warren, 2002; Martínez et. al., 2002). A pesar de lo anterior, son escasas las investigaciones que se adelantan en la formación del profesorado universitario y se requiere continuar profundizando en este tema de tanta importancia a nivel nacional e internacional con el ánimo de contribuir al desarrollo de una verdadera identidad de la docencia universitaria.

Al hacer una revisión en bases de datos sobre la formación del profesor universitario en Scopus, se observa (figura 8) que es un campo de conocimiento en el que las publicaciones van en aumento.

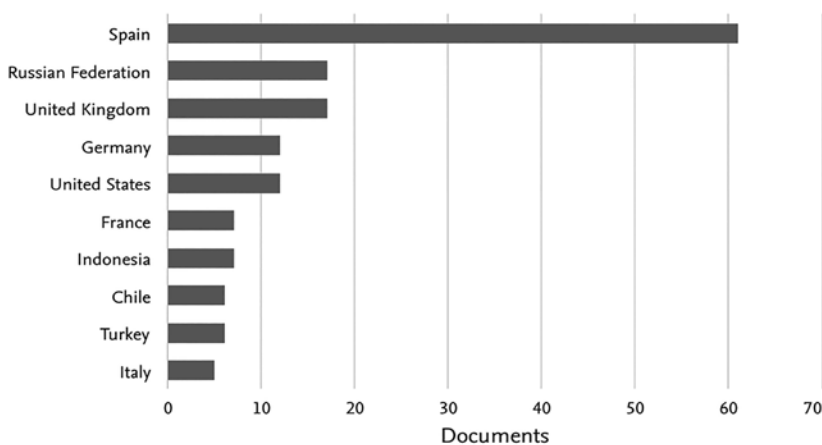
Figura 8. Artículos sobre formación del profesor universitario

Fuente: Scopus.

Al revisar las publicaciones que se han hecho desde 1980 hasta inicios de 2020 (209) se observa que el primer lugar, en número de publicaciones, es de universidades españolas (61) (ver figura 8 y figura 9), y las que les siguen están por debajo de 20 artículos. De igual manera, se observa que a partir de 2008 se generó un aumento en la publicación sobre el tema.

Figura 9. Artículos sobre formación del profesor universitario por países

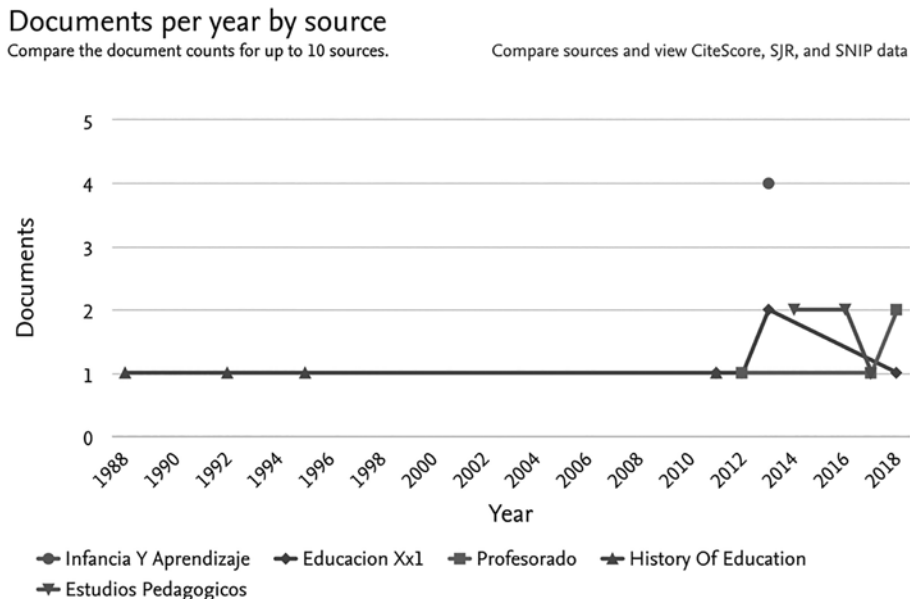
Documents by country or territory
Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Fuente: Scopus.

Al revisar las principales revistas que publican en este tema, se observa que son revistas españolas las de mayor número de artículos (ver figura 9).

Figura 10. Revistas que más artículos publican sobre formación del profesor universitario.



Se observa en la figura 10 que las revistas que más publican en el campo son *Educación XXI* y *Estudios Pedagógicos* con 5 publicaciones, y las revistas *History of Education*, *Profesorado* e *Infancia y aprendizaje* aportan con 4 artículos. La revista *History of Education* es la que publica artículos sobre el tema a partir de la década del ochenta.

En Colombia la situación no es muy diferente, en general los profesores universitarios no recibían ningún tipo de formación en educación ni en didácticas específicas. Sólo hasta el año 2006, con motivo de una reforma educativa que se ha comenzado a implementar para la educación universitaria (Acreditación de Calidad), las universidades deben acreditar todos los programas que ofrecen, independiente del área de conocimiento (medicina, ingenierías, educación, etc.), con lo cual se plantea la necesidad de mejorar la docencia universitaria y se obliga a que las universidades creen mecanismos para que sus profesores se actualicen en docencia universitaria, en sus áreas específicas. Sin embargo, este es un proceso que se hace a nivel de

diplomados y que requiere ser estudiado y evaluado. En muchas instituciones educativas de educación superior, se les exige a los profesores que entreguen alguna certificación en docencia universitaria para contratarlos, pero pocas instituciones les ofrecen estos programas de formación de manera gratuita. En los últimos años, se han generado programas de especialización y maestría en Docencia Universitaria, pero hay que estudiar en detalle el impacto de estos programas, ya que son pocos los ofrecidos y también pocos los docentes universitarios en ejercicio que los toman.

2.3 Desarrollo profesional del profesorado

El área de formación del profesorado ha venido evolucionando en la formulación de orientaciones teóricas y metodológicas, por lo cual la perspectiva en los programas ha venido cambiando y, con ellos, la terminología. Expresiones como 'Teacher Education' o 'Teacher Training' han venido desapareciendo por las implicaciones que acarrea su uso; algunos autores las emplean aún, pero, para evitar ser ubicados en la imagen clásica reduccionista, hacen las respectivas aclaraciones de lo que entienden por estas (Cochran-Smith, 1998). Últimamente se emplea los términos 'desarrollo del profesor' o 'desarrollo profesional del profesorado' ('Teacher Development' o 'Teacher Professional Development') (Couso, 2002).

Frente a lo que se entiende por desarrollo profesional se han planteado diferentes posturas, entre ellas está la de Terhart (1999 citado por Couso, 2002):

El Desarrollo [Profesional] del profesor es un proceso en el transcurso del cual el docente establece y mantiene aquel nivel de competencia profesional que le es posible alcanzar. El desarrollo del profesor puede ser facilitado y apoyado desde "fuera", pero no puede producirse de una manera tecnológica. Es un proceso interno del que no todos los profesores son conscientes. El darse cuenta del desarrollo profesional de uno mismo –su aumento, su estancamiento, su regresión– es una de las precondiciones más importantes para que se desarrolle la competencia profesional en un mayor grado (p. 27).

El mismo autor complementa su interpretación posteriormente con lo siguiente: "El desarrollo profesional puede y tiene que ser iniciado, promovido, y facilitado desde fuera, pero al final es un proceso de auto-desarrollo o de auto-cultivación relacionada con la profesión" (p. 28).

Por su parte, Couso (2002) presenta su postura frente al desarrollo profesional y afirma lo siguiente:

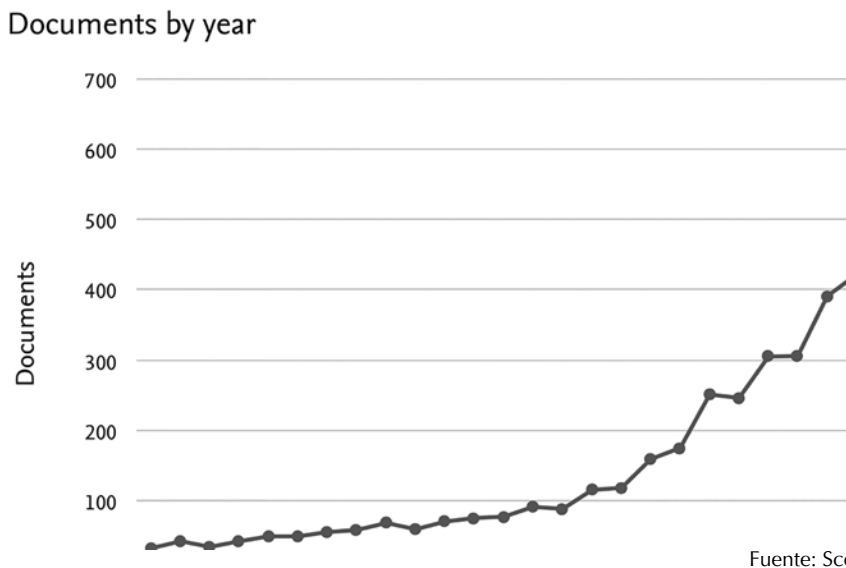
Entendemos el desarrollo profesional de los docentes en ejercicio como un proceso de auto-desarrollo (que puede ser iniciado y facilitado desde el exterior pero que es un proceso interno del docente) en el transcurso del cual un docente va adquiriendo y mantiene el nivel de competencia profesional máxima, tanto como profesor en su aula como miembro de la comunidad docente, que puede adquirir en el contexto de su aula, centro, sistema escolar y cultura (p. 73).

En estas interpretaciones se destaca la imagen de proceso, la naturaleza interna de este, la influencia externa, el autodesarrollo y la evidencia personal del cambio para mejorar la competencia profesional.

Por otra parte, Marx *et al.* (1998) manifiestan que el desarrollo profesional se realiza a través de procesos sucesivos de autorregulación metacognitiva del profesor basados en la reflexión, la comprensión y el control de lo que piensa, de lo que siente y de lo que hace en el aula y en el centro y de los propios cambios que realice. Es necesario tomar conciencia de los problemas de enseñanza y aprendizaje que pueden ser mejorables, elaborar nuevas actividades, materiales y propuestas de enseñanza, ponerlas en práctica en el propio contexto, reflexionar sucesivamente sobre su enseñanza y sobre los resultados en el aprendizaje de los estudiantes, contrastarlas con otros casos y volver a revisarlas y a autorregularlas.

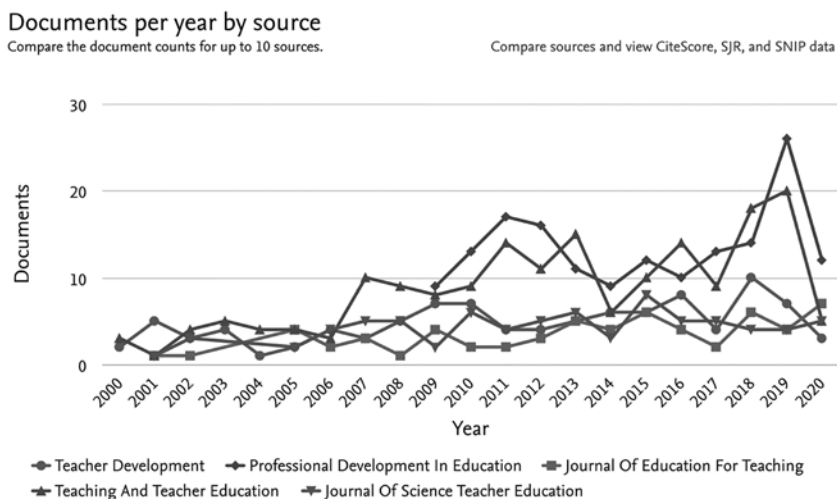
Al hacer una revisión en la base de datos Scopus con las palabras 'teacher development' se observa un alto número de artículos (6112) desde 1990 a la fecha. En la década del 90, el promedio de artículos en el tema era de 51 por año, y el promedio para la década del 2000 es de 416, por año. Esto permite evidenciar que es un campo de gran interés académico (ver figura 11).

Figura 11. Artículos publicados en revistas sobre desarrollo del profesor



Frente a las fuentes de publicación, se observa, en las últimas dos décadas, que hay buen número de revistas especializadas que abordan temáticas relacionadas con los profesores. Una de ellas se centra en el desarrollo del profesor (Teacher Development). En la figura 12 aparecen las revistas que más artículos presentan sobre el tema.

Figura 12. Revistas que más artículos publican sobre Desarrollo del Profesor



Entre estas revistas se destacan *Teaching and Teacher Education* (182), *Professional Development in Education* (162), *Teacher Development* (100), *Journal of science teacher education* (77) y *Journal of Education for Teaching* (61).

Uno de los autores que más artículos ha generado en esta línea es Drew Polly. En uno de ellos (Polly & Hannafin, 2010), destaca propuestas en las cuales proponen un marco de desarrollo profesional centrado en el aprendizaje (LCPD: learner—centered professional development) para orientar tanto el desarrollo profesional como la labor empírica sobre el aprendizaje de los maestros.

De acuerdo a lo planteado, la formación del profesorado no hay que plantearla como un cambio, sino más bien como un proceso interno de crecimiento y de desarrollo gradual a partir de lo que ya piensan y hacen (Day, 1999 citado por Mellado, 2003), de los problemas reales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, de las preocupaciones cotidianas del profesor, potenciando y apoyando la motivación, la disponibilidad, la colaboración y el compromiso de los profesores en su propio desarrollo profesional (Mellado, 2003).

La interpretación que se presenta en este documento es la de considerar el desarrollo profesional del profesorado como una serie de procesos sucesivos de autorregulación metacognitiva que llevan a un crecimiento en los ámbitos que orientan la profesión docente (ámbito personal, de conocimientos y estructuras interpretativas, y el ámbito práctico, todos ellos en el mundo personal del profesor) producto de la comprensión, puesta en práctica y de la relación entre lo que piensan, sienten, y hacen en su aula y en su institución; dichos ámbitos se ven influenciados por un ámbito externo.

A continuación, se realiza una descripción de los ámbitos que orientan e influyen en el desarrollo profesional de los profesores: los primeros se enmarcan desde el mundo del profesor; y, luego, se encuentra el ámbito externo, que, como su nombre lo indica, influye pero está fuera de él. Estos ámbitos no se relacionan de forma lineal y los cambios de unos pueden modificar o no a los otros. Al relacionarse, generan diferentes resultados, ya que, incluso a pesar de ser analizados desde perspectivas similares, los programas y proyectos de formación del profesorado difieren unos de otros. Esta diferencia se debe a que estos ámbitos sobre el desarrollo profesional de los profesores están en constante interacción entre ellos, con la historia, la cultura y las tradiciones de individuos, grupos, e instituciones, al mismo tiempo que con

las formas en que unos y otros han construido su conocimiento, su práctica y sus paradigmas de investigación en diferentes momentos.

Ámbito Personal: Este ámbito se encuentra constituido por valores, creencias, actitudes e imágenes sobre sí mismos, la sociedad, la cultura, de tipo ideológicas y políticas, de los salones y las escuelas, las cuales orientan su ejercicio profesional (Clarke & Hollingsworth, 2002). Por ejemplo, las concepciones de los profesores sobre culturas son diferentes unos de otros y las imágenes de los colegios y los salones de clase como contextos sociales y culturales influyen en cómo ellos construyen y actúan desde su visión de enseñanza. En este sentido, el tener una imagen de cultura desde una perspectiva amplia permite a los profesores comprender que los salones no son sitios neutrales para la transmisión de información, sino que son, por el contrario, contextos culturales con profundos procesos interactivos, organizados y con factores políticos en su significado (Cochran-Smith, 1998). De igual forma existe un amplio acuerdo en relación a que las creencias de los profesores, sus actitudes, valores, sus estructuras de conocimiento, y sus imágenes no sólo se relacionan con las formas en que ellos enseñan, sino que están profundamente influenciadas por esfuerzos de reformas sobre la enseñanza (Cochran-Smith, 1998). La ideología y las estructuras políticas que se tengan generan una influencia importante a la hora de enseñar y en su formación personal. Al punto que, afirma Cochran-Smith (1998), al mismo tiempo que la enseñanza, el desarrollo profesional de los profesores es también una actividad política, y hay una concepción política sobre la enseñanza y, en particular, del conjunto de ideas para la formación de los profesores. Ginsberg y Lindsay (1995, citado por Cochran-Smith, 1998) afirman lo siguiente:

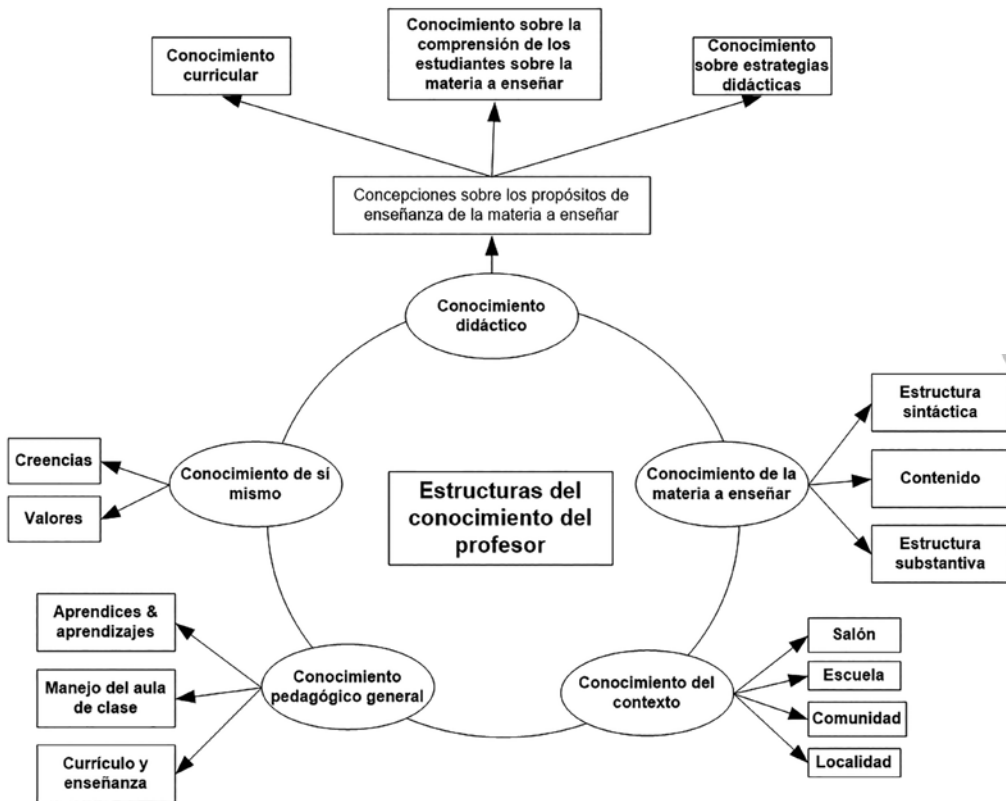
Esto significa que necesitamos examinar la dimensión política de las acciones en la formación de los profesores (o la ausencia de ellas) en los diferentes niveles institucionales y en los programas, al mismo tiempo que considerar los procesos a través de los cuales los estudiantes en programas de formación del profesorado adquieren o desarrollan sus identidades políticas y orientaciones con las cuales podrían influir sus futuras acciones como profesores (p. 8).

Ámbito de conocimientos y estructuras interpretativas: Cochran-Smith (1998) hace uso del término ‘conocimiento y las estructuras interpretativas’ para enfatizar que el trabajo de los profesores está efectivamente guiado por el conocimiento, pero al mismo tiempo señalar que el conocimiento es una parte integral de estructuras complejas y evolutivas para la reflexión, interpretación, y la acción. Cuando la autora habla de “conocimiento y estructuras

interpretativas” va más allá del simple “conocimiento”, “conocimiento base” o “qué necesitan saber los profesores”, las cuales son frases que frecuentemente se encuentran en la retórica tradicional de reformas de formación del profesorado. La insistencia de la autora no es simplemente de naturaleza semántica, al respecto afirma:

El conocimiento y las estructuras interpretativas enfatizan en que la enseñanza es una actividad intelectual y al mismo tiempo práctica y es allí en donde el desarrollo profesional debe orientarse especialmente hacia las formas en que los profesores usan varias clases de conocimiento para generar sentido y perspectiva hacia dónde van los contextos locales de sus propios colegios y salones de clases y para generar decisiones sobre su práctica pero también para construir teorías, desarrollar perspectivas, plantear preguntas, y construir dilemas (p. 926).

Figura 13. Modelo de conocimientos del profesor



Fuente: Tomado de Adams & Krockover, 1997.

Como aspectos específicos de este ámbito, están los conocimientos pedagógicos generales, conocimientos sobre el contexto (aulas de clase, escuela, la comunidad), sobre la materia por enseñar y el conocimiento didáctico del contenido (Park & Oliver, 2007; Adams & Krockover, 1997), cuyas relaciones pueden verse en el diagrama propuesto por Park y Oliver (2007). En este sentido los profesores continuamente inventan y reinventan la pedagogía y el currículo, co—construyendo conocimiento, con los estudiantes, basados en recursos culturales y lingüísticos con los cuales los estudiantes llegan a la escuela. También se basan en la negociación con los estudiantes sobre la asignatura (Cochran-Smith, 1998). Parte de ello se puede notar en la figura 13.

El conocimiento didáctico del contenido¹ ha sido descrito como el conocimiento usado para transformar el contenido de la asignatura en formas más comprensibles para los estudiantes (Grossman 1990; Shulman, 1987). Se introduce para distinguir entre el conocimiento de una materia o disciplina *per se* y el conocimiento de una materia específicamente vinculada a la enseñanza. En este sentido, el desarrollo del conocimiento didáctico del contenido implica un cambio dramático en la comprensión de los profesores; de ser hábiles para comprender la asignatura para ellos mismos, hasta llegar a ser hábiles para enseñarla de nuevas maneras, estructurarla y fraccionarla, revestirla en actividades y emociones, en metáforas y actividades, y en ejemplos y demostraciones, así está puede ser comprendida mejor por los estudiantes (Shulman, 1987).

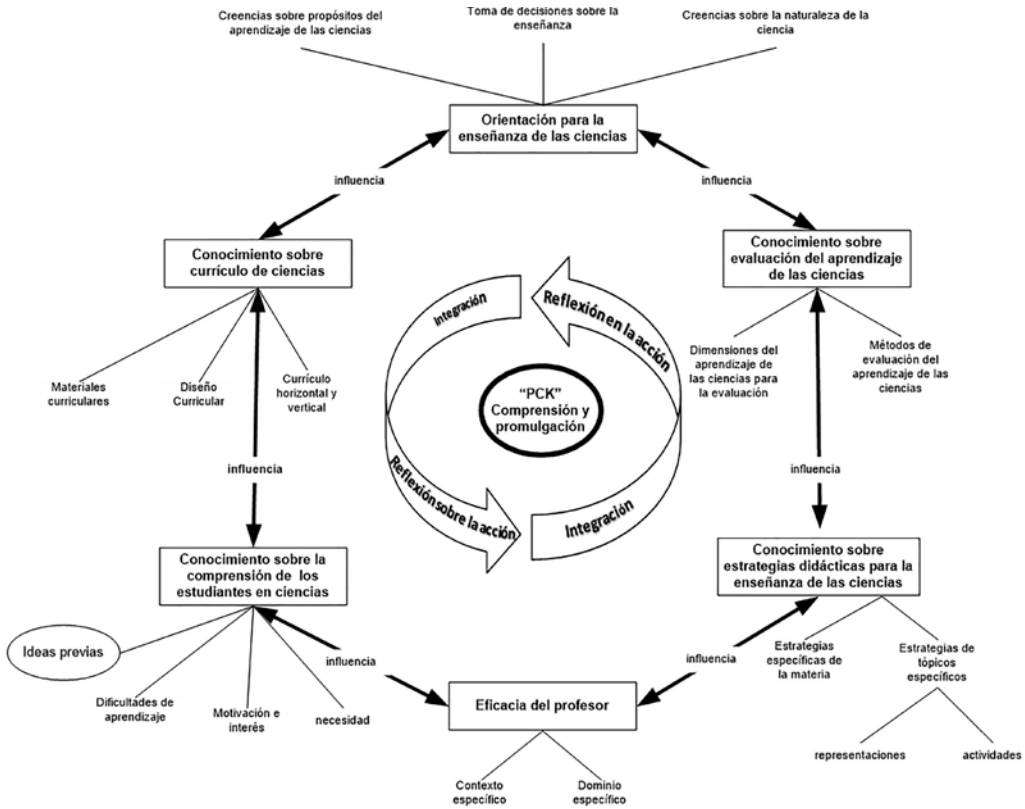
Lo que diferencia a los profesores novatos de los expertos es, entonces, el manejo de tal conocimiento, la capacidad de un profesor para transformar el contenido del conocimiento que él o ella posee hacia formas que son pedagógicamente poderosas y aún adaptativas a las variaciones de formación presentadas por los estudiantes, bien en cuanto a sus habilidades y antecedentes (Shulman, 1987).

Park & Oliver (2007) identifican cinco componentes del conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de las ciencias (los cuales se muestran en la figura 14) basados en los trabajos de Grossman (1990) y Tamir (1988): a) orientaciones para la enseñanza de las ciencias, b) conocimiento sobre la comprensión de las ciencias por parte de los estudiantes, c) conocimiento del currículo en ciencias, d) conocimiento de estrategias y representaciones para la enseñanza de las ciencias, y e) conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, los autores reconocen que estas

1 En el original aparece como “*pedagogical content knowledge*”.

no se excluyen mutuamente, sino que las consideran como distintos componentes para la evaluación de las herramientas del conocimiento didáctico del contenido.

Figura 14. Modelo de conocimiento didáctico del contenido



Fuente: Tomado de Park & Oliver, 2007

Ámbito práctico. El conocimiento práctico guía las acciones del profesor, con lo cual expertos manifiestan que puede ser visto como el centro de la profesionalidad docente, otros autores manifiestan que, para comprender el complejo proceso de enseñanza, es necesario comprender la construcción del conocimiento de los profesores y su uso “en la acción” (Schön, 1983). El trabajo de los profesores para un cambio social es fundamentalmente interpretativo, político y teórico, al mismo tiempo que, estratégico, práctico y local. Frente a esto, Little y Cochran-Smith (1994, citado por Cochran-Smith, 1998) señalan lo siguiente:

La investigación sobre el profesor no es sólo cómo, cuándo y dónde hacen las cosas. Es ir más allá, lo cual implica el saber cómo los estudiantes y los profesores construyen el currículo... cómo las acciones de los profesores son influenciadas con interpretaciones complejas y de múltiples niveles... [y] como los profesores desarrollan y modifican sus preguntas y sus estructuras interpretativas (p. 4).

Van Driel et. al., (2001) mencionan algunos rasgos que caracterizan el conocimiento práctico de los profesores: a) Es un conocimiento orientado por la acción; es un conocimiento que se basa en las experiencias docentes el cual puede ser inmediatamente usado en la práctica de la enseñanza. b) Está relacionado con la persona y su contexto, en el sentido en que se adapta a un contexto el cual incluye los estudiantes, los libros de texto y otros materiales de aprendizaje, el currículo, la cultura escolar, entre otros. En especial en secundaria y en la universidad, la formación de identidad profesional del profesor está fuertemente determinada por la asignatura que enseña (Sikes et al., 1991 citado por Van Driel et al., 2001). c) En gran medida es un conocimiento implícito y tácito. d) Estos conocimientos están integrados; los conocimientos formales o científicos, los conocimientos del día a día, incluyendo normas y valores, al mismo tiempo que los experienciales, son parte del conocimiento práctico. Los procesos de integración del conocimiento están guiados por las experiencias, las cuales juegan un papel clave en el desarrollo o en el cambio de los conocimientos prácticos del profesor. A través de este proceso, el conocimiento práctico vincula elementos del conocimiento formal, adaptado a los contextos de enseñanza. Tales elementos podrían ser derivados de la educación formal previa del profesor, así como de actividades de enseñanza como estudiante (Beijaard & Verloop, 1996 citado por Van Driel et al., 2001). e) En la construcción del conocimiento práctico, las creencias del profesor juegan un papel muy importante. Como parte del conocimiento práctico, tanto las creencias y los conocimientos están entrelazados, pero la naturaleza de las creencias hace de ellas un filtro a través del cual los nuevos conocimientos son interpretados y, consecuentemente, integrados a las estructuras conceptuales (Pajares, 1992 citado por Van Driel et al., 2001)

Ámbito externo. El desarrollo profesional depende de ciertas particularidades de los contextos locales, entre estas se encuentran: cambios en la escuela, a nivel distrital o regional, al mismo tiempo que iniciativas estatales sobre currículo, enseñanza, y evaluación; y evaluaciones locales y nacionales y estándares para el desarrollo profesional de los profesores y sus requerimientos (Cochran-Smith, 1998). Son de variada naturaleza los estímulos que

generan una influencia externa, entre los cuales están los procedimientos y requerimientos de certificación o evaluación institucional; los programas y proyectos, su desarrollo y evaluación; las características propias de la institución, el diseño curricular, su desarrollo y evaluación; las agendas y agencias de investigación y seguimiento; el tipo de contratación del profesor y los mismos formadores de profesores o coordinadores de los programas de formación, entre otros.

Alternativas para lograr un desarrollo profesional

Se han planteado variadas interpretaciones sobre cómo se asume el desarrollo profesional y los aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de llevarlo a cabo. Por ejemplo, Cochran-Smith (1998) plantea que el desarrollo profesional de los profesores es *una construcción de cultura*, no es un entrenamiento de habilidades. Investigaciones sobre la labor de los profesores y sus sitios de trabajo sugieren que las mejores prácticas de formación del profesorado son aquellas que proporcionan oportunidades para los profesores para identificar, reconsiderar, soportar o modificar creencias sobre el salón de clase y prácticas que soporten o profundicen en las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes y, en oportunidades, para la vida. Esto no será posible que suceda a través de entrenamiento en habilidades, sino a través de una *indagación minuciosa de prácticas establecidas*, realizada por grupos en forma individual en situaciones locales en las cuales ellos analicen principios básicos que podrían aparecer en su práctica.

Dar la oportunidad a los profesores de adultos de participar en experiencias de aprendizaje, que adopten el cuestionamiento y enfatizan en la reflexión crítica, es una experiencia importante para ellos. Esta visión de los profesores proporciona un centro de desarrollo profesional. Más que proporcionar aisladamente estrategias o contenidos, las experiencias de transformación de las clases de los profesores benefician en la comprensión y desarrollo de nuevas vías de aprendizaje. Los profesores se comprometen como aprendices combinando tanto la enseñanza como el aprendizaje, el cual impacta no solo en su perspectiva personal sino en su práctica (King, 2004).

Es necesario involucrar a los profesores en la comprensión del porqué y el cómo se escoge y usan las actividades de aprendizaje desde una perspectiva de la responsabilidad. Es importante generar un ambiente que promueva

el cuestionamiento y la reflexión práctica y, también, permita cierta libertad para los profesores, que se muevan hacia una transformación a su propio ritmo (King, 2004).

Trabajar desde una perspectiva colaborativa e interdisciplinaria probablemente ha sido uno de los retos más grandes que se ha visto. No es fácil generar un clima colaborativo en unas culturas cuyas características típicas son el trabajo individualizado y anquilosado que desarrollan en la universidad. Es difícil crear un escenario común en el cual los profesores son capaces de trabajar juntos si persisten las diferencias en sus puntos de vista sobre la enseñanza. Dejar de lado el estudio de los contenidos y centrarse más en el trabajo en equipos y en las reflexiones sobre la práctica generan un primer paso para estudiar las prácticas de enseñanza en la universidad (García & Pareja, 2007)

Estamos de acuerdo con Perrenoud (2004 citado por García & Pareja, 2007) cuando se considera que la reflexión de los profesores sobre sus propias prácticas es muy importante para su desarrollo profesional, puesto que esta permite:

- Compensar la visión de un entrenamiento superficial.
- Facilitar la acumulación de conocimiento experiencial.
- Observar el aumento de complejidad de las tareas de los profesores.
- Ayudar a superar la imagen de profesión imposible.
- Proporcionar recursos para trabajar de forma autónoma.
- Facilitar la cooperación entre colegas.

Se asume que el aprendizaje generado a partir de nuestra práctica implica la existencia de un enlace más cercano entre la investigación y la innovación y el desarrollo curricular. Tal como Ling y Mackenzie (2001) concluyen en su investigación, que una de las primeras tareas para el desarrollo profesional puede ser el facilitar el desarrollo de la habilidad de los profesores para comprometerse con la reflexión crítica. Sin esto, los profesores están sin autoridad y dependientes de fuerzas externas que controlan su trabajo.

Al hablar de un desarrollo profesional del profesorado se enfatiza nuevamente en el contexto en el cual este profesional va a desempeñarse y los retos que debe saber afrontar, más aún cuando el medio en el que fue formado dista mucho de la realidad actual de los jóvenes con los que va a

interactuar todos los días. En la actualidad se vive en un medio con unos valores y principios diferentes, unas perspectivas de vida diversas, un medio científico y tecnológico abrumador y gran cantidad de información con gran facilidad de acceder a ella, entre otros. Con estos elementos, se plantea que los profesores, que estamos desarrollando nuestra actividad cotidiana en este contexto, debemos pensar en acciones que se desarrollan de forma diferente a la tradicional, es decir, en palabras de Linda Anderson (1989 citado por Putnam & Borko, 1997), se deben contrastar las ideas tradicionales con las reformadoras. Anderson plantea que, en las aulas que están orientadas hacia procesos de reforma:

- Los objetivos académicos se centran en el “desarrollo de la *pericia* que se manifiesta con el uso estratégico y flexible (esto es, descontextualizado) del conocimiento” frente al “recuerdo de hechos y la específica aplicación de habilidades para cada contexto” (p. 1223).
- El papel más importante del profesor es el de “actuar de mediador del aprendizaje a medida que va siendo construido por los estudiantes”, en lugar de “transmitir información a los estudiantes” (p. 1224).
- Los estudiantes juegan el papel de “constructores activos de redes cognitivas significativas que se utilizan en la resolución de problemas”, en lugar de jugar el papel de “receptores de información que ha de aplicarse directamente a actividades prácticas” (p. 1224).
- Las tareas académicas “requieren de los estudiantes que definan y representen problemas y transformen el conocimiento existente en una de las muchas soluciones posibles”, en lugar de servir como “lugares de aplicación de procedimientos algorítmicos a problemas que tienen sólo una solución correcta” (p. 1224).
- “Los contextos sociales pueden presentar unas condiciones donde el fracaso se acepta como parte del aprendizaje, la autorregulación o cognición se valora más que cualquier otra regulación y los otros estudiantes se ven como fuentes de aprendizaje”, en lugar de “condiciones donde el fracaso tiene consecuencias sociales negativas, la fuente de regulación cognitiva es exterior al estudiante, y los demás alumnos son vistos como obstáculos para el aprendizaje” (p. 1224).

Para que los profesores puedan desenvolverse de forma óptima en estos contextos, en muchos casos requerirá importantes cambios en su conocimiento, sus creencias y su práctica. Esto implica que se generen propuestas de formación del profesorado que los orienten hacia una actuación más

acorde con los retos de este nuevo milenio. Esto conlleva que se planteen programas de formación basados en experiencias exitosas en formación del profesorado que tengan presente elementos importantes como los mencionados por Putnam y Borko (1997):

- Los profesores deberían ser tratados como personas que están aprendiendo activamente y que construyen sus propias interpretaciones.
- Debería reconocerse el poder de los profesores y deberían ser tratados como profesionales.
- La formación del profesorado debe centrarse en la práctica del aula.
- Los profesores de formación del profesorado deberían tratar a los maestros de la misma manera como esperan que los maestros traten a sus alumnos.

Putnam y Borko (1997) han denominado estos tópicos como *mantras*, ya que quieren reconocer tanto la importancia de las ideas que subyacen a estas afirmaciones como la precaución que hay que tener para no simplificarlas en demasía y hacer de ellas un uso indiscriminado.

Cuando hacen referencia a que los profesores deberían ser tratados como personas que están aprendiendo activamente y que construyen sus propias interpretaciones, parten de las perspectivas psicológicas en las cuales se está de acuerdo en que el aprendizaje es un proceso activo en el cual las personas construyen conocimientos a partir de lo que ya conocen y creen. Pero si se realiza un proceso de profesionalización a partir de la enseñanza y el aprendizaje a través de las concepciones que ya tienen, ¿cómo podrán llegar a aprender las nuevas prácticas e ideas sin deformarlas para adaptarlas a sus visiones ya existentes? Lo importante es que se tenga en cuenta el conocimiento y las ideas de los profesores y dirigirse a ellos, ya que, de lo contrario, puede fracasar cualquier propuesta que se realice a espaldas de estos referentes. Pero este proceso de aprendizaje está ligado al contexto en el que se desenvuelve el profesor, a los medios y recursos que emplea, la forma de usarlos, los compañeros con los que interactúa y las formas en que lo hace. Lo esencial es el trabajo en comunidades de aprendizaje entre compañeros, en la cual se forme parte de ella reflexionando sobre sus ideas, sus acciones que tiene y cómo se desarrollarán a futuro.

En relación con la segunda afirmación que dice debería reconocerse el poder de los profesores y deberían ser tratados como profesionales se interpreta comúnmente hacia mejorar la participación de los profesores en la

determinación del enfoque y la naturaleza de las actividades del desarrollo profesional. Las ideas de los profesores están ligadas a sus prácticas cotidianas, con lo cual puede que lo propuesto no genere ningún cambio significativo ni trascendental. Esta cuestión lleva a preguntarse sobre cuáles son las funciones adecuadas de los profesores de formación del profesorado, ya que estos deben conseguir un equilibrio entre proporcionar una guía a los maestros y, al mismo tiempo, respetar sus conocimientos profesionales. Frente a esto se plantea la necesidad de proporcionar autonomía y flexibilidad para los profesores, de tal forma que ellos puedan ampliar y cambiar sus conocimientos y creencias sobre la enseñanza, el aprendizaje y la disciplina de sus asignaturas. Esto implica que se debe desarrollar en los profesores actitudes críticas y reflexivas sobre su práctica docente, de tal forma que ellos se vean abocados a cambiar, lo cual surge al momento de interactuar en comunidades de aprendizaje. Por un lado, porque en esa interacción se aprenden nuevas formas de actuar y de pensar a partir de los más conocedores; y, en segundo lugar, porque el conocimiento se distribuye entre las personas, con lo cual cada participante aporta desde referentes particulares con igual valor entre ellos. Esto se da a partir de la experiencia concreta de su día a día en sus aulas de clase, sobre la forma que aprenden sus estudiantes, sus dificultades, sus estrategias de enseñanza, etc. Los investigadores, por su parte, aportan con sus habilidades para la crítica y la reflexión, soportados en su práctica docente y experiencia investigativa, con nuevos referentes teóricos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el proceso no se desarrolla solo desde arriba hacia abajo, es decir, que los expertos den todas las indicaciones y los profesores las sigan sin ningún tipo de ingerencia en ellas. Pero tampoco se puede llegar a basarse solamente en la experiencia intuitiva de los profesores, ya que no se podría esperar ningún cambio significativo. El experto u orientador del programa de formación debe caracterizarse por ser sensible y humilde al defender sus ideas, sin imponerlas, valorando las ideas de los profesores para que la comunidad se torne dinámica y evolucione.

Frente a la afirmación, la formación del profesorado debe centrarse en la práctica del aula, esta hace referencia a valorar en gran medida la aplicación en contexto de lo desarrollado en el proceso de formación. Es necesario que el profesor reflexione y practique llevando al aula lo diseñado. Una forma es que un investigador observe el trabajo que desarrolla el profesor en el aula, con el fin de analizar lo sucedido de forma conjunta con el profesor. Una segunda opción es que los profesores traigan registros de sus actividades, bien sean registros de audio o video, trabajos de sus estudiantes, evaluaciones realizadas por ellos, informes de laboratorio de los estudiantes, en fin,

algo desarrollado en el aula o fuera de ella bajo la orientación docente. Una tercera es que se estudien otras actividades diferentes a las desarrolladas en sus clases, por ejemplo, entrevistas a estudiantes, experiencias significativas de otros profesores, etc.

Cuando se dice que los profesores de formación del profesorado deberían tratar a los maestros de la misma manera como esperan que los maestros traten a sus alumnos, se quiere decir que no solo debe centrarse en los procesos de enseñanza, técnicas o estrategias, sino que debe centrarse en el contenido de la asignatura como objeto de estudio, tal como se ha mencionado en el ámbito de conocimientos y estructuras interpretativas. En este sentido se espera que los profesores se enfrenten a situaciones en las que ellos se cuestionen y tomen el papel de aprendices frente a ellas. De tal manera, desde perspectivas contemporáneas de la enseñanza y el aprendizaje, ellos asumen un papel de investigadores de su propia práctica docente, de los conocimientos de su disciplina que soporta sus asignaturas y otras alternativas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, tales como comunidades de aprendizaje, uso de TIC's, entre otras.

Otra perspectiva de trabajo en formación de profesores ha sido la de vincular nuevos referentes de otras disciplinas al ámbito educativo. Tal es el caso del trabajo elaborado por Vázquez, Jiménez y Mellado (2007), en el cual se estructuró todo un programa de formación bajo los preceptos del paradigma de la complejidad. Esta propuesta surge a partir de la crítica a la ausencia de un enfoque integrador que armonice diversos paradigmas existentes o el distanciamiento entre los programas de investigación centrados en el alumnado, por un lado, y los focalizados en el profesor, por otro (Vázquez, Jiménez & Mellado, 2007). Frente a esta situación y para la superación de tales dificultades, ellos desarrollaron un modelo que integró las perspectivas sistémica, constructivista y crítica, como principios orientadores de la investigación didáctica. Los autores asumieron la complejidad como hipótesis de importancia esencial, abogando por la complejidad de los procesos reflexivos, en los términos de dimensionalidad y capacidad de interacción en el medio educativo, que sustentan la dialéctica teórica—práctica y la complejidad de la práctica de aula. Ambas, como reflejo del desarrollo integral del profesor, confluyen y se integran, en un diálogo mutuo en el que la práctica de aula informa a la reflexión y a la inversa, generándose teorías prácticas contextualizadas. Esta forma de enfocar el desarrollo profesional, en términos de complejidad, brinda la oportunidad de indagar, como hipótesis de investigación, en aquellos obstáculos que impiden la complejidad en las reflexiones

de los profesores, en su práctica de aula y en su integración mutua, a la vez que habilita formas de intervención en términos de complejidad (Vázquez, Jiménez & Mellado, 2007).

2.4 Profesores que aprenden desde la diversidad

Con el panorama que se plantea para las nuevas sociedades, tal como se ha indicado en líneas anteriores, son numerosas las exigencias que se le solicitan al profesor, más aún cuando los escenarios de enseñanza y de aprendizaje han cambiado tanto en los últimos años. Se ve la necesidad de formar aprendices para toda la vida, pero al mismo tiempo se le exige al profesor que actúe como tal, es decir, como un profesional de la educación que tome su aula y su escuela, como objeto de estudio en las cuales genere conocimiento didáctico orientado a mejorar los procesos que se llevan a cabo en ellas. Las teorías actuales sobre el aprendizaje afirman que las personas son constructoras activas del conocimiento, dan sentido al mundo y aprenden a reconocer los acontecimientos a través de su conocimiento y creencias. Como afirma Resnick (1991 citado por Putnam & Borko, 1997),

La asunción empirista que durante décadas dominó muchas ramas de la psicología, de que lo que sabemos es un reflejo directo de lo que podemos percibir del mundo físico, en gran medida ha desaparecido. En su lugar ha aparecido la idea de que la mayor parte del conocimiento es una interpretación de la experiencia, una interpretación basada en esquemas, con frecuencia idiosincrática, por lo menos en el detalle, que promueve y al mismo tiempo limita los procesos de construcción del significado de los individuos (p. 1).

Si se parte del hecho de que el significado que las personas dan a los sucesos siempre tiene algo ligado a la idiosincrasia, no se puede asumir que los estudiantes de un aula aprendan lo mismo y de la misma forma o que aprendan mediante una grabación literal lo que se enseña. Es más, hay datos suficientes que muestran que los estudiantes, a menudo, desarrollan o se aferran a unas interpretaciones bastante diferentes a lo que pretendían los profesores y las personas encargadas de desarrollar el currículo (Putnam & Borko, 1997).

Los profesores, como los estudiantes, son constructores activos de conocimiento, lo cual implica, como se ha mencionado en el apartado anterior,

que su conocimiento y sus creencias son muy importantes en su aprendizaje y desarrollo profesional. Los profesores, ya sean noveles o experimentados, llegan a comprender las nuevas prácticas a través de la visión del conocimiento y las creencias que ya tienen. Las nuevas interpretaciones que desarrollan determinan el uso concreto que se hace en el aula de las nuevas estrategias o actividades de instrucción. Así, a los profesores no hay que presentarles simplemente las indicaciones sobre las nuevas prácticas docentes y esperar a que las “reciban” y usen automáticamente. Por el contrario, hay que ayudar a los profesores a ampliar su conocimiento y a cambiar sus creencias a medida que aprenden los nuevos enfoques de docencia. Al igual que los estudiantes de sus clases, debería animarse a los profesores a dar significado y ordenar la información y las recomendaciones que reciben relacionándolas con el conocimiento y las creencias que ya tienen (Putnam & Borko, 1997).

Los profesores, al igual que sucede con los estudiantes, interpretan las experiencias a través de los filtros de su conocimiento y sus creencias existentes, como ya lo hemos mencionado. En términos de Kuhn (1972), hacen uso de lentes paradigmáticos para ver el mundo. El conocimiento y las creencias de un profesor —sobre el aprendizaje, la enseñanza, los contenidos y la ciencia misma— son elementos que orientan, limitan y proyectan en gran medida la forma de enseñar de ese profesor (García-Martínez, 1999).

Linda Anderson (1989 citada por Putnam & Borko, 1997) ha defendido que la mayor parte de los esfuerzos de reformas actuales tienen su fundamento en una concepción *basada en la mediación cognitiva*, en la cual las personas que aprenden resuelven problemas activamente y construyen su propio conocimiento. En ella, el profesor tiene la responsabilidad de estimular las actividades cognitivas de los estudiantes, necesarias para el aprendizaje. Esta autora identifica una serie de elementos ligados a la enseñanza dirigida a la comprensión y el aprendizaje autorregulado², los cuales son: la concepción de la función del profesor como mediador de un aprendizaje significativo del estudiante; el conocimiento sobre cómo crear un ambiente en la clase que promueva el aprendizaje enfocado en la interpretación y la autorregulación; y el conocimiento de métodos de evaluación que revelen el pensamiento de los estudiantes.

Para los profesores en ejercicio que intentan cambiar, existe también la cuestión adicional de que gran parte de su conocimiento se ha convertido en rutinario, automático y poco reflexivo (García-Martínez, 1999). Las rutinas

2 Al final de este apartado se amplían los conceptos relacionados con metacognición.

y el trabajo automático son aspectos importantes de las complejas tareas de la enseñanza de los profesores expertos. Los profesores ya expertos tienen un rico conocimiento de las situaciones del aula, desarrollan repetidas rutinas para controlar la clase y explicar la lección e interpretan automáticamente los acontecimientos que tienen lugar en el aula y actúan en consecuencia. Esta automaticidad o fluidez es esencial para sobrellevar la complejidad directiva y cognitiva inherente a la dirección de las actividades en un aula llena de estudiantes. Al mismo tiempo, el conocimiento rutinario puede obstaculizar los esfuerzos de los profesores por reflexionar sobre sus propias prácticas, por ver las cosas desde una nueva perspectiva o por aprender nuevos enfoques de la instrucción (Putnam & Borko, 1997; García, 1999).

Algunos estudios han sugerido que los profesores que tienen una comprensión más rica de la materia de sus asignaturas tienden a poner de relieve en sus asignaturas los aspectos conceptuales, la resolución de problemas y la indagación. Por el contrario, los profesores menos conocedores de la materia tienden a poner de relieve los hechos y los procedimientos (Ball, 1988a; Carlsen, 1991; Fennema & Franke, 1992; Wilson, 1988). Por ejemplo, García-Martínez (1999) observó que cuando se aplicaban algunas actividades basadas en la resolución de problemas, los profesores que presentaban un mejor manejo de la disciplina a enseñar, inicialmente se orientaban por las actividades sugeridas y poco a poco iban generando modificaciones cuando las trabajaban en clase, reformulándolas en algunos casos por completo. Por su parte, los profesores que tenían menor manejo de la disciplina siempre desarrollaban las clases sin separarse, ni un poco, de las actividades sugeridas. Los comentarios y las sugerencias que realizaban los profesores menos conocedores se dirigían hacia aspectos de forma de las actividades (redacción, mayor número de indicaciones a los estudiantes, estilo de escritura, entre otras) y se centraban mucho en los errores de los estudiantes; mientras que los más conocedores se enfocaban en las posibles modificaciones y en cómo los estudiantes preguntaban, dialogaban y comprendían las nuevas situaciones que presentaban. En este mismo sentido, se ha visto cómo los profesores, independientemente de la asignatura, tienen mayor gusto o conocimiento por ciertas temáticas, las cuales se destacan en la planificación y en el trabajo de aula. Dichas temáticas son las que incluyen más actividades, mejor se explican y mayor tiempo se les dedica. Por el contrario, aquellas que no son de los gustos del profesor se les dedica menos tiempo y menos actividades para su desarrollo.

Así mismo, Carlsen (1991 citado por Putnam & Borko, 1997) observó que cuando los profesores enseñaban temas que conocían bien, acostumbraban a impartir la lección a toda la clase, hecho que daba a los estudiantes la oportunidad de hacer preguntas abiertas públicamente. Además, les permitía centrarse más en las ideas importantes y sus relaciones, a diferencia de cuando enseñaban temas que conocían con menor dominio. Por otra parte, para ayudar a los estudiantes a llegar a entender las ideas importantes de una disciplina, los profesores deben entender los hechos, los procedimientos y los conceptos que enseñan, así como las relaciones que estas ideas tienen con otras ideas de la disciplina. Este tipo de comprensión afecta a lo que Schwab (1964 citado por Putnam & Borko, 1997) ha llamado la estructura *substantiva* de la disciplina. También es importante que los profesores conozcan la estructura *sintáctica* de la disciplina: las formas de establecer nuevos conocimientos y de determinar la validez de las afirmaciones. Estas conexiones son importantes para decidir qué aspectos del pensamiento de los estudiantes hay que desarrollar y cómo guiar productivamente su pensamiento.

2.4.1. Aprendiendo desde lo social

La premisa constructivista, que plantea que los individuos construyen activamente el conocimiento, se interpreta en muchos casos de forma ingenua por parte de los profesores, quienes creen que, si se promueve y motivan las interacciones de los estudiantes con el mundo físico, tendrá lugar un muy buen aprendizaje a través de los esfuerzos individuales (Cobb, 1994a; Driver *et al.*, 1994; Prawat, 1992). El énfasis sobre el proceso de construcción de los individuos, a pesar de ser tan importante, genera un problema a los profesores: el de atender, respetar y promover el pensamiento de los estudiantes de forma individual y, al mismo tiempo, asegurarse de que los estudiantes estén aprendiendo los conceptos, procedimientos y demás elementos del currículo (Ball, 1993; Cobb, Yackel & Wood, 1988; Dewey, 1964; Lampert, 1988; Putnam, 1992b).

Cuando se afirma el postulado que dice que los individuos construyen de forma activa sus interpretaciones, se lleva de forma errónea a una visión pedagógica ilusoria que considera que el papel del profesorado consiste simplemente en facilitar las exploraciones de los estudiantes (Cobb, 1994a). Con ella, no se está ayudando a los profesores a estudiar con detenimiento esta relación entre el individuo y el currículo. Una de las razones de ello es

que no está claro hasta donde el hecho de promover la interacción de un niño con el ambiente que le rodea le ayudará a desarrollar los conocimientos que recoge el currículo. Si el currículo es considerado como un elemento del ambiente social —un producto de las expectativas sociales—, entonces parece claro que enfrentarse a esta relación implica observar más detenidamente el papel de lo social y lo cultural en el aprendizaje y observar en qué medida lo social y lo cultural interactúan con los esfuerzos del individuo para construir significados (Putnam & Borko, 1997).

Cada vez más los expertos plantean que lo social y cultural son centrales en el proceso de aprendizaje y, más aún, también son centrales en lo que constituye el conocimiento. Ante esto Soltis (1981 citado por Putnam & Borko, 1997) plantea lo siguiente:

La anterior concepción filosófica de la mente, el aprendizaje y el conocimiento era “egocéntrica”, centrándose en el individuo y en cómo se adquiriría el verdadero conocimiento del mundo exterior a la persona. La nueva concepción es “sociocéntrica”, todavía se tiene en cuenta al individuo y al mundo, pero también se interesa por la naturaleza cultural del conocimiento en su condición de construcción humana común que está formada por obra de los hombres y al mismo tiempo forma a los hombres (p. 97).

Esta visión sociocéntrica del conocimiento y el aprendizaje es el resultado de la confluencia de ideas que provienen de numerosas disciplinas, incluyendo la filosofía, la antropología, la sociología, la psicología, la lingüística y la teoría de la literatura (Putnam & Borko, 1997). Un elemento importante de una perspectiva sociocéntrica es que aquello que se considera conocimiento y la forma en que piensan los individuos son los productos de las interacciones de grupos a lo largo del tiempo: son las formas en que los grupos de personas han llegado a ordenar sus experiencias y les han dado sentido a sus mundos.

En la perspectiva del desarrollo cognitivo de Vygotsky (1978), es central la idea de que diversos tipos de pensamiento y razonamiento complejo aparecen, en primer lugar, por la interacción con los demás y después la persona los interioriza o se apropia de ellos como formas individuales de pensamiento. En otras palabras, todos los progresos grupales se traducen en progreso individual, lo que Vygotsky denomina interiorización: “Lo que un niño puede hacer hoy colaborando con otro, lo podrá hacer solo mañana” (Vygotsky, 1934, citado por Aznar, 2000. p.30). Una construcción de gran influencia

para pensar en el papel que los otros, más preparados, tienen en el aprendizaje, es la noción de Vygotsky de la *zona de desarrollo próximo*, interpretada como aquella zona de actividad que se encuentra entre lo que la persona que aprende puede alcanzar sin ayuda y aquello que puede conseguir con la ayuda de otra persona más preparada. Vygotsky utilizó la idea de zona de desarrollo próximo para explicar cómo las personas que aprenden pueden, mediante la ayuda de los demás, involucrarse y aprender actividades cada vez más complejas. La otra persona mejor preparada ejerce de modelo y guía de la actividad de manera que la persona que aprende, gradualmente, llega a compartir esa visión de la actividad y llega a ser competente para llevarla a cabo. La calidad del pensamiento, desde esta perspectiva, no viene determinada por unos criterios externos absolutos que definen lo que es pensar bien, sino por las normas y expectativas de una comunidad concreta. Una parte importante de lo que significa ser competente en una disciplina concreta radica en aprender las formas de argumentación y discurso —las formas aceptadas de razonamiento— propias de esa comunidad (Putnam & Borko, 1997).

En términos de Driver *et al.* (1994), aprender ciencia implica en una forma diferente de pensar y explicar el mundo natural; socializarse en mayor o menor medida dentro de las prácticas de la comunidad científica con sus particulares propósitos, formas de ver las cosas y formas de justificar sus afirmaciones sobre el conocimiento”.

De ahí la importancia de crear espacios en los cuales los estudiantes interactúen en situaciones que los lleven a comportarse como miembros de una comunidad, de tal forma que puedan hacer argumentaciones, críticas fundamentadas y desarrollar controversias. Así, pueden aprender a escuchar, analizar y respetar los planteamientos de los otros para tomar posición frente a ellos. Una implicación de esto es considerar el aprendizaje como participar en el discurso de las prácticas de una comunidad en particular. Desde esta perspectiva, el aprendizaje es tanto una cuestión de culturizarse en unas formas concretas de pensamiento y disposiciones como el resultado de una instrucción explícita sobre conceptos concretos, habilidades y procedimientos (Driver *et al.*, 1994). Los individuos pueden construir significados personales sólo dentro del contexto de las ideas, herramientas conceptuales y formas de pensamiento que el medio social proporciona, y las comunidades de discurso pueden “transmitir” estas herramientas conceptuales y formas de pensamiento sólo en la medida en que los individuos pueden darles sentido (Putnam & Borko, 1997).

Ann Brown y sus colegas (1993) manifiestan que las escuelas deberían ser comunidades donde los estudiantes aprenden a aprender, es decir, vivir la actividad científica escolar en donde no se centre el profesor en la cultura de la ciencia erudita, sino que oriente sus actividades hacia la ciencia escolar. En este sentido, los estudiantes pueden, aparte de aprender conocimientos de las ciencias, aprender la forma en que trabajan los científicos. Al pensar en el papel que deben jugar los profesores en estas comunidades, la situación no está bien delimitada, lo que sí es necesario es que el profesor genere situaciones que posibiliten el actuar de los estudiantes como miembros de la comunidad, con necesidades de afrontar las situaciones planteadas, presentar casos particulares para que desarrollen actividades con otros compañeros, planificar y organizar todo de forma conjunta, escuchar y debatir con argumentos, desarrollar sistemáticamente lo planeado y valorar lo realizado y propender porque la participación de los miembros sea permanente, entre otros. En esta misma línea, los profesores pueden llegar a ver el conocimiento no tanto como un cuerpo estático de conceptos y procedimientos que se encuentra fuera de los individuos y los grupos, sino como formas particulares de construcción de significados sobre el mundo y de participación en diversas comunidades de discurso (Putnam & Borko, 1997).

2.4.2. Aprendiendo desde el contexto

Al revisar las teorías de la cognición se observa que algunas se interesan por la relación que hay entre el conocimiento y las situaciones en que ese conocimiento es adquirido y utilizado (Bruner, 1995). Las teorías de la *cognición contextualizada*, que se centran en esta relación, asumen que el conocimiento es inseparable de los contextos y las actividades donde se desarrolla. Estas teorías afirman que el contexto físico y social donde tiene lugar una actividad es una parte fundamental de esa actividad, y que la actividad, a su vez, es una parte integral del aprendizaje que tiene lugar en ese contexto. La forma en que una persona aprende un conjunto concreto de conocimientos y habilidades, y al mismo tiempo la situación en la que aprende, se convierten en partes básicas de lo que se aprende (Putnam & Borko, 1997).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje de los estudiantes debería generarse en contextos significativos y, por lo tanto, conectarse con situaciones de uso al momento de evidenciar lo aprendido. De esta manera, se resalta la importancia del tipo de actividades que se deben emplear al momento de

trabajar con los estudiantes, las cuales deben caracterizarse por promover el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo necesario para resolver problemas contextualizados dentro y fuera de la escuela.

Al mirar estas posturas desde la perspectiva de los profesores se plantea que el conocimiento profesional no está almacenado en las mentes de los profesores, sino que es un conocimiento desarrollado en situaciones reales del día a día de su actividad y almacenado junto a aquellos rasgos que caracterizan las aulas de clase, es decir, es contextualizado. Este conocimiento está ligado de manera directa a las experiencias de aula del profesor; en otras palabras, está organizado en acontecimientos que él ha vivido en su experiencia docente e incluso en su vida de estudiante, en las cuales determinadas situaciones las recuerda de forma permanente. En su desempeño diario ellos se ven enfrentados a situaciones ante las cuales se toman decisiones, y frente a los resultados este conocimiento se va estructurando. Este tipo de conocimiento coexiste de forma permanente con principios, teorías y conclusiones propias del conocimiento profesional del profesorado (Putnam & Borko, 1997), y con base en los dos actúa diariamente para tomar posición frente a diversas situaciones propias de la didáctica de su disciplina.

Al pensar en la formación del profesor en ejercicio, se ve que dicho proceso debería desarrollarse en el contexto que le es propio y en donde adelanta su actividad profesional. En este sentido se han desarrollado experiencias en las cuales un observador externo analiza la acción del profesor durante un cierto tiempo y luego se reúne con él para intercambiar opiniones sobre lo observado (García-Martínez, 1999). En esta experiencia, se desarrolló un trabajo que se basó en el diseño de actividades basadas en resolución de problemas, las cuales se estudiaban y modificaban por el grupo de trabajo, para luego ser aplicadas en el aula de clase. Se observó un cambio significativo en las acciones y prácticas que desarrolló el profesor. En un comienzo se observó un modelo centrado en él, con actividades de tipo activista tecnológico, el cual luego se modificó hasta uno más centrado en los estudiantes, con características de enseñanza por descubrimiento dirigido, con mayor relación de la teoría y el trabajo práctico propio de las ciencias naturales y el uso del computador en el aula, en algunas actividades puntuales. Todo esto se realizó con una visión cada vez más relacionada con la resolución de problemas abiertos.

Al reflexionar sobre el enfoque de los programas de formación, se observa que este debe combinar, por un lado, las prácticas reales de los profesores,

pero no centrarse solo en eso, sino, por otro lado, brindar una mirada complementaria desde la investigación, llevando materiales y documentos de trabajo para que ellos puedan contrastar y reflexionar a la luz de otras miradas teóricamente fundamentadas. Esto se puede complementar, en tercer lugar, con una asesoría en el sitio de trabajo, de tal manera que el docente tenga una persona con la cual pueda dialogar regularmente, sin tener que esperar hasta el próximo encuentro de todo el equipo de trabajo.

En resumen, los profesores u orientadores de la formación del profesorado deben determinar los tipos de conocimiento, habilidades y comprensiones que permitirán a los maestros enseñar de una nueva forma. Deben identificar experiencias que ayuden a promover estos aprendizajes y, después, determinar los contextos apropiados en los cuales ubicar estas experiencias (Putnam & Borko, 1997).

2.4.3. Aprendiendo desde la actividad intelectual compartida

En el *contexto de la escuela*, algunos expertos manifiestan la necesidad de incorporar la idea de cognición distribuida en las actividades de clase. Al respecto Resnick (1987b) afirma que,

[...] en la medida en que la escuela se centra principalmente en las formas individuales de competencia, en el trabajo que no precisa herramientas y en habilidades descontextualizadas, educar a la gente para que sean buenos estudiantes únicamente en los contextos de la escuela no puede ser suficiente para ayudarles a convertirse en personas que adquieren un sólido aprendizaje fuera del contexto de la escuela (p. 1230).

Pea (2001) señala algo en la misma línea; mediante un andamiaje social y mediatizada externamente, la cognición que se apoya en artefactos es tan predominante en los contextos ajenos a la escuela que su ignorancia en el contexto del aula va en detrimento de la transferencia de aprendizaje más allá de la clase.

Y añade posteriormente menciona, deberíamos reorientar la atención educativa que actualmente se presta a la cognición individual y sin herramientas para facilitar que los individuos sean sensibles y den nuevos usos a

los recursos disponibles para realizar una actividad creativa e inteligente en solitario y en colaboración.

El elemento fundamental del concepto de cognición distribuida³ es que la cognición no es únicamente propiedad de la mente de los individuos. Lo contrario a este postulado, que se constituye en una imagen ampliamente difundida, es que la inteligencia es una propiedad de la mente de los individuos. Esa convicción predomina en los contextos educativos, los cuales se interesan sobre todo, en la inteligencia solitaria. La inteligencia, según dicen, es lo que las pruebas examinan y, cosa cada vez más común, lo que debe considerarse que las escuelas tienen la responsabilidad de medir y mejorar (Pea, 2001). Especialistas han visto en esta posición varios problemas, ya que según ellos la mente no trabaja sola; los conocimientos generados mediante esas prácticas están distribuidas, en la mente y entre las personas, y los entornos simbólicos y físicos, tanto naturales como artificiales.

La cognición distribuida no es una teoría de la mente, de la cultura, del diseño, de los sistemas simbólicos y de su incidencia en el pensamiento humano, sino más bien un marco heurístico para suscitar y formular preguntas teóricas y empíricas acerca de esos y otros temas (Pea, 2001). La cognición puede estar distribuida también, para su uso, en artefactos diseñados tan diversos como los instrumentos científicos, herramientas físicas, representaciones tales como los diagramas UVE, mapas de diseño curricular y las interfaces entre los computadores y los usuarios para tareas complejas.

Los entornos en los que viven los seres humanos están llenos de artefactos inventados que se emplean cotidianamente. Por otro lado, desde la ciencia se ve que el uso de instrumentos científicos es algo inherente al desempeño del científico, y estos generan una mediación de vital importancia, al punto que sería imposible trabajar sin ellos. Según Pea (2001), estas estructuras mediadoras, que organizan y limitan la actividad abarcan no solamente objetos diseñados tales como herramientas, instrumentos de control y representaciones simbólicas como gráficos, diagramas, textos, planos y figuras, sino también a las personas en sus relaciones sociales, lo mismo que aspectos e hitos en el entorno físico. Él manifiesta que al hablar de cognición distribuida se refiere a los recursos que se hallan en el mundo y se emplean o se utilizan juntos, para configurar y dirigir la actividad posible que nace del deseo. Esto no equivale a sostener, por cierto, que *toda* cognición esté o puede

3 En este texto se hará uso de cognición distribuida e inteligencia distribuida como sinónimos; aunque existen diferencias entre ambos, establecidas por Pea (2001), esto se escapa del propósito de este libro.

estar distribuida de ese modo, sino que existe una tendencia constitutiva en esa dirección, la cual puede hallarse en la historia cultural, en la ontogénesis y en la microgénesis de la actividad.

La cognición distribuida surge de la idea de las personas en acción. Se comienza por la actividad, la cual se expresa por la acción; en esa actividad, es en la cual se *configura* la cognición distribuida. La actividad es posibilitada por la inteligencia, pero no sólo la individual. Cuando se dice que la cognición está distribuida se quiere decir que los medios y los recursos, que estructuran la actividad y la hacen posible, están distribuidos en configuraciones entre las personas, los entornos y las situaciones. “En otros términos, la inteligencia es algo que se ejerce y no una cosa que se posee” (Pea, 2001. p. 80). Lave (1988 citado por Brown, et. al., 1993) afirma que la cuestión no es tanto que el ordenamiento del conocimiento en la cabeza se corresponde de manera compleja con el mundo fuera de ella, sino que está socialmente organizado de un modo tal que resulta invisible. La “cognición” que se observa en la práctica cotidiana está distribuida - desparramada, no dividida- entre la mente, el cuerpo, la actividad y los contextos organizados culturalmente (los cuales incluyen a otros actores).

Si bien es cierto que las personas son las que están en actividad unas con otras, lo común es que están presentes artefactos, los cuales proporcionan recursos para orientarla y regularla; así, la invención de artefactos hace que la actividad progrese. Pea (2001) habla de que en la distribución de la cognición hay tanto dimensiones sociales como materiales. La distribución social de la cognición deriva de su construcción en actividades como la participación guiada en la acción común cuando se trata de la interacción padre-hijo, o del aprendizaje, o a través de los esfuerzos cooperativos por alcanzar fines compartidos. La distribución material de la cognición nace en la invención situada de usos de aspectos del entorno o del aprovechamiento de los aportes de artefactos diseñados, y ambos pueden colaborar en el logro del propósito de una actividad.

2.4.4. Aprendiendo con conciencia

En líneas anteriores, se ha mencionado la metacognición y otros términos relacionados con ella y la importancia que reviste en el mejoramiento de los aprendizajes de los estudiantes y para nuestro caso de los profesores. A

continuación, se describen algunos elementos generales de esta. La metacognición fue originalmente referenciada como el conocimiento y regulación de nuestras propias actividades cognitivas en el proceso de aprendizaje (Flavell, 1979; Brown, 1978). Por su parte, Burón (1997) se refiere a esta como un conocimiento autorreflexivo, en la medida en que el aprendiz reflexiona sobre lo que aprende y cómo lo hace. Sanmartí (2002) manifiesta que la metacognición tiene diferentes acepciones, frente a lo cual plantea que una de estas se relaciona con la capacidad de las personas para:

- Tomar conciencia de las actividades metacognitivas que realiza y de sus resultados (tanto de su forma de razonar como de las ideas que genera, de los procedimientos que aplica o de sus emociones).
- Emitir juicios sobre la bondad de dichos razonamientos, ideas, procesos y/o resultados y sobre las posibles causas de las incoherencias o no idoneidad.
- Tomar decisiones para modificar dicha actividad mental, su producto o la misma situación que la ha suscitado.

Finaliza la autora diciendo que esta interpretación la llama *metacognición reguladora*, y pone énfasis en la autorregulación. Ella aclara que la autorregulación de los aprendizajes tiene como componentes fundamentales el autorregular: la representación de los objetivos, la anticipación y la planificación de la acción y la representación de los criterios de evaluación.

Bajo la perspectiva teórica de la metacognición se ha generado una proliferación de términos metacognitivos a través de los años. Entre ellos aparecen: creencias metacognitivas, conciencia metacognitiva, experiencias metacognitivas, conocimiento metacognitivo, sentimiento del conocimiento, juicio de aprendizaje, teoría de la mente, metamemoria, habilidades metacognitivas, habilidades de orden superior, metacomponentes, monitoreo de la comprensión, aprendizaje de estrategias, estrategias heurísticas y la ya mencionada autorregulación. Estos términos demuestran la riqueza de este campo de acción, pero cuando se trata de ver las interpretaciones de cada uno de ellos, sus diferencias y la forma en que se desarrollan, los límites entre unos y otros cada vez se hacen menos visibles (Veenman *et al.*, 2006).

El concepto de metacognición distingue en su estudio dos aspectos o componentes centrales: a) el conocimiento sobre los procesos cognitivos (saber qué), relativo a personas, estrategias o tareas; y b) la regulación de los procesos cognitivos (saber cómo), relacionada con la planificación, el control y la evaluación de los procesos cognitivos (Brown *et al.*, 1983). El primero hace

referencia a los conocimientos declarativos, lo cual implica estimar la capacidad propia o la de otros en el uso de la memoria, la lectura y la escritura; y saber que determinado tipo de tareas es más difícil que otras, hasta donde puede llegar al abordar una situación o incluso saber que no ha comprendido una determinada explicación. Se trata de conocimientos sobre personas, tareas o estrategias (Flavel, 1987). En cuanto al segundo, la regulación de los procesos cognitivos, está orientado a los conocimientos procedimentales, lo que involucra la planificación, control y evaluación e implica ajustar y controlar. También conlleva planificar actividades o acciones antes de la resolución de una tarea, repasar un texto el tiempo suficiente para que pueda ser comprendido, pedir que se aclaren aspectos de una explicación no comprendida y evaluar los resultados de la estrategia empleada en una tarea (Brown, 1987; Martí, 1995), entre otros ejemplos.

La metacognición implica el conocimiento de las propias cogniciones y la regulación de la actividad mental. Esto exige (Brown *et al.*, 1983): a) *La planificación* que se hace antes de realizar la tarea e incluye la anticipación de los resultados y de las posibles estrategias de resolución; b) *el control o monitoreo* que tiene lugar durante la realización de la tarea y consiste en verificar y revisar la estrategia empleada, en función del objetivo a alcanzar; y c) *la evaluación* al finalizar la tarea, para saber qué tan eficaz fue la estrategia empleada y el grado de alcance de lo planeado para así tomar decisiones. En este sentido una persona que sabe qué quiere conseguir actúa metacognitivamente y cuando sabe cómo hacerlo desarrolla la autorregulación; una se deriva de la otra (Burón, 1993). Martí (1995) plantea que hay tres tradiciones teóricas que han venido contribuyendo a la fundamentación de la metacognición: el procesamiento de la información, la teoría de Piaget y la teoría de Vygotsky.

De igual forma se plantea que la investigación sobre metacognición (Martí, 1995) ha contribuido a destacar: a) la importancia de la toma de consciencia como mecanismo de cambio y desarrollo, que junto con el control y la autoevaluación, resultan esenciales para muchos aprendizajes; b) la importancia de la regulación que está en manos de los otros; y c) la necesidad de tomar en cuenta los procesos de autorregulación, para explicar el desarrollo cognitivo y la gestión eficaz de nuevos aprendizajes.

Algunos términos se refieren más al conocimiento general y a las habilidades de la metacognición, mientras otros están dirigidos más específicamente hacia ciertos grupos de edades o tipos de tareas. Algunos de ellos relacionados

a ambos, a procesos cognitivos y metacognitivos (por ejemplo, estrategias de aprendizaje y estrategias heurísticas), mientras otros son puramente metacognitivos por naturaleza. Veenman *et al.* (2006) plantean que la relación de ciertos términos específicos con el resto de conceptos de metacognición no está inequívocamente definida. Así, mientras hay un reconocimiento consistente sobre la importancia de la metacognición, se marca la inconsistencia en la conceptualización del constructo (Veenman *et al.*, 2006).

Para evaluar la metacognición se emplean muchos métodos, tales como los cuestionarios, las entrevistas, el análisis de protocolos, el pensar en voz alta, las observaciones, el recuerdo de estímulos y el registro en línea de archivos de computador, los cuales tienen pros y contras (Veenman *et al.*, 2006).

Hay tres principios fundamentales que se conocen a partir de la literatura para una enseñanza exitosa de la metacognición (Veenman *et al.*, 2006): a) vincular la enseñanza metacognitiva en los contenidos de lo que se enseña para garantizar la conectividad; b) informar a los aprendices sobre la utilidad de las actividades metacognitivas para que ellos hagan un esfuerzo extra al comenzar el proceso; y c) garantizar una formación prolongada, progresiva y constante de la actividad metacognitiva. Esto se relaciona con el qué hacer, cuándo, por qué y cómo. Para establecer una relación causal entre la enseñanza metacognitiva y los resultados de aprendizaje se requieren de un diseño pre y post test.

2.5 Comunidades de desarrollo profesional

Desde una perspectiva tradicional se presenta un panorama generalizado y es la idea del trabajo individualizado en las aulas de clase. A pesar de desarrollar actividades en grupo, los resultados finales son evaluados y reportados de manera individual, la escuela privilegia el trabajo solitario y aislado relegando el trabajo en comunidad. De esta forma, tampoco es adecuado repetir la estrategia que emplean tradicionalmente algunos estudiantes en ciertas aulas, a la hora de realizar un trabajo en grupo, en el cual uno de ellos es el que lee las indicaciones, otro las realiza y otro toma nota. A este respecto, de los tipos de trabajo en equipo o de los “grados” de colaboración en la naturaleza de los equipos, Anderson (2004 citado por McWilliam, 2008) presenta cuatro alternativas: a) *trabajo individual*, en el cual los miembros hacen las mismas cosas en tiempos diferentes; b) *trabajo en multitud*,

cuando los miembros hacen la misma cosa al mismo tiempo; c) *trabajo en grupo*, cuando los miembros hacen diferentes cosas en tiempos diferentes (secuencialmente); y d) *trabajo en equipo*, cuando los miembros hacen cosas diferentes al mismo tiempo (simultáneamente).

La idea es que todos realicen actividades de diferente nivel de exigencia en lo conceptual y procedimental para que se formen como futuros aprendices a lo largo de la vida, fortaleciendo el trabajo en equipo. Ante esto Brown et. al. (1993) afirman que, para preparar a los estudiantes para que participen exitosamente en la sociedad, las escuelas han de prestar más atención a actividades cognitivas compartidas socialmente. Además, señalan que, para poder aplicar con éxito estas actividades en el aula, se debe buscar el equilibrio entre el enfoque centrado en la competencia individual y un enfoque que apueste por la cooperación y la colaboración.

Según Grossman y Wineburg (2000), al usar el término ‘comunidad’ se corre el riesgo de perder el significado. Este aparece desde ‘comunidades de aprendices’, ‘comunidades de discurso’ y ‘comunidades de aprendizaje’ a ‘comunidad escolar’, ‘comunidad de profesores’ o ‘comunidades de práctica’, lo cual implica que el término ‘comunidad’ se ha convertido en un anexo indispensable a la hora de hablar de innovación educativa. Esto se agudiza cuando se habla de pertenecer a una *comunidad virtual*, ya que al pagar una inscripción o asignarle un *password* se puede ingresar a un sitio web como miembro de una comunidad, lo cual dista mucho de lo que se quiere plantear como comunidad. Por citar un ejemplo, Resnik (1991 citado por Putnam & Borko, 1997) llama *comunidades de discurso* a aquellas comunidades que comparten formas de pensamiento y comunicación a través de la interacción continua, es decir, que los individuos han llegado a compartir formas comunes de pensar y expresar sus ideas.

En esta línea de pensamiento surge el aprendizaje en comunidades, el cual, retomando las ideas de Slavin (1990), se interpreta como aquel conjunto amplio y heterogéneo de metodologías de enseñanza organizadas y estructuradas que orientan las actividades de los individuos cuando trabajan juntos, en grupo o en equipos, en situaciones que los convocan para lograr un propósito determinado.

Al analizar las interpretaciones teóricas que se tienen sobre comunidad, se encuentra que Westheimer (1998 citado por Grossman & Wineburg, 2000) señala cinco puntos en común en cuanto a teorías de comunidad:

interdependencia, interacción/participación, intereses compartidos, interés por miradas individuales y minoritarias, y relaciones significativas, retomadas de diversos pensadores tales como Philip Selznick, John Dewey, Maxine Greene, Nel Noddings, y Robert Bellah. Pero al final Westheimer llegó a la misma conclusión de otros, los investigadores pueden beneficiarse de una fuerte conceptualización de comunidades basada en la investigación empírica.

Una reflexión que se ha venido generando hace referencia a la tendencia que se presenta en las diferentes sociedades, la cual se caracteriza por la pérdida de trabajo social y en comunidades. Cada vez más las personas se relacionan menos con sus vecinos, son menos apegados a su tierra y tienen menos sentido cívico que hace unos años. Así, se genera una cultura cada vez más arraigada al individualismo, con lo cual se hace necesario que se recuperen poco a poco los lazos sociales y el significado de las interacciones sociales, de tal forma que se de el cambio progresivo del *yo* y lo *mío* hacia *nosotros* y lo *nuestro*. Frente a esta situación el sociólogo Robert Putnam (1995 citado por Grossman & Wineburg, 2000) plantea que las condiciones sociales actuales reflejan un descenso en el *capital social*, un término que emplea para hacer referencia a las relaciones sociales, normas, niveles de confianza que facilitan la buena cooperación y trabajo conjunto para un beneficio mutuo.

Cuando se habla de una visión del trabajo en la escuela, Resnick (1987 citado por Putnam & Borko, 1997) plantea que la escuela debería centrar sus esfuerzos en preparar a las personas para ser buenos *aprendices adaptativos* (cursiva en el original), de forma que puedan trabajar eficazmente cuando las situaciones son impredecibles y las tareas exigen cambios. Lo cual se relaciona con la perspectiva de Brown y sus colegas (1993), al afirmar que en lugar de centrarse en asegurar que todos los estudiantes aprenden un amplio abanico de hechos y conceptos similares en diversos dominios, la atención debería centrarse sobre unas pocas ideas sólidas que, probablemente, los estudiantes no descubrirían por ellos mismos y que pueden ayudarles a dar sentido a una gran variedad de ideas más específicas. Esto se complementa con lo que mencionan los mismos autores luego: la visión opuesta de que todo niño de una cierta edad y de un mismo curso escolar debería adquirir el mismo cuerpo de conocimientos al mismo tiempo, es una de las razones por las que las actividades de la escuela actual no son en gran medida auténticas.

Por esto mismo, dichas actividades no conducen a producir personas que sean aprendices que se adapten a diversas circunstancias. En este mismo

sentido, Jiménez (2003) manifiesta que la idea es que la comunicación en el aula permita a los participantes construir significados compartidos (tanto en la dimensión cognitiva, como en la social), pero esto no siempre ocurre, ya que los estudiantes pueden compartir tareas o actividades sin compartir conocimiento. Esta es una de las razones por las que, en la práctica, distintos estudiantes del mismo grupo tienen diferente acceso al conocimiento.

En este contexto de la escuela, se habla de una “apropiación mutua”, puesto que la apropiación de ideas y actividades es multidireccional en el trabajo en una comunidad. Este concepto, que opera dentro de una zona de desarrollo próximo, tiene consecuencias prácticas en la manera de organizar y estructurar actividades de aula. Durante los diálogos, los diferentes miembros de la comunidad siembran el entorno de ideas y conocimientos de los que los otros miembros se apropian de formas diferentes, de acuerdo con sus necesidades y con el estado actual de las zonas de desarrollo próximo en las que se encuentran. Este proceso se complementa con la *negociación mutua*, en la cual, según Brown (1993), a través de los géneros discursivos y las estructuras de actividad emergentes, los miembros de una comunidad negocian y renegocian constantemente el significado. Las actividades que comprenden cada vez más modos científicos de pensamiento, como la conjetura, la especulación, la evidencia y la prueba, pasan a formar parte de la voz compartida de la comunidad. En este sentido, los diálogos del aprendizaje recíproco crean una zona de desarrollo próximo para los participantes, cada uno de los cuales participa en la actividad en la medida de su capacidad. El grupo, con su variedad de conocimiento especializado, compromisos y metas, realiza el trabajo en colaboración (Brown *et al.*, 1993).

Al hablar de comunidades de profesionales se observa que existe buena cantidad de literatura sobre la temática, pero al buscar sobre comunidades de profesores es mucho menor y hay mucho por hacer. Se han estudiado comunidades de otras profesiones como medicina o leyes, pero al reflexionar un poco sobre una comunidad de profesores, se observa que, a diferencia de otras, es muy poco lo que el profesor puede decidir sobre su propia comunidad. La mayoría de lo que él trabaja cotidianamente se hace por mandatos de niveles superiores, como los constructores de políticas educativas y de personas que están lejos de la realidad de las aulas de clase de hoy.

En el trabajo de comunidades de profesores se destaca su carácter local, en el cual las interacciones cara a cara, el diálogo constructivo y la confianza son elementos indispensables para la construcción de la cohesión en el

grupo. Una definición interesante de comunidad es la que presentan Bellah *et. al.* (1985 citado por Grossman & Wineburg, 2000), la cual la describen como un grupo de personas que son socialmente interdependientes, quienes participan entre sí en discusiones y tomando decisiones, y quienes comparten ciertas prácticas que definen la comunidad y son nutridas por esta.

De allí se desprende que sea un proceso lento y a largo plazo, ya que los individuos, en sus diálogos e interacciones, van construyendo la historia como grupo. Esto les va dando identidad al ir compartiendo cada vez más elementos y construyendo propuestas a partir del trabajo en equipo. Aquí se resalta lo que Carter (1998 citado por Grossman & Wineburg, 2000) llama la “etiqueta de la democracia”, por medio de la cual los individuos prestan atención a la forma en que ellos disienten y negocian sus desacuerdos.

El profesor aprende y se desarrolla en contacto y consenso con sus pares, partiendo de sus propios esquemas conceptuales y de sus creencias y motivaciones. En estas, el lenguaje y la comunicación desempeñan un papel primordial, lo que coincide con las consideraciones ontológicas, epistemológicas y sobre la teoría del aprendizaje características del constructivismo social (Ernest, 1996 citado por Carrillo, 2007).

El aprendizaje del profesor y su desarrollo profesional, por tanto, son fruto de un proceso progresivo de socialización, maduración y complejización, en el que se destaca la importancia del contexto en el cual se producen los aprendizajes, constituyéndose las actividades de ese contexto en contenido propio de dichos aprendizajes, desde una perspectiva situada (Wenger, 1998 citado por Carrillo, 2007). Cuando el profesor está realizando una actividad con los alumnos o cuando la está diseñando, pone en juego una serie de conocimientos y competencias con los que se encuentra más o menos familiarizado. Con miras a su desarrollo profesional, el profesor necesita estar familiarizado con sus tareas cotidianas, efectuar una especie de clasificación de dichas tareas y luego conceptualizarlas para poder reflexionar sobre ellas (Carrillo *et al.*, 2007).

Si se espera que los profesores tengan éxito en la transformación de su pensamiento y su práctica, hay que darles las oportunidades para construir nuevas comunidades de discurso profesional que incluyan un aprendizaje, una indagación y un razonamiento activos (Putnam & Borko, 1997). A pesar de haberse desarrollado buen número de programas de formación de profesores, estos no han ayudado a transformar la naturaleza de las comunidades

profesionales. Se han desarrollado programas con una orientación hacia el trabajo en equipos pero se corre el riesgo de trabajar bajo los mismos preceptos tradicionales de la cultura dominante en la escuela. Se plantea que si se desea que los profesores cambien su práctica docente a las nuevas exigencias que se le asignan desde la sociedad actual, con los avances en la ciencia y la tecnología, se hace necesario que ellos tengan la oportunidad de participar en una comunidad profesional que discuta los nuevos materiales y estrategias de los profesores y que sirvan de base y punto de referencia para el reto que deben enfrentar, como lo es la transformación de la práctica.

Se han realizado trabajos con profesores para establecer una forma concreta de discurso fundamentada en el concepto de las conversaciones instructivas. Saunders et. al. (1992) plantean que en lugar de *preparar* a los profesores con un modelo de instrucción previamente articulado, ellos trabajaron junto a los docentes a lo largo del curso de un año académico para desarrollar ese modelo mediante una *actividad productiva conjunta*. Los profesores participaban en el proceso de conversaciones instructivas como aprendices, modificando su discurso entre pares, a la vez que generaban cambios de discurso en sus aulas de clase. Sin embargo, este cambio en los discursos de los profesores no se desarrolló únicamente con los diálogos entre profesores, sino con la asesoría y acompañamiento permanente de los investigadores y de las personas que estaban encargadas de algunos seminarios. Este aspecto es importante, en la medida en que, al igual que los estudiantes, con solo reunirlos y permitirles que dialoguen, no es suficiente. Es muy probable que, al final de los encuentros, no se haya avanzado más allá de las actuales visiones sobre la práctica docente; los profesores requieren de una adecuada orientación y del trabajo de nuevos materiales que les proporcionen visiones alternas para analizar y reflexionar sobre sus acciones e ideas. El otro extremo es tener todo preparado para el trabajo con los estudiantes y no dejar que ellos aporten desde sus propias perspectivas y repetir esta visión con los profesores, en la cual se tiene todo organizado y se le dice al profesor qué debe hacer y la forma de aplicarlo fielmente en el aula.

Un aspecto clave de las comunidades de profesores es que estas crean espacios de aprendizaje de los profesores de forma continua (Cochran-Smith, 1998). Sin embargo, la gran cantidad de asignación de cursos a los profesores, en el caso de educación media, el número de estudiantes en los cursos y el total por día es muy alto, lo que hace que los profesores no tengan ningún espacio para trabajar en equipo. Por ello, el único espacio que les queda es el del descanso escolar en su jornada de trabajo que alcanza solo para

comer algo. En el caso de la educación superior varía un poco, ya que, al hacer este proceso como algo formal, se pueden generar los intervalos de tiempo necesarios.

Grossman y Wineburg (2002) crearon una comunidad de profesores aprendices⁴ que, a diferencia de otras comunidades como las de los deportistas, las comunidades profesionales de profesores se analizan desde el exterior, ya que los contextos en los cuales trabajan son diversos. Así, como una comunidad de enfermeras o médicos se centran en el bienestar de sus pacientes, un grupo de profesores emergen como una comunidad profesional cuando el bienestar de los estudiantes es lo central. Un grupo de profesores, cuando ofrece ayuda y soporte, se constituye como una *comunidad profesional* (Grossman & Wineburg, 2000).

Grossman y Wineburg (2000) mencionan que el mejoramiento de la práctica profesional es lo más común y lógico en las formulaciones de comunidades de profesores y constituye un polo en el cual se refieren como la *tensión esencial de la comunidad de profesores*. Se plantea como *segundo* aspecto de la comunidad de profesores que debe ser considerado si la enseñanza emerge verdaderamente como una “profesión para el aprendizaje” (Darling-Hammond & Sykes, 1999 citado por Grossman & Wineburg, 2000). Este segundo y menos familiar polo en las tensiones esenciales, se centra no en la maestría del profesor de una nueva técnica pedagógica o nueva forma de trabajo en grupo. Más bien, este resalta el *desarrollo intelectual continuo de los profesores* en las disciplinas de su currículo escolar. Como aprendices de toda la vida, los profesores deben continuar creciendo en conocimiento, ampliándolos, siguiendo los cambios de paradigmas de sus propias disciplinas. Estos dos ángulos de desarrollo del profesorado —uno centrado explícitamente en el aprendizaje de los estudiantes, el otro centrado en el profesor como estudiante de la materia a enseñar— no siempre se mezclan armoniosamente. De forma implícita, a estas dos perspectivas aparece el contraste entre el compromiso de una aplicación directa en el aula de clase y la actualización académica, un objetivo más difícil de ver y medir. El desafío en la creación de una comunidad académica para profesores en su propio sitio de trabajo es mantener ambos principios simultáneamente: mantener como foco los estudiantes, mientras que se crea una estructura para los profesores y conectarlos como aprendices en la disciplina que ellos enseñan. Es necesario mantener un equilibrio entre el aprendizaje de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes.

4 ‘Community of teacher learners’.

Cuando comienza un trabajo en comunidad hay una tendencia natural por los individuos de *actuar en la comunidad*, actuar como si ellos ya estuvieran en la comunidad que comparte valores y creencias comunes. Actuando en la comunidad implica que todos se comportan *como si* estuvieran de acuerdo, llevando de manera implícita lo central de esta, no hay un auténtico sentido de un espacio común compartido sino sólo individuos interactuando con otros individuos (Grossman & Wineburg, 2000).

Las discusiones sobre la práctica son de gran importancia, en la medida en que los profesores pueden hablar sobre casos concretos y presentar diferentes puntos de vista sobre estos, generando un ambiente de reflexión crítica permanente de tipo metacognitivo. Cuando se participa en estos seminarios, los profesores adquieren nuevas formas de aprendizaje sobre su práctica docente y, al mismo tiempo, están construyendo nuevas formas de discurso para hablar de su trabajo docente.

En cuanto al papel del orientador o responsables del proceso de formación, hay muchas aristas para reflexionar. Por un lado, al igual que los profesores debe negociar entre el pensamiento del que parten los estudiantes (o el caso de los profesores) y la asignatura o contenido que se debe aprender. Por otro, en el caso del proceso de formación profesoral, debe tener presente, el contenido consistente en las prácticas docentes y las nuevas formas de pensar en los estudiantes, la materia disciplinar de las asignaturas y la enseñanza. De este segundo aspecto surge el cuestionamiento, sobre qué papel juega el responsable del desarrollo de los profesores, hasta dónde debe ir. Frente a esto Putnam y Borko, (1997) plantean que

... los responsables del desarrollo del profesorado vinculados a la universidad pueden también aportar a las comunidades de discurso de los profesores la postura y los modos de discurso crítico y reflexivo que son tan importantes para las normas que rigen el discurso académico. Las reflexiones, argumentaciones y debates que son centrales en el discurso académico son los tipos de pautas de comunicación que, según afirmamos, precisan jugar un papel más destacado en las comunidades de discurso de los profesores, de esta forma, puede ser acertado pensar en que el responsable del desarrollo del profesorado aporte el modelaje, andamiaje y entrenamiento para ayudar a los profesores a ser competentes en estas formas de pensamiento y discurso. Los profesores, a su vez, aportan su conocimiento práctico, igualmente importante, acerca de las prácticas pedagógicas y sus propios estudiantes y aulas. Aportan su habilidad para el trabajo con los estudiantes y su conocimiento sobre los contextos culturales

e instructivos en los que han estado aprendiendo sus estudiantes. El hecho de reunir a los profesores y a los responsables del desarrollo del profesorado e investigadores vinculados a la universidad constituye fundamentalmente una nueva forma de comunidad de discurso cuyo objetivo es la mejora de la práctica pedagógica. Al trabajar, pensar y hablar juntos, los responsables del desarrollo del profesorado y los profesores llegarán a unas nuevas interpretaciones comunes, creando así sobre todo nuevas prácticas pedagógicas. Este enfoque se enfrenta al dilema constructivista mediante la eliminación de los extremos, tanto de los modelos que van de arriba abajo donde los profesores son considerados como simples ejecutores de los enfoques pedagógicos de terceras personas, como de los modelos que consideran que la delegación del poder en los profesores sin la introducción de nuevas ideas pedagógicas es suficiente para producir un cambio significativo” (p. 253).

Como lo mencionó Sarason (1990 citado por Grossman & Wineburg, 2000), es virtualmente imposible crear y sostener en el tiempo condiciones de productividad de aprendizaje para los estudiantes cuando no existe para los profesores.

Tomando como referencia lo mencionado, en este documento se interpreta a la comunidad de desarrollo profesional de profesores, CODEP, como **un grupo de profesores que se reconocen como profesionales de la educación, los cuales participan en discusiones críticas y reflexivas para la toma de decisiones en torno a su objeto de estudio, la enseñanza y el aprendizaje en su aula (e institución) y otros procesos que allí se desarrollan y que las condicionan. Esta comunidad comparte poco a poco ciertas prácticas y referentes que se van construyendo como producto de esta dinámica, que la definen y retroalimentan.**

Cuando se habla que los profesores se reconozcan como profesionales, hace referencia al reconocimiento que hacen ellos mismos como profesores universitarios, que su objeto de estudio es la enseñanza de la química —en este caso— (que va relacionado con conocer cómo aprenden sus estudiantes) y todas las implicaciones de ésta en su aula y su institución. Esto se fue logrando poco a poco, y a medida en que se iba consolidando la comunidad.

3. La comunidad de desarrollo profesional de profesores, CODEP

A continuación se presenta el proceso generado en una CODEP diseñada para formar profesores universitarios que enseñan química en un programa académico que forma profesores de química para secundaria, es decir, este es un proceso para formar a formadores. El objetivo principal de formación fue el mejorar la docencia universitaria desde los aportes de la Didáctica de la Química. Uno de los ejes para lograrlo fue el empleo de la Historia de la Química como elemento de estudio, análisis y posibilidades de uso en el aula de clase. Se describen las fases del proceso desarrollado y se presentan las voces de los diferentes actores en su desarrollo.

Este modelo de programa de formación de profesores surge como una alternativa para la formación docente en la medida en que se fundamenta a partir de referentes innovadores que la hacen diferente a otras comunidades de desarrollo profesional: en primer lugar, por el empleo de instrumentos científicos y de experimentos científicos empleados en el siglo XVIII para el estudio de conceptos que permitirían comprender mejor la emergencia del cambio químico; y, en segundo lugar, por la generación de reflexiones críticas hacia el desarrollo metacognitivo y autorregulador de la docencia fundamentado en el diseño curricular (a nivel micro y meso). Este proceso se desarrolló en el mismo sitio de trabajo. Está organizado en cinco fases evolutivas que buscan desarrollar en el profesor su papel de diseñador de currículo.

La comunidad de desarrollo profesional de profesores, que se describe a continuación, se diseñó a partir de los referentes descritos y se implementó con profesores universitarios del área de química, durante dos años⁵. Se tomó como eje de estudio y reflexión, con los profesores universitarios, el uso de la historia de la química para el mejoramiento de la docencia universitaria en los casos particulares de la química general y la fisicoquímica. La CODEP se ha soportado en referentes particulares de los programas de su clase, que ya se han fundamentado en los apartados anteriores. Al mismo

⁵ Los profesores universitarios tienen título de químicos e ingenieros químicos, con maestrías y doctorado en química.

tiempo presenta elementos propios que lo diferencian de otras propuestas, los cuales se describen a continuación. En primer lugar, cuando se realizó el programa de formación, se trabajó con los profesores el cómo enseñar unos contenidos estudiados y reflexionados a la luz de la historia de la química, los cuales fueron analizados y contruidos bajo los principios de comunidad de aprendizaje a nivel profesional; y he aquí el segundo aspecto fuerte, el contribuir a la formación de un profesional que vea la necesidad latente de trabajar en equipo, de socializar sus conocimientos, sus aprendizajes y, obviamente, sus problemas a la hora de llevarlo a la acción. Finalmente, estos elementos contribuyen a una perspectiva que busca el desarrollo del profesor como un profesional, que se interroga y formula problemas de investigación de su práctica docente, diseña y lleva al aula propuestas de innovación que buscan superar problemas y poner a prueba hipótesis de trabajo consensuadas en equipo. Así, se construye y reconstruye, nuevamente, conocimiento didáctico de su disciplina de formación básica.

Los profesores universitarios se vincularon al programa de manera voluntaria y con la intención de mejorar su docencia. El carácter voluntario es un elemento fundamental que permite un alto grado de pertenencia con la comunidad; sin embargo, no implica que todos tengan la misma responsabilidad con la comunidad ni con sus actividades, pero ayuda muchísimo para el desarrollo de las tareas propuestas y el logro de las metas fijadas.

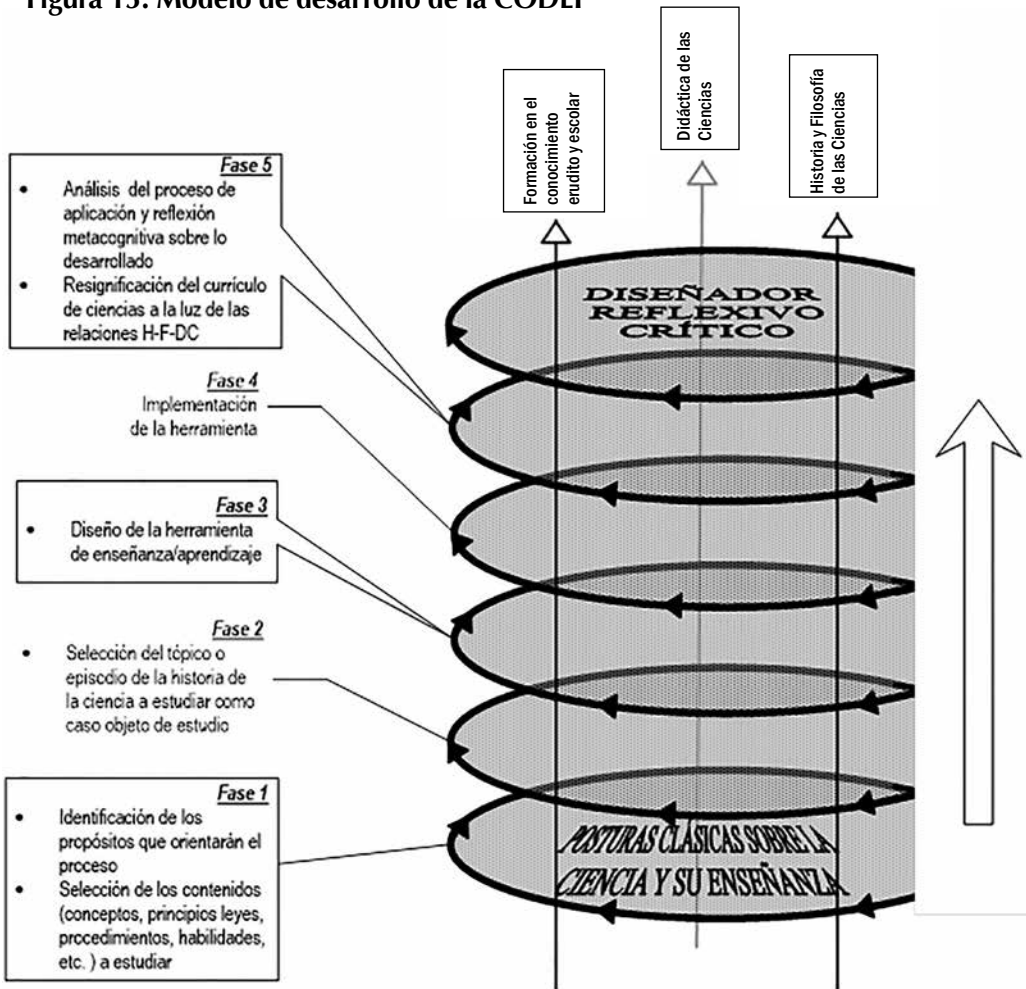
El coordinador de la CODEP, y autor de este libro, tuvo que desarrollar varios roles, entre ellos de negociador de intereses, es decir, que los objetivos de la investigación no se diluyeran, y, por otro lado, responder a las expectativas de los miembros de la comunidad. Un segundo rol fue el de líder académico que irradió confianza en el grupo de tal forma que ellos veían que no era algo para perder el tiempo y que no tendría continuidad en el tiempo. En tercer lugar, como persona que sabía escuchar, que valoraba lo que los otros miembros decían y hacían y que los motivaba y presionaba cuando era necesario, pero lo más importante fue que les hiciera sentir su papel protagónico de constructores de conocimiento didáctico. Finalmente, desempeñó el rol de compañero que aporta, que cuestiona y que presenta alternativas. Al respecto se plantea que, frente al papel de la persona que orienta el proceso de formación del profesorado, esta debe tener ciertas características que le permitan generar un ambiente propicio para el desarrollo de las actividades previstas. Richardson (1992) afirma que, para ser eficaz, el responsable del desarrollo del profesorado en un contexto de este tipo debe tener un sólido conocimiento sobre la investigación, porque la presentación de

este conocimiento es más útil cuando surge como respuesta a las cuestiones suscitadas en el curso de la conversación. El responsable del desarrollo del profesorado también ha de tener cuidado en ser humilde, incluso modesto, al presentar la información y los puntos de vista para, así, poder enfrentarse a la norma dominante en las escuelas que considera que los responsables del desarrollo del profesorado vinculados a la universidad son los *expertos*.

Como se ha mencionado, la CODEP se planteó a los profesores como un intento por contribuir al mejoramiento de la docencia universitaria de los participantes. Su orientación, en este caso particular, ha sido tener en cuenta las relaciones entre la historia de la química, la filosofía de las ciencias y la didáctica de la química, como elementos que fundamentan las acciones docentes. Una vez ellos estuvieron de acuerdo con el objetivo, se organizó un plan de trabajo en conjunto que les dio la posibilidad de desarrollar sus propias ideas y aportar desde su experiencia personal, pero sin descuidar el objetivo del proceso que se había previsto, es decir, los contenidos básicos del programa.

Los aspectos fundamentales, para que se pueda llevar a cabo la agenda de una comunidad, son el tiempo y el espacio. Esto se consiguió en la medida en que se logró una descarga académica de dos horas a la semana para los profesores participantes del proyecto y se ubicó, en el horario de cada uno de ellos, para que les coincidiera un día a la semana para trabajar en la comunidad. Esta franja horaria se prolongó, en algunos casos, ya que ellos fueron moviendo sus actividades antes o después, dependiendo de las necesidades y de sus posibilidades de horario y de trabajo. En cuanto al espacio, las actividades se desarrollaron en una oficina de un grupo de investigación que dirige el autor y se contó con los laboratorios de química para realizar los trabajos experimentales necesarios. En este sentido, Grossman y Wineburg (2000) manifiestan que es indispensable, al hablar de una comunidad profesional, que el lugar de reuniones sea la misma institución y que esté en la jornada de trabajo de los profesores, ofreciendo la posibilidad de generar una transformación individual, al mismo tiempo que una transformación en la organización social en donde los individuos trabajen. Estos aspectos son complejos para los casos de primaria y secundaria, por la cantidad de horas semanales de trabajo que se tienen y el número de estudiantes.

Figura 15. Modelo de desarrollo de la CODEP



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el modelo de CODEP (una versión resumida se ubica en Izquierdo, García-Martínez, Quintanilla & Adúriz, 2016), se observa que diferentes procesos, referidos a todo el modelo o tan sólo a una parte de ellos, pueden estar distribuidos en el entorno, en herramientas o en personas. Es típico que los componentes del conjunto de la tarea estén distribuidos a lo largo de actividades en colaboración y de aprendizaje. De igual forma, diversas acciones pueden estar distribuidas como construcciones sociales o como resultado de procesos de la simbiosis entre seres humanos y herramientas, por ejemplo, la planificación de las actividades en la unidad didáctica, su diseño mismo y su redacción.

Para el desarrollo de la CODEP se han programado cinco fases que se mencionan a continuación (ver figura 15):

- Fase 1. Identificación de propósitos y selección de contenidos.
- Fase 2. Selección del tema por estudiar. En este libro se presenta el caso del área de la historia de la ciencia.
- Fase 3. Diseño de la herramienta de enseñanza/aprendizaje.
- Fase 4. Implementación y análisis del proceso de aplicación de la herramienta.
- Fase 5. Reflexión metacognitiva sobre el proceso desarrollado.

3.1 Identificación de propósitos y selección de contenidos

En esta primera fase de la CODEP se pretende, inicialmente, identificar las ideas del profesorado sobre temas que se consideran de gran relevancia para el desarrollo del programa, los cuales pueden ser aspectos que condicionen, proyecten y sean fundamentales para el desarrollo profesional del profesorado. En nuestro caso, se realizó un reconocimiento de las ideas de los profesores en torno a la naturaleza de la ciencia, sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sobre el diseño del currículo y la evaluación; y, finalmente, qué ideas presentaban sobre la relación entre la enseñanza e historia de las ciencias. Esto permitió generar una idea de la visión del profesorado sobre su actividad profesional y se reconocieron posibles dificultades de los profesores sobre su propia disciplina y la manera como la enseñan.

Posteriormente, se realizaron, con los profesores, actividades de reflexión metacognitiva de tal forma que se desarrolle la autocrítica sobre las ideas que presentan en los aspectos indagados, en este caso la ciencia, su enseñanza y las relaciones que mantienen con la historia. En este momento se reconocen las actitudes de los profesores hacia el proceso por desarrollar y lo comprometidos que puedan estar ellos con el trabajo que se planeará; así se plantean los retos, los intereses y los problemas que se pueden abordar durante el proceso. Una de las reflexiones que realizaron los profesores en el seminario de la CODEP fue la siguiente, en ella se ve cómo analizan los resultados de los instrumentos y el aporte que esto genera para su mejoramiento profesional:

El análisis realizado es un punto de vista que me ayuda a reflexionar sobre mi labor docente y mi papel orientador en el aula de clase, me permite conscientizarme y buscar alternativas que ayuden a mejorar los aspectos débiles vistos en los dos instrumentos aplicados. En general creo que si reflejan lo que hago (Instrumento-Metacognitivo-1).

Una vez se han estudiado las reflexiones que cada uno de ellos ha realizado, se analizan las posibles alternativas de intervención en el futuro, partiendo del estudio de documentos y desarrollo de talleres, que permitan a los profesores tomar conciencia sobre la necesidad de generar cambios en su acción docente.

Los profesores van analizando las implicaciones y las condiciones para generar cambios en su aula y van evidenciando la necesidad de crear modificaciones en el currículo. Esto se ve en el siguiente diálogo (los nombres de los profesores son ficticios):

- 48 Mónica ... **no se puede hacer nada de lo que hemos dicho si no se modifica ese currículo**, y lo otro implicaría que nosotros, los profesores, nos estemos actualizando constantemente... debemos es buscar nuevas metodologías de enseñanza, que refuercen el conocimiento...
- 50 Carlos Sí, cambiarlo, efectivamente, **pero esto tiene que ser un cambio constante**, no solo que cambiamos por este nuevo y lo aplicamos mucho tiempo. Sino, como decía yo, uno tiene que estar mirando constantemente cómo es el desarrollo de la ciencia.
- 65 Pedro ...pues lo que veo es más o menos lo que tratamos en la otra sesión que era eso que **el currículo debe cambiar y nosotros, como docentes, tenemos que saber dar una flexibilidad, ayudar a manejarlo, porque, así, rígido, pues poco nos contribuye, que lo hace rígido como esa cantidad de contenidos que tiene el programa, ...**

Fuente: Transcripciones Seminario CODEP.

Con todos estos elementos, se determina en la CODEP los contenidos que se van a tratar y que serán objeto de estudio, discusión y de generación de propuestas. En este sentido, se determinan los posibles conceptos, los procedimientos, las habilidades, las actitudes u otros aspectos para ser tenidos como objeto de estudio. En nuestro caso, se toma la decisión de trabajar el

uso de la historia de la química en la enseñanza de la química general y, posteriormente, se ve la necesidad de llevarlo también a la fisicoquímica.

3.2 Selección del tópico y área de la historia de la ciencia a estudiar

Retomando el diagnóstico anterior y continuando con el trabajo de comunidades, se determina el tema que se podría y sería pertinente abordar para estudiar. De esta manera, se selecciona el tipo de orientación desde la historia de las ciencias, que sería más interesante y pertinente trabajar con los profesores, entre las cuales pueden estar ciencia y cultura, comunicación en ciencia, problema de las minorías, género, instrumentos y prácticas experimentales, cuadernos de notas, entre muchas otras. Cuando se interactúa con otras personas en comunidades, se generan y comparten ideas y conceptos, que se consideran como herramientas cognitivas, con los que pensamos y actuamos. Comprenderlas y utilizarlas implica que es algo básico tanto para el pensamiento individual como para los diálogos con los demás. Esta interacción moldea y orienta las interacciones con los demás, ya que se derivan de una construcción cultural. Esto se observó revisando el trabajo de los profesores, al tomar decisiones sobre lo que se iba a abordar. Así se decidió que en primera instancia se trabajaría en química general, a partir de los documentos históricos que daban cuenta de experimentos e instrumentos de la química del siglo XVIII, entre ellos, los de Joseph Black y sus experimentos sobre la Magnesia Alba, haciendo uso de la cuba neumática y la balanza. Posteriormente, la CODEP, por sugerencia de los profesores de fisicoquímica, decidió también estudiar el concepto de calor específico, para lo cual se tomaron ciertos estudios de Lavoisier con el calorímetro de hielo.

- 4 Carlos Pues, esto que hemos venido trabajando serviría como referente teórico para la clase de química, porque nos la mostraría de manera diferente a la tradicional, específicamente en lo que se refiere a su evolución... De igual manera, para **temas específicos como la cuba neumática, se podría realizar una práctica en la cual los estudiantes recolecten gases**, complementar con el trabajo en el aula. Para el caso de la fisicoquímica, sería interesante tratar también un tema específico, **por ejemplo, calor latente, o seguir haciendo el análisis de los argumentos de Black sobre calor y temperatura, ya que uno de los grandes problemas que se evidencia en los estudiantes es la diferenciación entre estos dos conceptos.**
- 5 Mónica Considero que en **Fisicoquímica uno de los temas relevantes es el de calor específico y, de ahí, la importancia de recopilar documentos históricos que muestren cómo surgió dicho concepto y cómo ha evolucionado.**
- 6 Pedro Pienso que, a partir del material estudiado en el seminario, se podrían diseñar documentos más sencillos, con el fin de entregarlos previamente a los estudiantes, para que posteriormente, en clase, los desarrollen y discutan.

Con respecto a los temas en los que se aplicaría lo que venimos trabajando de Black, sería el de reacciones químicas, puesto que sería interesante el poder comprobar los experimentos que se hacían en esa época y, al mismo, contrastarlos con los actuales. Por otro lado, el analizar la terminología nos permitiría comprender tanto los procesos como los implementos utilizados en la época; y establecer si se diferencian o no de los empleados hoy en día. El otro tema que se debería trabajar es el de estequiometría, por ejemplo, la tabla que Carlos nos envió con el manejo de masas (hace referencia a los diagramas de balance de masas que se presentan en líneas anteriores). Entonces mi propuesta sería suministrarles a los estudiantes parte del material que hemos analizado o algunos de los textos originales para que lo lean y discutan entre ellos. Otra sugerencia podría ser seleccionar dos, tres o cuatro autores que trabajen un mismo concepto, para construir un cuadro comparativo de similitudes y diferencias, a través de las cuales se manifiesten los avances y dificultades de la época.

- 7 Coordinador Pedro ha hecho referencia a uno de los tópicos que sería el cómo abordar los documentos, pero para el caso específico, ¿cómo se imaginan ustedes que podría aplicarse la historia de la química en el aula?
- 8 Mónica Cuando uno trabaja el tema de calor específico, requiere del manejo de tablas, la construcción de diagramas, de ecuaciones, de gráficas, etc. Considero que al momento de desarrollarlo con los estudiantes, la idea sería tratar de remitirse hacia el análisis de cómo surgen estos resultados que aparecen ya básicamente en los libros, pues es allí donde se presenta bastante dificultad. Por ejemplo, **plantearles diferentes situaciones problemáticas**: cómo es la entalpía en los seres humanos, cómo es su calor específico; cómo es el calor específico de un alimento, ¿será lo mismo tener un pollo congelado que uno descongelado?; ¿por qué este autor denominó a esta variable calor específico?; y ¿por qué entró a clasificar lo que era calor específico a presión y volumen constantes?

Antes de entrar a profundizar en conceptos como calor o entalpía, **se presenta bastante dificultad al explicar este tema de calor específico a los estudiantes, pues cuando se habla de calor específico** a presión constante, se considera que sólo es aplicable a procesos isobáricos (sistemas cerrados). Aquí en este momento es cuando surgen interrogantes como, ¿será que esta variable debe analizarse a nivel macro o si, por el contrario, debe analizarse a nivel molecular? ¿Por qué esta variable de calor específico a presión constante también es relevante en un proceso isocórico?

En el fragmento anterior se pueden evidenciar varios aspectos de las comunidades de profesores y cómo estas varían; por ejemplo, se puede hablar de subculturas, ya que, por el nivel en el que se desempeñan, su área de formación, las asignaturas que enseñan y en donde se genera, se crean diferentes comunidades y en de ellas subculturas. En nuestro caso se dio la subcultura de la química general y de la fisicoquímica. También se puede ver cómo progresivamente los profesores se van planteando la forma de llevar la historia de la ciencia al aula de clase. La que inicia el diálogo frente a los contenidos es Mónica, al plantear cómo llevar la historia a la asignatura que ella tiene a su cargo, como lo es la fisicoquímica. Al plantear la situación, los profesores comienzan a sugerir propuestas que les parecen pertinentes, tales como la recolección de gases con la cuba neumática para la química general y el calor latente para la fisicoquímica, producto de las

lecturas realizadas sobre Black. Mónica plantea en este diálogo el concepto que luego será el central para el trabajo en la fisicoquímica: el calor específico. Este surgió por la sugerencia de Carlos sobre calor latente⁶; parece que, al ella escuchar este concepto, inmediatamente lo relacionó con una debilidad de los estudiantes. Ella genera una propuesta concreta de cómo hacer el proceso de documentación y sugiere analizar la evolución conceptual del calor específico.

Una comunidad profesional de profesores requiere que sus miembros se comprometan en dos tipos de trabajo: el intelectual y el social, es decir, nuevas formas de pensar y razonar colectivamente al mismo tiempo que nuevas formas de interactuar personalmente. Un aspecto que debe aprenderse es la idea de que hay cosas que una persona sabe y la otra no, y que el conocimiento colectivo sobrepasa al individual. El aprender a partir de otros compañeros requiere un cambio en la perspectiva de aprender y en la habilidad de escuchar a los otros, especialmente en esforzarse en formular reflexiones en respuesta a retos intelectuales de los contenidos estudiados. Estos aspectos se hacen evidentes en el fragmento anterior en la medida en que la interacción de los profesores van activando ideas de los otros, aspectos que unos no habían considerado surgen cuando interactúan entre ellos. Y de esta forma, al seguir las intervenciones que realizan, se observa cómo se van generando diferentes tipos de activaciones y van surgiendo ideas de cómo llevar al aula la historia de la ciencia, cada vez mejor estructuradas, creando una dinámica de producción en la CODEP.

Se evidencia la forma en que la comunidad va robusteciéndose en la medida en que se generan aportes argumentados y se crean propuestas de innovación en el aula. Se observa una interacción entre los miembros alrededor de un interés compartido, escuchando al otro, generando nuevas visiones sobre el problema. Al ubicarlos en una posición de reflexión sobre los aprendizajes generados y cómo se reflejan, uno de ellos menciona lo siguiente cuando se le cuestiona sobre cómo ve lo aprendido en la CODEP.

6 Los profesores hacen uso de algunos términos propios del siglo XVIII, esto se debe a la influencia de la terminología de los textos, pero el concepto como tal no es el de esa época sino que su interpretación es la actual.

El aprendizaje generado por mis otros compañeros se evidencia en:

- La apropiación e implementación de las lecturas realizadas en sus clases, para que los estudiantes puedan desarrollar los experimentos y generar discusiones alrededor de los resultados obtenidos.
- El planteamiento de los balances de materia para algunas reacciones químicas derivadas de los experimentos.
- La contrastación de ideas propuestas por los químicos de la época con los conceptos utilizados por ellos en la actualidad, con el fin de confirmarlas o modificarlas.

3.3 Diseño de la herramienta de enseñanza/aprendizaje

En esta fase se pretende evidenciar cómo interpretan los profesores el uso de la historia de las ciencias en un contexto escolar y qué análisis realizan para su posterior implementación. De igual manera, permite reflexionar sobre cómo ellos conciben el mejoramiento de su enseñanza, promoviendo el desarrollo de aprendizajes significativos, mediante el empleo de la historia de la ciencia. En esta fase se analizaron los criterios que ellos tienen en cuenta para la selección de la temática, los objetivos, los contenidos, su construcción, el seguimiento que realizarán y el tipo de herramienta que construirán, es decir, si se orientan por la réplica del experimento, por replicar el uso de un instrumento, por la creación de modelos, por el diseño de una unidad didáctica o de un mini curso, elaboración de una cartilla, entre otros. En el caso de esta CODEP, los profesores se decidieron por el diseño de unidades didácticas.

En un comienzo surgieron diferentes tipos de ideas sobre la forma de diseñar y llevar la historia de la ciencia al aula para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la química. A continuación, se presenta un ejemplo de las ideas iniciales de los profesores sobre la forma en que se usa la historia de la ciencia en el aula, en algunos casos con imágenes de tipo anecdótico y con carácter motivador.

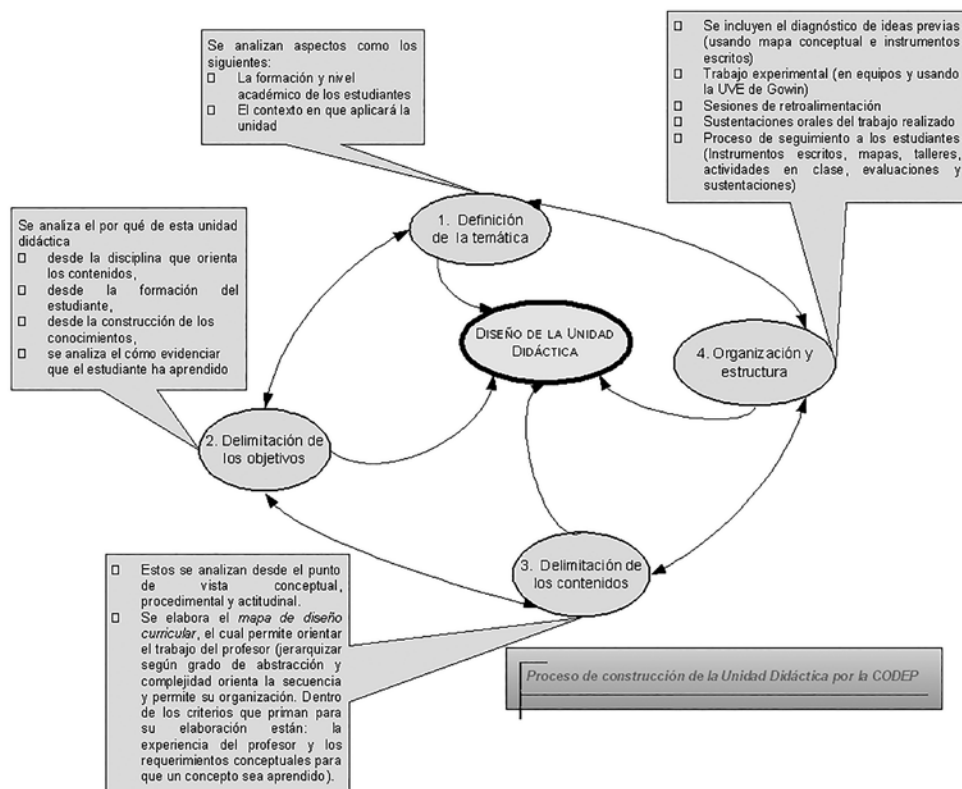
- 135 Jorge Pues yo lo vengo realizando desde hace algunos semestres. Principalmente **lo que hago es mirar y consultar las biografías de algunos científicos que me parecen como interesantes o pertinentes. Les voy contando como anécdotas a los estudiantes.**

En otros apartados se observa, como al comienzo de los seminarios se menciona, la idea de presentar primero la teoría y luego el experimento confirmatorio. De igual forma, van surgiendo ideas tradicionales sobre la enseñanza en el sentido de ser suficiente el conocimiento de la disciplina para transmitir los conocimientos, tal como lo afirmaba Pedro. Él también mencionó algunas ideas clásicas sobre la forma en que se asume la selección de los contenidos, partiendo de los temas de los libros de texto, sin diferenciarlos de los contenidos escolares. Se refuerza esta idea en la transferencia directa de la ciencia erudita al aula sin ningún tipo de transposición didáctica. Se ve cómo Pedro va cambiando sus ideas frente a la forma de usar la historia de la ciencia en el aula, relacionando sus ideas previas con lo que se va aprendiendo en la CODEP.

Posteriormente, se realizó una retroalimentación sobre lo que se ha visto hasta el momento, a partir de las ideas del profesorado, sus prácticas y la manera como vienen trabajando en torno al diseño de la herramienta, al mismo tiempo en que se desarrolla su participación en el colectivo de profesores que participan de la comunidad. Se promueve la regulación y autorregulación del profesor durante el proceso. En un momento determinado, se comienza a abordar la temática sobre la forma en que se empleará la historia de la ciencia, en la cual afloran distintos tipos de ideas, tales como el continuar con el modelo de seminario que se ha desarrollado en la CODEP, seleccionando ciertas lecturas históricas, luego plantearles problemas, y luego la realización de trabajos de laboratorio. Otros mencionan partir de experimentos para que los estudiantes reflexionen sobre los procesos químicos y planteen las reacciones químicas. Se plantea, de igual forma, un ejemplo que muestra la relación entre el modelo del fenómeno, el modelo instrumental y el procedimiento material, en el caso del calorímetro; todo esto se entiende alrededor del concepto que se ha decidido que será el centro de la actividad escolar, el calor específico. Se ve cómo se establece una relación entre los conocimientos de la disciplina, conocimientos didácticos y los conocimientos de su práctica profesional.

Los profesores, luego de una serie de talleres sobre la construcción de unidades didácticas, comienzan el diseño de una de ellas para el caso del cambio químico que se desarrolló posteriormente en química general; esta dio pie para el diseño de una segunda para el caso del calor específico. El modelo de unidad didáctica que se tomó aparece en la siguiente figura.

Figura 16. Proceso de construcción de la Unidad Didáctica por la COCEP



Fuente: Elaboración propia.

Los profesores siguieron cada una de estas partes del diseño de la unidad, partiendo de las ideas personales de cada uno de ellos (figura 16), por ejemplo, frente a los objetivos, y luego se ponían a consideración de los miembros de la CODEP. Luego, se llegaba a un consenso, proceso que se repitió con la definición de los contenidos, de la estructura y organización, de la evaluación, entre otros. En este momento, se evidencia que una forma particular de distribución del conocimiento entre los profesores de la CODEP es la distribución de diferentes formas de conocer. Aquí, lo que está distribuido entre los profesores son maneras de leer, formas de hacer preguntas, maneras de resolver problemas y de diseñar actividades, entre otras. Esas *epistemologías distribuidas* (Grossman & Wineburg, 2000) enriquecen la discusión, pero no necesariamente conducen a una síntesis de gran relevancia. Cada uno de los profesores presenta sus argumentos frente a un tema en particular

dando mayor discusión y complejidad a lo estudiado. El ejercicio central no es resolver un rompecabezas en grupo, sino derribar caminos y nociones personales que satisfacen en forma y contenido. Ello se va logrando poco a poco al diseñar cada una de las actividades de la unidad que, al hacerse desde la CODEP, poco a poco va modificando esas ideas tradicionales y las orienta hacia visiones alternativas.

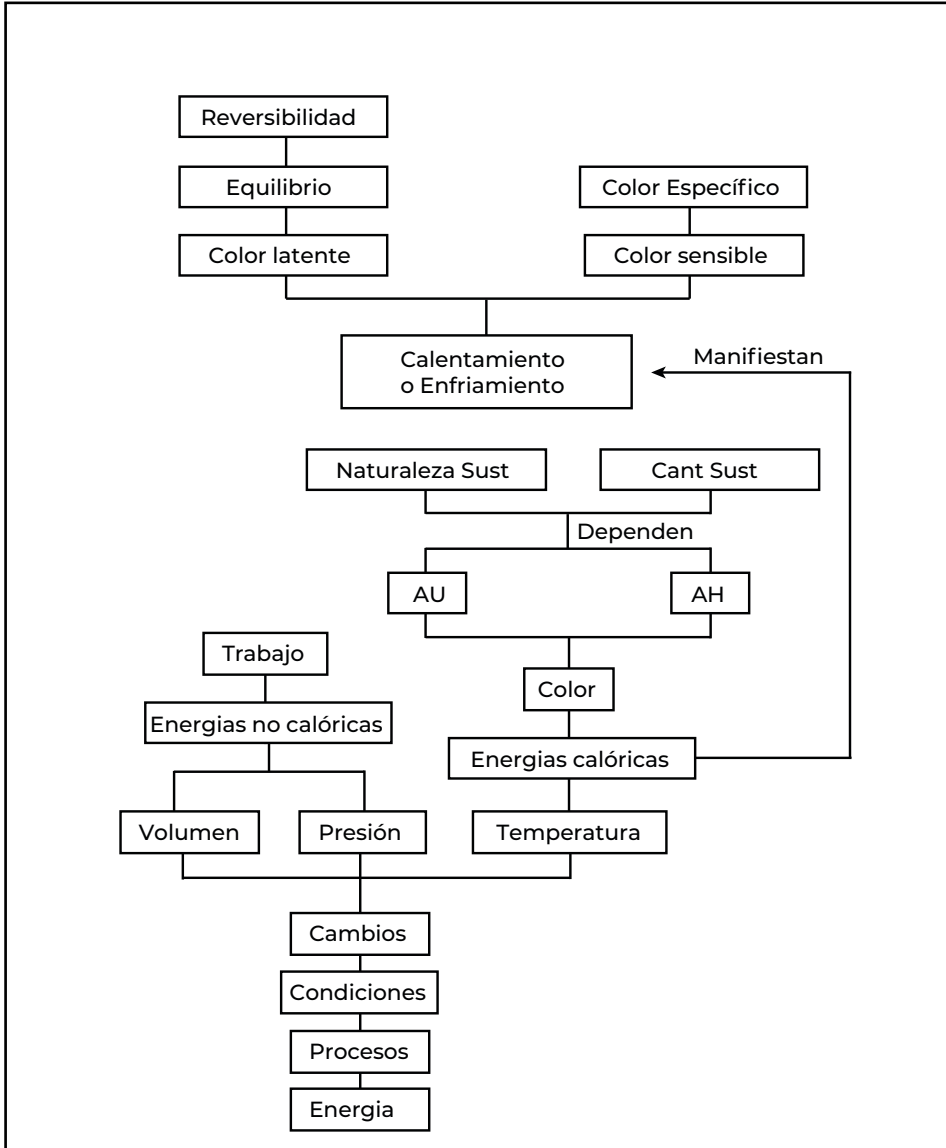
En este sentido se observa la evolución de la comunidad por el liderazgo que se genera en esta. Por ejemplo, Carlos hace unos ejercicios de balance de materia para cada uno de los experimentos que se han discutido o Jorge toma las riendas de algunas discusiones y menciona la necesidad de hacer las reacciones químicas de cada proceso, tomando el papel de orientador en el estudio de estos procesos químicos. Con el tiempo, Mónica va pensando replicar la experiencia para toda la asignatura y lo lidera con apoyo del coordinador del seminario. El grado de participación en las discusiones y cómo esta se va distribuyendo entre todos los participantes, al tiempo que se va deslocalizando o desmonopolizándose la actividad en el grupo, es un indicador de equidad y madurez (Grossman & Wineburg, 2000). Grossman y Wineburg (2000) añaden que las comunidades son microcosmos, parte de un gran colectivo social, en el cual su eje son los derechos y también las responsabilidades de los miembros. Para que una comunidad se mantenga, los miembros deben creer que pueden expresar sus derechos honestamente, sin miedo a la censura o la ridiculización. Pero una genuina comunidad hace demandas a sus miembros para que asuman ciertas responsabilidades. En una comunidad profesional de profesores el centro de responsabilidad es el aprendizaje de los profesores. Esta responsabilidad incluye los grupos de discusión, apurar a los otros para que clarifiquen sus ideas, comprometer en la producción de ideas de los otros, y proveer recursos para que los otros aprendan. Para que esto ocurra, el grupo debe crear un ambiente de seguridad en el cual los individuos sean libres para expresarse, explorar ideas, plantear opiniones y posteriormente retractarse de ellas.

Al momento de analizar *qué enseñar*, en especial los contenidos conceptuales, diseñamos una herramienta de planeación curricular basada en los mapas conceptuales, que llamamos Mapa de Diseño Curricular (MDC). Con estos, se permitió que los profesores se expusieran sus ideas sobre qué conceptos, en qué secuencia y cómo se estructuran a la hora de pensar en cómo serán enseñados.

El Mapa de Diseño Curricular es una herramienta de diseño curricular, de orientación de las actividades docentes y de la evaluación del trabajo de aula (García-Martínez, Hernández & Abella, 2018). Es un mapa que se construye a partir de la selección de los conceptos que se van a enseñar. Estos últimos se organizan de acuerdo al nivel de complejidad y abstracción para ser enseñados y aprendidos. En este sentido, los conceptos más concretos y simples se ubican en la parte inferior del mapa y los más abstractos y complejos se van ubicando hacia arriba, de tal manera que el concepto clave por ser enseñado (de mayor complejidad y abstracción) se ubicará en la parte superior del mapa. El MDC permite que los profesores se pongan de acuerdo en los niveles de complejidad de los conceptos por enseñar, lo cual permite, a su vez, determinar la secuenciación de estos a la hora de ser desarrollados. Los criterios para construirlo se soportan en 1) la selección de los conceptos básicos desde el área de conocimiento; 2) la organización de estos por niveles de complejidad, los cuales están determinados por el área de conocimiento; y 3) la demanda cognitiva de los conceptos, a la luz de la experiencia del profesor cuando lo ha enseñado (proceso de transposición didáctica).

A continuación se presenta un ejemplo de MDC para el caso del calor específico, el primero en versión en borrador elaborado por Mónica (ver figura 17) y el otro una vez se ha construido por la CODEP (ver figura 18).

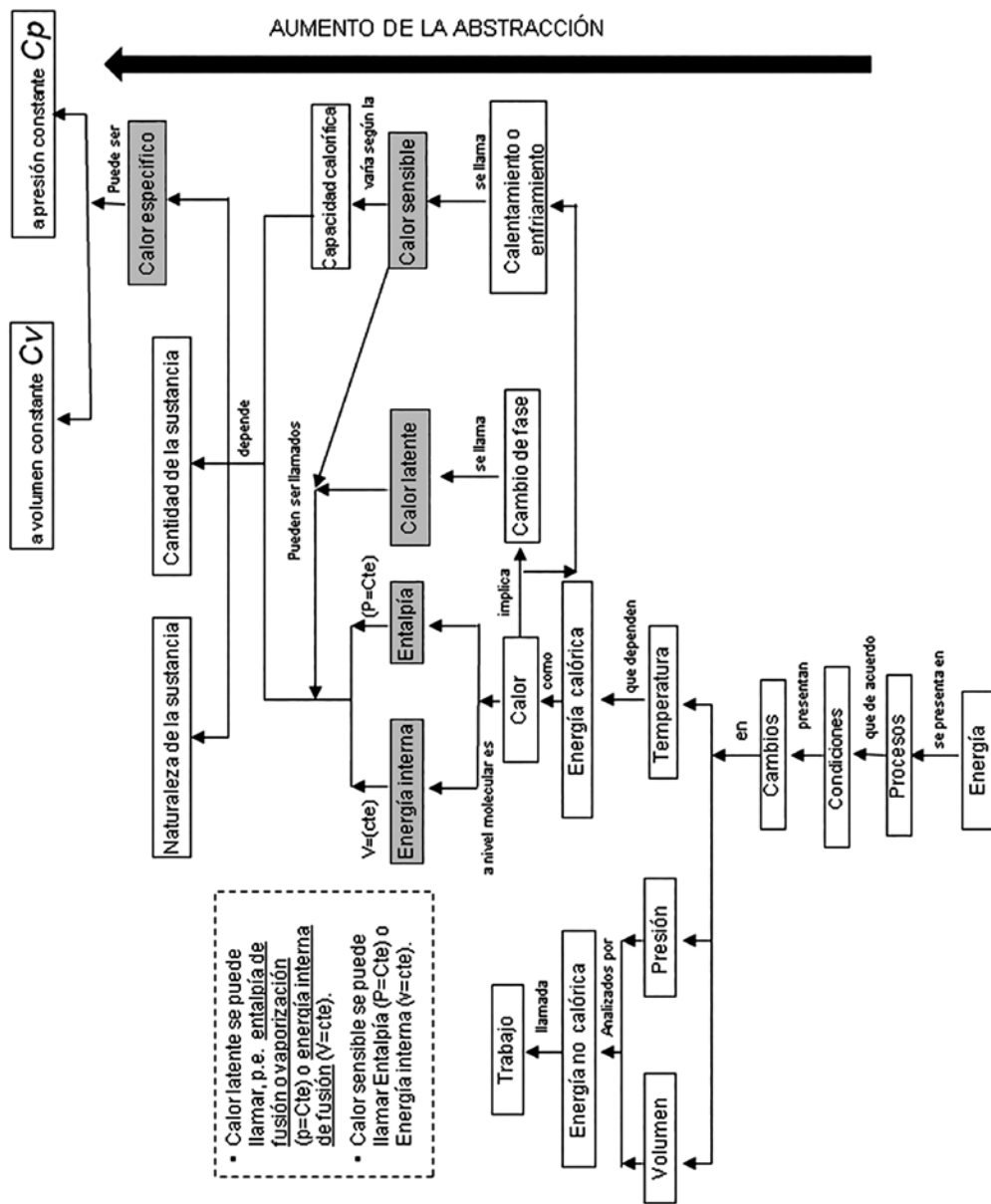
Figura 17. MDC de calor específico elaborado a mano por Mónica



Fuente: Diario del profesor de Mónica.

El mapa final digitalizado, luego de los acuerdos generados y producto de la construcción en la CODEP, es el siguiente:

Figura 18. MDC de calor específico elaborado por la CODEP



Fuente: Elaboración propia.

En diferentes diálogos se ve cómo los profesores generan argumentos desde sus conocimientos disciplinares y desde sus conocimientos prácticos, todo enmarcado desde el ámbito de los conocimientos y las estructuras interpretativas, ya que las reflexiones que realizan las hacen conociendo en detalle el contexto en el cual se aplicará la unidad didáctica y lo que se pretende de ella en la formación de profesores de ciencias. El dialogar sobre qué contenidos enseñar y la forma de secuenciarlos implica una aplicación del conocimiento didáctico en una actividad de diseño. Así, el mapa de diseño curricular posibilita que se desencadene este conocimiento didáctico, y se consolida como una herramienta para generar argumentos que permiten el fortalecimiento de intereses compartidos, para este caso, construir una herramienta de enseñanza soportada en la historia de la ciencia.

Al finalizar esta fase se tienen dos unidades didácticas, la de fisicoquímica, centrada en el concepto de calor específico, la cual se fundamentó en los experimentos de Lavoisier sobre el calórico, haciendo uso del calorímetro de hielo, que se presentará en el último apartado de este libro; y la segunda, la de química general, que abordó el estudio del cambio químico, soportada en los experimentos de Black sobre la Magnesia Alba haciendo uso de la balanza y la cuba neumática.

El objetivo último de una comunidad de profesores, que actúan como profesionales en una sociedad pluralista, es aprender a ver diferencias como fuentes más que como una obligación. Se plantea una constante tensión entre comunidad y diversidad, es decir, que se generan fuerzas centrípetas hacia la comunidad y fuerzas centrífugas hacia la diversidad. Pero esto es muy natural, ya que la comunidad presiona por el consenso y suprime el disenso.

3.4 Implementación y análisis del proceso de aplicación de la herramienta

En esta fase se contrastan los criterios que planteó el profesor para el diseño de la unidad didáctica y cómo los retoma al momento de su implementación. Se presta especial interés a la forma en que desarrolla cada una de las actividades y los elementos que resalta, bien de manera positiva o negativa, con el fin de evidenciar la relación de sus ideas y cómo estas orientan su propuesta. De igual manera, se pretende que la CODEP genere todo un proceso de regulación de la actividad con miras a mejorarlo y a planear

futuros aspectos que fortalecerían el desarrollo de la herramienta. Como elemento fundamental, se pretende generar la regulación frente al uso que se le dio a la historia de la ciencia y cómo se evidenció esto en el desarrollo de cada una de las actividades propuestas y los aspectos en los que hacía énfasis el profesor y el porqué lo hacía. La construcción social de la comunidad requiere una negociación continua, incluyendo la regulación de las interacciones sociales y de las normas de grupo. Pero estas normas parten de unos principios compartidos, tanto objetivos, intereses y problemáticas comunes, lo cual requiere de una responsabilidad de cada uno de los participantes. Con el tiempo se observó cómo los profesores tomaron la vocería del grupo e, inclusive, presentaron alternativas que no estaban contempladas en los acuerdos iniciales, rompiendo el esquema de una responsabilidad individual asumida por el coordinador.

En el siguiente fragmento se ve cómo la profesora Mónica interpretó lo que se diseñó y cómo lo llevó al aula. Ella manifiesta las dificultades frente a su implementación, en especial la falta de costumbre de los estudiantes a este tipo de metodología en la cual ellos son los ejes del proceso, así deben esforzarse más y generar propuestas de trabajo cada vez mejores.

2 Mónica

Yo creo que, frente a cada una de las actividades que uno realizaba, se supone que algo claro que nosotros dijimos desde el comienzo era comenzar a **analizar el fenómeno y, a partir del fenómeno trabajado desde el punto de vista experimental, lo íbamos a ir mirando también desde el punto de vista también histórico, hasta finalmente concretar lo que habitualmente uno encuentra como concepto** de los libros; hacerlo al contrario o sea siempre tuve como muy claro eso, aparte de que teníamos que mirar ese fenómeno desde el punto de vista experimental. **Tener presente el mapa de diseño curricular fue otra de las cosas que siempre miro cómo ir encausando, digamos, como las temáticas para llegar al concepto de calor específico ¿sí? Eso conllevó que los objetivos, que siempre nos trazamos desde el punto de vista disciplinar, que era ir correlacionando, por ejemplo conceptos temáticas de menor grado de complejidad a mayor grado de complejidad,** frente a cada una de las actividades, eso fue lo que se fue analizando ¿sí? Por ejemplo, qué factores influían para que ese calor específico variara con la temperatura, la naturaleza de la sustancia, por ejemplo, entre otros. Sin embargo, hago ahí **un alto en este punto, como esa visión que uno tenía, que quería uno buscar con esa unidad didáctica. De pronto en los estudiantes hubo como un choque ¿sí? El objetivo, yo lo tenía, los objetivos ellos los conocían, pero ellos no vienen acostumbrados a trabajar lo que es el fenómeno, digamos el trabajo, digamos de observación, allá en la práctica experimental, sino al contrario. Primero, miremos lo que es teoría y luego vamos mirando qué ocurre. Finalmente, en la parte del fenómeno, como al contrario; entonces, hubo, como el semestre pasado, me refiero como choque en primer lugar con eso, porque algunos solicitaban que fuéramos al contrario. No. Primero miremos la parte teórica para luego entender qué es lo que se busca con todo esto, ¿sí? Porque no entendemos todavía qué es calor específico. Algunos querían entender qué era calor específico con la primera actividad, porque a ellos se les decía la unidad didáctica está enfocada a analizar el concepto de calor específico. Y, desde el comienzo, el afán de muchos de ellos era específicamente eso, mirar que con las primeras lecturas que se hicieron de pronto ya el concepto era tal.**

- 3 Coordinador Uhm, ya, muy bien.
- 4 Mónica **Otros, sin embargo, digamos, siguieron trabajando como la metodología que nosotros estábamos siguiendo mirando actividad por actividad. Se hizo la discusión frente a cada una de las preguntas que comprendía cada actividad, se hizo también la discusión grupal, se unificaron como criterios hasta finalmente llegar, digamos, al concepto de calor específico.** Eso se hizo con la mayoría ...

Fuente: Transcripciones Seminario CODEP.

Se evidencia cómo ella reconoce las dificultades y mantiene lo programado, pero realizando más acompañamiento a ellos, explicándoles el porqué de esta mirada y la forma de desarrollarla. Ella manifiesta una comprensión adecuada de lo que se ha diseñado y tiene muy claro el papel de cada una de las herramientas que hemos empleado, el mapa de diseño curricular y cómo la orienta en sus acciones y el porqué de las actividades de la unidad didáctica. Con eso, ella genera un mayor grado de seguridad en lo que hace en el aula y lo proyecta a los seminarios en donde lidera algunos de ellos. Aquí retomamos el principio de que la comunidad es un espacio que permite el desarrollo del liderazgo. En la escuela, el liderazgo no es un rasgo de la personalidad, sino un atributo que se desarrolla en las relaciones sociales. Con frecuencia se crean grupos entre ellos mismos; “la escuela dentro de la escuela” viene a ser más que una metáfora, ya que se crea el equivalente a una red electrónica; esto se evidenció en nuestro caso en los subgrupos formados.

En el diario de la profesora se observa cómo ella plantea problemas abiertos, cómo retoma las preguntas de los estudiantes y cómo las va encaminando hacia su adecuada explicación, pero correlacionándolas con lo que se ha planeado. Además, analiza cómo se desarrolló la temática y las conclusiones a las que se llegan en cada sesión.

Fecha	Descripción de la Actividad	Análisis
25 octubre	<p>a. Para esta clase de acuerdo, en el cronograma, está planeado lo siguiente:</p> <p>b. Realizar una discusión de las preguntas que involucran las actividades 6 a 10.</p> <p>c. Aclarar inquietudes de los estudiantes.</p> <p>d. Establecer cuáles son los factores que influyen durante un cambio de fase.</p> <p>e. Establecer cuáles son los factores que influyen para que una sustancia sólo cambie de temperatura y no cambie de fase.</p> <p>f. Establecer la diferencia entre el calor sensible y el calor latente.</p> <p>g. A la segunda hora trabajar las actividades 12 y 13.</p>	<p>Teniendo en cuenta la planeación durante la primera hora de clase se realiza la discusión entre grupos, sobre las distintas preguntas.</p> <p>De acuerdo con esto las inquietudes fueron:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Por qué la entropía y la entalpía se consideran como factores que influían para que una sustancia variara su temperatura? 2. ¿Qué nombre recibe el flujo de energía en forma de calor, cuando una sustancia varía solo la temperatura y no cambia de fase? <p>En relación con la primera pregunta, esta surgió cuando un solo grupo de estudiantes afirmaba que la entalpía y la entropía eran los factores que influían para que una sustancia cambiara su temperatura y no cambiara de fase. Sin embargo, se aclaró que la entalpía y la entropía eran energías calóricas presentes a nivel molecular y que estaban influenciadas por diversos factores (temperatura, naturaleza de las sustancias, entre otros).</p> <p>Las conclusiones fueron las siguientes:</p> <p>Factores que influyen durante un calentamiento sin cambio de fase son: naturaleza de las sustancias, temperaturas del proceso, calor específico y cantidad de sustancia.</p> <p>Factores que influyen para que una sustancia no cambie su temperatura, pero, presente un cambio de fase, son: cantidad de sustancia, presión, temperatura y naturaleza de las sustancias.</p>

En la implementación de esta unidad didáctica se ve cómo Mónica planifica sus actividades y asume con gran responsabilidad la implementación de la unidad, es muy organizada y minuciosa en el registro que lleva en su diario del profesor. Tiene en cuenta las ideas de los estudiantes y las registra, indicando los posibles errores de estas. Resalta la ayuda que le ha proporcionado el mapa de diseño curricular al orientarla sobre la diferente complejidad de los conceptos por enseñar. Manifiesta las dificultades de los estudiantes al enfrentarse a una metodología diferente y tener que trabajar más analizando problemas, partiendo del modelo instrumental y del procedimiento material hacia el modelo del fenómeno, frente a lo tradicional que vienen acostumbrados, lo cual no les exige mucho. Menciona cómo realizaba el seguimiento a los estudiantes, a la luz del instrumento de ideas previas y del mapa conceptual, y cómo lo tenía en cuenta durante las clases, viendo los avances de ellos. Ella no se conforma con lo diseñado, sino que nota los aspectos que pueden ser profundizados, genera modificaciones a la unidad didáctica y crea un laboratorio extra que realiza con los estudiantes para analizar ciertas variables que no se tenían contempladas. Resalta cómo los estudiantes se fueron apropiando, poco a poco, de la metodología de trabajo y cómo ellos diseñaban sus calorímetros, así como las variaciones que le realizaban. Relata, además, cómo los estudiantes mejoran su comprensión a través del uso de la experimentación y de su papel como constructores y diseñadores. Ella ejemplifica la manera en que hace uso de la historia de la ciencia para que los estudiantes identifiquen variables y la forma en que les crea problemas que impliquen la construcción de explicaciones y argumentos.

Grossman & Wineburg (2000) plantean que hay muchas razones por las cuales se deben cultivar comunidades de profesionales, desde proveer oportunidades para el aprendizaje de profesores al enriquecimiento de posibilidades de aprendizaje de los estudiantes; desde conservar el talento de los profesores hasta habilitarlos a trabajar juntos hacia un objetivo común. En nuestro caso, se puede pensar en el uso de la historia para mejorar la docencia universitaria. Las comunidades profesionales pueden ayudar a conseguir esos objetivos; pero hay algo más imperativo: una sociedad democrática como las nuestras descansa sobre la premisa de que las voces individuales son importantes, que las diferentes perspectivas son productivas, y que los conocimientos del colectivo exceden al conocimiento individual, situación que se hará evidente en el trabajo desarrollado. En el contexto de las sociedades democráticas, la construcción de comunidades cobra gran significado. Si los profesores no pueden, ellos mismos, construir un discurso democrático y un reconocimiento a la diversidad de voces, ¿cómo pueden preparar a

los estudiantes para entrar en un mundo pluralista como ciudadanos? Si nosotros no somos capaces de manejar las diferencias que nos dividen, ¿cómo podemos decirles a los estudiantes que lo hagan? En nuestro caso esto se evidenció cuando los profesores modificaron las metodologías de trabajar con los estudiantes en el aula de clase, destacándose el trabajo en equipos. Pero, ¿qué mejor que ubicar al profesorado en una actitud investigativa? Esto permite generar una comprensión más profunda sobre la forma de vincular el conocimiento con la práctica, lo cual se constituye como una vía alternativa para facilitar el desarrollo profesional de los profesores (Lieberman & Miller, 2003 citado por García & Pareja, 2008). Este es el aspecto fundamental que aplicamos en nuestra CODEP.

3.5 Reflexión metacognitiva sobre el proceso desarrollado

En esta fase se analizan los posibles cambios que se presentaron en los profesores que conforman la CODEP, bien en sus actitudes, su lenguaje o sus acciones. Se realiza, de igual forma, una reflexión metacognitiva sobre las relaciones historia, filosofía y enseñanza de las ciencias. En esta fase se enfatiza en el análisis de la manera en que se han relacionado la historia, la filosofía de las ciencias (en las unidades didácticas diseñadas para la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de cambio químico) y estequiometría y calor específico. Al respecto, Putnam & Borko (1997) manifiestan que los profesores necesitan tener la oportunidad de aprender a ser críticos y a reflexionar sobre su enseñanza. Es más, si nos tomamos seriamente la idea de que el pensamiento complejo nace de la interacción social, entonces los profesores necesitan comunidades donde aprender y practicar estas habilidades y disposiciones.

En el fragmento siguiente se observa cómo los profesores reflexionan en torno al trabajo desarrollado, en este caso sobre la metodología de aula y la forma en que los estudiantes participaban.

- 86 Mónica **Sí, porque existe mayor participación de los chicos en donde uno tiene, en mayor cuenta, las inquietudes que ellos tienen, en donde se tienen en cuenta, aunque algunas veces se dejan para responder después para no dañar el curso de la clase. También permite tener un mayor contacto con los chicos en las propuestas experimentales,** caso diferente a la fisicoquímica I que era muy teórica, en donde ahora se permite rescatar muchos puntos de vista, a veces buenos a veces equivocados de los estudiantes y mirar si están desfasados en esto o en aquello o reconocer el incremento de nivel de aprendizaje,
- 87 Coordinador ¿Tú qué dices Carlos?
- 88 Carlos **Sí se diferencia bastante contra una clase tradicional, ya que permite mayor contacto con los estudiantes, ver más lo que ellos expresan, lo que entienden, comparado con una clase tradicional donde solo se dicta una clase. Lo otro, también frente a la planeación, ya que con la unidad se desarrolla una planeación en contra de una simple inercia, ya que con las actividades y la planeación de la siguiente clase se tiene una mejor planeación.**

Fuente: Transcripciones Seminario CODEP.

Al mismo tiempo, en esta fase se centra la atención en la necesidad de crear una propuesta de diseño curricular. La necesidad de generar cambios a nivel curricular se hace indispensable en razón de que es uno de los elementos que orienta, limita o proyecta la acción docente hacia modelos alternativos cada vez más alejados de los tradicionales. Esto se reafirma en las palabras de Cochran-Smith y Lytle (2002 citado por García & Pareja, 2008), cuando mencionan que los profesores aprenden cuando ellos reconstruyen el conocimiento, mientras que trabajan en un contexto de comunidades de investigación que teorizan y elaboran su trabajo, conectándolo con aspectos culturales, sociales y políticos.

Al cuestionar a los profesores sobre la imagen que tienen de la metodología empleada durante las clases, ellos manifiestan lo que aparece en el siguiente fragmento de seminario. Allí se resalta la importancia de la historia de la

ciencia, el aporte que les generó, frente a sus conocimientos, su acción docente y el distanciamiento que se produjo de las metodologías tradicionales:

- 90 Carlos Coincidentalmente muy bueno, porque yo había escuchado de Lavoisier solo en el tema del flogisto y la combustión y el oxígeno, en donde lo del calor específico genera cierta dificultad en el tema en los estudiantes, y en mí, ya que temas como los balances de energía y el C_p , C_v como se calculan. Esta parte de la fisicoquímica es bastante difícil. Y digo coincidentalmente, ya que Lavoisier trabajó estos temas y ha servido para ver una evolución histórica y una metodología científica, siendo muy adecuado y, ojalá, se pudieran trabajar con todos los temas de esta forma.
- 91 Mónica Se trabaja lo que son los artículos donde no se toma la parte histórica, y se muestra los resultados a esas investigaciones que se han hecho frente a un determinado tema, un determinado concepto, sí. ¿Qué quiero decir con esto? Con la ayuda de este tipo de actividades, de preguntas, permiten como complementar mi trabajo como docente en todo este tipo. Permite que la enseñanza—aprendizaje sea mucho mejor. Es por esto que al utilizar estas herramientas ayudan a profundizar un poco más a nivel conceptual, por ejemplo, lo que tiene que ver con calor específico; ya que al utilizar los libros, no más se pueden correr riesgos de que hayan sido interpretados mal al traducirlo, caso contrario al retomar todo ese proceso de tantos siglos al día de hoy. Yo podría construir cuál es el concepto de calor específico y permitir que tanto el trabajo docente como el aprendizaje sea mucho mejor. Con relación a las prácticas de laboratorio, también es interesante al utilizar diferentes hipótesis y cuestionarse qué podría pasar al cambiar u observarlo en un determinado contexto donde los estudiantes pueden aportar modificaciones a las prácticas de laboratorio. Todo esto nos ha permitido romper con las prácticas tradicionales al desarrollar nuestros propios cuestionamientos, dejando atrás la copia textual de los libros o las modificaciones leves sin salirnos de la margen, entonces todo esto, finalizando la idea, ayuda al docente a desarrollar un mejor papel...

Fuente: Transcripciones Seminario CODE.

Los estudiantes manifiestan sus ideas frente a lo desarrollado y luego se le presentaron estas opiniones a los profesores, en el caso de Mónica ella presenta la imagen que proyecta hacia sus estudiantes y como la ven ellos.

- 4 Mónica En lo académico, lo digo por el lado de los resultados de las evaluaciones, más o menos me oriento, por eso me considero como una buena docente que manejo el tema, que involucre una serie de actividades acordes como con lo que se propone dentro del modelo pedagógico didáctico del PCLQ, que soy de las pocas, no digo que soy la única, soy de las pocas que ellos ven que van llevando como coherente lo que está escrito en el syllabus, en la parte de núcleos problémicos, con actividades problémicas relacionadas en la asignatura, bien sea en la parte teórica o bien sea en la parte en experimental.

Y al preguntarle sobre cómo se ve modificada su imagen como profesora, al haber participado en la CODEP, ella manifiesta lo siguiente:

- 6 Mónica Yo creo que se fortalece, se fortalece sobre todo, digamos, por las diversas actividades que no solamente se realizan en la parte del aspecto teórico o en la parte experimental; digamos, no nos limitamos dentro del proyecto solamente a lo que habitualmente se hace, realizar la práctica, que ellos presenten de pronto un preinforme, un informe, y algunos docentes realizan lo que son sustentaciones. Pero, entonces, al no limitarnos en ese sentido, sino como interactuar, hacer discusiones como socializaciones alrededor de situaciones problémicas, entonces, yo creo que eso fortalece, digamos, como la imagen que tiene el estudiante en relación al proceso de enseñanza, al proceso de aprendizaje, en cuanto a la metodología, entre otras cosas

Fuente: Transcripciones Seminario CODEP.

En resumen, en esta fase se hace evidente cómo los profesores manifiestan que una de las primeras situaciones que influye fuertemente en el proceso de implementación es la tradición que tienen los estudiantes. Estos últimos se han formado en un modelo clásico, en el que el profesor es el centro del proceso docente y ellos asumen un papel pasivo, lo cual genera cierta reticencia al comienzo del proceso. Los profesores resaltan aspectos relevantes durante el proceso, Mónica, por su parte, destaca el proceso desarrollado, el trabajo individual, el grupal y los diálogos de acuerdo en plenaria. El uso de la historia se hace más importante ante los profesores al reconocer la

manera en que influye en su enseñanza y en la forma e que los estudiantes van aprendiendo mejor al hacer uso de los instrumentos científicos. Esto permite, por ejemplo, que se aborden de forma diferente los trabajos prácticos al tener que diseñar sus propias hipótesis, diseñar sus instrumentos, poner a prueba sus modelos y argumentar sus hallazgos. Es decir, se debe relacionar cada vez mejor el pensar, el actuar y el hablar como fundamento de la actividad científica escolar.

Los estudiantes resaltan que se haya tenido en cuenta las ideas que ellos presentan, a través de los mapas conceptuales, la forma progresiva de las unidades didácticas, el contexto histórico, los trabajos de Lavoisier y el uso del calorímetro y de los diagramas UVE. Destacan cómo ella desarrolló las clases, la asesoría permanente y los análisis de cierre con el grupo en general. Mónica destaca el fortalecimiento de su actividad docente por la diversidad de actividades, la modalidad de preinforme e informe (realizado mediante diagramas UVE), por las sustentaciones que se realizaron al finalizar los temas, por la interacción, al hacer discusiones y socializaciones frente al estudio de problemas.

Tanto profesores como estudiantes destacan el papel de la historia como elemento fundamental en la construcción y desarrollo de las actividades, en lo pertinentes de estas al conectarse de forma real al contexto de la universidad. En relación con los instrumentos, resaltan su papel y su influencia en los aprendizajes, el hecho de que tener que diseñarlo fue un ejercicio muy importante para ellos, pensando en materiales, variables, problemas y propuestas alternas para contrastar posibles hipótesis.

Las comunidades de desarrollo profesional de profesores poco a poco van a ir contribuyendo al sueño de generar procesos más efectivos a la hora de formar a los profesores de ciencias. Primero, se ha mostrado la manera en que los docentes se van ubicando poco a poco en su papel de profesionales de la educación, alejándose de la idea de que el ser químicos o ingenieros químicos les da ese conocimiento erudito el cual es suficiente para enseñar. Segundo, les ha permitido reconocer la importancia de la didáctica de las ciencias, a la hora de saber que es una disciplina que fundamenta y orienta su saber profesional. Tercero, les ha permitido asumir su papel como diseñadores de currículo para la escuela, y que ellos también pueden generar conocimiento didáctico de la química producto de la investigación e innovación en el aula. Dicho conocimiento va a contribuir al mejoramiento, no solo de su docencia, sino que ayudará a otros a ser mejores profesores.

Cuarto, les ha permitido el reconocerse poco a poco como profesionales que requieren de un trabajo en comunidad, y que es en este que surge verdaderamente la construcción y evolución de ese conocimiento didáctico.

3.6 Del diseño microcurricular en la CODEP

En este apartado se presenta un ejemplo de los diseños generados en la CODEP, y que corresponde a una unidad didáctica diseñada por el autor de este libro, junto con María Victoria Ruíz y Miguel Delgado, que aborda el concepto de calor específico y cómo orientarlo en el aula de clase. Esta unidad se diseñó en el espacio académico de Físicoquímica, para orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje de estudiantes universitarios, que se forman como profesores de química para desempeñarse en secundaria, dichos estudiantes para profesor cursan el programa académico denominado Licenciatura en Química.

ESTUDIANDO EL CALOR ESPECÍFICO

¿Por qué es importante para un profesor de química comprender el concepto de calor sensible? Es importante por cuanto permite relacionar los cambios de temperatura que sufre una sustancia dependiendo de la cantidad de flujo de energía que se suministre o retire. Además, permite relacionar la cantidad de sustancia con el flujo de energía y analizar que este flujo de energía no es igual en todas las sustancias, pues depende de la naturaleza y del estado en que se encuentre. Esto facilitaría introducir el concepto de calor latente y, luego, aplicarlos en procesos, trabajando situaciones reales. Los cambios energéticos generalmente ocasionan cambios de temperatura en los cuerpos; sin embargo, en algunas ocasiones y específicamente cuando ocurren cambios de fase en las sustancias, no suceden cambios de temperatura.

Estos conceptos y su diferenciación son de gran importancia para el aprendizaje de la Química y, sin embargo, son descuidados por parte del estudiante de Química. Por lo tanto, en esta Unidad Didáctica se pretende abarcar el estudio de estos fenómenos.

¿Qué enseñar y aprender en esta unidad?

Los conceptos que se han previsto estudiar son los siguientes: Calor sensible, cantidad de sustancia, temperatura, calor latente, tipo de proceso, calor, presión, reversibilidad, equilibrio, trabajo, energía y sus interrelaciones, calor específico, entalpía y cambios de fase. La idea es que los estudiantes manejen la relación de estos conceptos en un fenómeno y, luego, la aplicación de estos en un contexto. De igual manera, se espera que diferencien y correlacionen estos conceptos, para dar explicación de la transferencia de energía en los diferentes procesos. En el ámbito experimental, se espera que establezcan una adecuada relación de los elementos teóricos con las variables experimentales que manejan y, al mismo tiempo, proporcionen una explicación clara de por qué ocurre cada proceso presentado.

¿Cómo desarrollar la unidad didáctica?

Es importante que el estudiante conozca la evolución histórica de las prácticas experimentales y los instrumentos científicos, así como del pensamiento científico, teniendo en cuenta la relación existente entre los procedimientos materiales, el modelo instrumental y el modelo del fenómeno, cuyas interrelaciones entre estos crean diferentes alternativas de generación de conocimiento (ver descripción que aparece en el apartado Diseño de la Herramienta de enseñanza/aprendizaje). En este sentido, se parte del análisis de los conceptos básicos para la comprensión del concepto clave por enseñar. Estos se organizan en un mapa de diseño curricular que orienta la secuencia de las actividades que se desarrollarán durante la unidad didáctica. La estrategia que se ha seleccionado es el estudio de un episodio de la historia de la química, en el cual se resalta el papel de la experimentación y de los instrumentos científicos en la construcción del conocimiento científico. Las actividades se orientan desde la resolución de problemas abiertos alrededor del estudio de un fragmento del capítulo III del *Tratado elemental de química* de Antoine Lavoisier, titulado: “De los aparatos relativos a la medida del calórico”, de tal manera que cada uno de los fragmentos incluidos en la unidad que se presenta a continuación, son de este libro. Las actividades que se han diseñado son de varios tipos y se incluyen actividades de introducción de conceptos, de trabajos prácticos, de estructuración y generalización y actividades de aplicación, que son muy conocidas. Para ampliar su interpretación puede consultarse a García-Martínez *et al.* (2018). Los trabajos prácticos se desarrollarán mediante el uso del diagrama heurístico de Gowin.

Para orientar al profesor sobre cómo emplear la unidad didáctica, desde la perspectiva de los autores, las actividades incluyen comentarios, los cuales indican lo que se pretende con cada una de ellas y, en algunos casos, lo que se espera que desarrollen los estudiantes.

¿Cómo realizar el seguimiento al trabajo?

Para realizar el seguimiento del trabajo desarrollado y de los alcances logrados, se han incluido varios instrumentos en diferentes etapas del desarrollo de la unidad didáctica. Antes de comenzar las actividades de introducción de conceptos, los estudiantes desarrollarán un test de ideas previas y construirán un mapa conceptual. Durante el desarrollo de diferentes actividades, los estudiantes realizarán sustentaciones individuales y grupales del trabajo adelantado en cada una de ellas, así como la presentación de los diagramas heurísticos del trabajo experimental. Es importante mencionar que, a partir del problema sugerido, los estudiantes construyen su propuesta de abordar el problema, delimitando variables, formulando hipótesis y creando su propio diseño experimental. Para terminar, los estudiantes elaborarán un mapa conceptual final y responderán un test final sobre los conceptos estudiados.

Actividad 1. A continuación encontrarás un instrumento escrito que intenta analizar el manejo que tienes sobre algunos conceptos relacionados con el calor específico.

Comentario: Aplicar el instrumento *Ideas de calor específico (ICE-1)*. Tiempo estimado 1 hora. Ver anexo 1.

Actividad 2. A continuación se enlistan algunos conceptos para que los relaciones en un mapa conceptual.

Comentario: Los conceptos incluidos son los siguientes: *Energía, sistema, energía calórica, energía no calórica, temperatura, presión, volumen, trabajo, calor, calor latente, calor sensible, energía interna, entalpía, cambio de fase, cantidad de sustancia, naturaleza de la sustancia y calor específico*. Se parte del principio de que los estudiantes pueden elaborar este mapa, ya que han cursado asignaturas como *Química básica I y II, Química Inorgánica y Física* y han abordado el primer núcleo problémico del programa de fisicoquímica. (Tiempo estimado 1 Hora). Para comenzar con el trabajo de la unidad didáctica se desarrollan las actividades que están programadas y en cada una de ellas se hace la retroalimentación del instrumento, de tal manera que

el profesor va indicando y analizando con los mismos estudiantes las ideas previas que ellos tienen y los posibles errores conceptuales.

Actividad 3. Realiza una lectura correspondiente al contexto histórico social del siglo XVIII y analiza el medio en que se desarrolla la ciencia para esa época.

Actividad 4. Tomando como referencia la lectura de Lavoisier, diseña y construye un calorímetro de hielo.

Comentario: Los estudiantes construirán su calorímetro y lo llevarán para el trabajo en clase.

Actividad 5. Realiza la lectura que corresponde a un fragmento del capítulo III del *Tratado elemental de química* de Lavoisier, titulado: “De los aparatos relativos a la medida del calórico”, con el fin de analizar los conceptos relacionados con calor específico que fueron abordados inicialmente en el siglo XVIII y cómo estos han evolucionado hasta el día de hoy.

Comentario: A los estudiantes se les entregará la lectura completa, la cual realizarán en sus casas. Actividad de introducción de conceptos.

Actividad 6. Tomando como referencia el siguiente fragmento de la lectura realizada, analiza los cuestionamientos que se presentan a continuación de ella:

El aparato de que voy a dar una idea lo describimos Laplace y yo en una memoria que publicamos en *Recueil de l'Académie*, año 1780, página 355. Este artículo no será más que un extracto de esa memoria.

Si después de haber enfriado un cuerpo cualquiera a cero grados se le expone a una atmósfera cuya temperatura sea de 25 grados por encima del punto de congelación, se calentará insensiblemente desde su superficie hasta el centro, acercándose poco a poco a la temperatura de 25 grados que es la del fluido que lo rodea.

Mediante un dibujo representa el proceso de transferencia de energía descrito en el párrafo anterior.

¿Qué factores influyen para que este cuerpo frío cambie su temperatura?

Comentario: Los estudiantes se cuestionan si esto es para todas las sustancias o solo para esta y el estado en que se encuentran. Se pretende que los estudiantes relacionen los siguientes factores: la cantidad de masa, la diferencia de temperatura y la naturaleza de la sustancia.

Explique qué sucedería si el objeto del experimento de Lavoisier se cambia por Hierro.

Explique qué sucedería al introducir un metal en éter, teniendo en cuenta que el metal se encuentra a una temperatura más baja que la del éter.

Comentario: La idea es que los estudiantes se orienten hacia la confirmación de sus hipótesis formuladas previamente, en relación a que los cuerpos no se calientan inmediatamente, sino que se realiza de manera progresiva de acuerdo a sus capas laminares. Usualmente los estudiantes plantean que el cambio de temperatura es instantáneo en el cuerpo y no de manera progresiva. De igual manera, se pretende que los estudiantes reflexionen sobre los factores mencionados en los interrogantes anteriores. Actividad de introducción de conceptos.

Actividad 7. Tomando como referencia el siguiente fragmento de la lectura realizada, analiza los cuestionamientos que se presentan a continuación de ella:

Pero no le ocurrirá igual a una masa de hielo colocada en la misma atmósfera. Ella nunca se acercará a la temperatura del aire ambiente, sino que permanecerá constantemente a cero grados, es decir, a la temperatura del hielo fundente, hasta que se haya derretido la última partícula de hielo.

¿En que situaciones una sustancia puede calentarse o enfriarse sin cambiar su temperatura?

Comentario: Lo que se pretende es que el estudiante tenga en cuenta que No necesariamente todas las sustancias cuando se enfrían o se calientan cambian sus temperaturas, así como no necesariamente cuando un cuerpo mantiene su temperatura constante es porque no hay absorción o transferencia de calor. En la lectura anterior se puede hacer evidente la relación de cantidad de sustancia y ciertas propiedades (P y T) con el concepto de calor latente y calor sensible. Actividad de introducción de conceptos.

¿El fenómeno que hace referencia la lectura corresponde a un calor sensible o a un calor latente? Justifica tu respuesta.

Comentario. Lo que se busca con esta pregunta es que el estudiante comience a relacionar los conceptos de masa y de temperatura, con los llamados cambios de fase, o simplemente con aquellos procesos en los que hay un cambio de temperatura. En esta actividad, se puede hacer uso del calorímetro de Hielo. Actividad de introducción de conceptos y trabajo práctico.

Actividad 8. Teniendo en cuenta el siguiente fragmento del texto de Lavoisier, analiza los cuestionamientos que aparecen luego:

Se percibe fácilmente la razón de este fenómeno: para fundir el hielo y transformarlo en agua es necesario que se combine con una cierta cantidad de calórico. Por consiguiente, todo el calórico de los cuerpos circundantes se aplica en la superficie del hielo y empieza a fundirlo; una vez derretida la primera capa, nueva cantidad de calórico derrite la segunda, combinándose igualmente con ella para convertirla en agua, y así sucesivamente de capa en capa hasta llegar a la última partícula de hielo, que estará aún a cero grados porque el calórico no habrá podido penetrar hasta allí.

¿Qué factores influyen para que un cuerpo frío, en contacto con un cuerpo caliente, alcance la temperatura del cuerpo caliente? Relacione estos factores para la situación en la que el hielo en contacto con un cuerpo caliente mantiene su temperatura de fusión.

Comentario: Lo que se pretende es que el estudiante tenga en cuenta que existen factores, como la masa, el tipo de sustancia, la cantidad de calor suministrado y las propiedades (P y T) que determinan el estado en que se encuentre. Estos influyen en que un cuerpo aumente su temperatura al estar en contacto con otro cuerpo de mayor temperatura. Adicionalmente, se introduce el concepto de calor. Actividad de introducción de conceptos y trabajo práctico.

Argumente su acuerdo o desacuerdo sobre la siguiente afirmación: todas las sustancias transfieren energía de la misma manera y de forma espontánea.

Comentario: Se pretende que el estudiante comprenda que el calor se transfiere de manera gradual y diferente dependiendo del medio en el cual se de la transferencia. Con esta pregunta, el estudiante puede llegar a los conceptos de convección y conducción y, de esta manera, puede concluir que

para las sustancias gaseosas la transferencia no ocurre por capas. Actividad de introducción de conceptos y trabajo práctico.

Actividad 9. Teniendo en cuenta el siguiente fragmento del texto de Lavoisier, analiza los cuestionamientos que aparecen luego:

Imagínese según esto una esfera hueca de hielo a la temperatura de cero grados, colocada en una atmósfera a 10 grados, por ejemplo, sobre el punto de congelación, en cuyo interior se introduce un cuerpo calentado un número de grados cualquiera. Según lo que se acaba de exponer se deducen dos consecuencias: 1.a, que el calor exterior no penetrará en el interior de la esfera; 2.a, que el calor del cuerpo colocado en su interior no se perderá fuera, sino que se detendrá en la superficie interna de la cavidad, donde se empleará continuamente en fundir nuevas capas de hielo, hasta que la temperatura del cuerpo llegue a ser de cero grados.

Argumente por qué Lavoisier plantea los postulados 1 y 2 en el texto.

¿Es posible que el cuerpo caliente que se coloca en el interior de la esfera, alcance la temperatura de cero grados cuando su masa es mucho mayor que la del hielo?

Realiza una propuesta que relacione las masas de los cuerpos, la temperatura de ellos y su transferencia de calor.

Elabora por lo menos tres situaciones teóricas extremas en las que se relacionen la masa, la temperatura y la transferencia de calor, para que la temperatura final del cuerpo caliente sea de cero grados.

Comentario: Se espera que el estudiante establezca la relación entre las masas de los cuerpos y las temperaturas de ellos y la forma en que se realizaría la transferencia de calor.

Así mismo, se espera que se den cuenta del principio de un instrumento que puede medir calor a partir de cambios físicos que suceden a una sustancia conocida. Esto permite analizar la ley de cero de la termodinámica, porque en un sistema aislado no habría pérdida de calor y solo la transferencia sería entre la sustancia y el hielo. De allí se puede analizar la temperatura de equilibrio. Actividad de estructuración y generalización.

Actividad 10. Teniendo en cuenta el siguiente fragmento del texto de Lavoisier, analiza los cuestionamientos que aparecen luego:

Si se recoge con cuidado el agua formada en el interior de la esfera de hielo cuando la temperatura del cuerpo colocado en su interior haya llegado a ser de cero grados, su peso será exactamente proporcional a la cantidad de calórico que este cuerpo haya perdido al pasar de su temperatura primitiva a la del hielo fundente; porque está claro que una cantidad doble de calórico debe fundir una cantidad doble de hielo, de suerte que la cantidad de hielo fundido es una medida muy precisa de la cantidad de calórico empleado en producir este efecto.

¿Si se utiliza una sustancia diferente al agua, la relación de proporcionalidad entre la masa y el calor daría lo mismo?

Cuando una sustancia es calentada de una T_1 a una T_2 , ¿el calor necesario para este calentamiento depende de la capacidad de la sustancia para absorber este tipo de calor?

Comentario: Se pretende que la primera pregunta relacione la naturaleza de sustancia con la cantidad de calor que se pueda transferir. Se busca, de igual manera, que se establezca la relación entre la masa de las sustancias y el calor transferido. La segunda busca que los estudiantes comiencen a analizar que en un proceso donde ocurra una transferencia de calor se pueda presentar un cambio de T o que pueda permanecer constante y por lo tanto, puedan diferenciar entre lo que se denomina calor latente y calor sensible.

La tercera pregunta intenta que el estudiante establezca la relación entre calor específico y calor sensible. Actividad de estructuración y generalización.

Actividad 11. Presentar los diferentes puntos de vista en forma de plenaria, orientada por el profesor.

Comentario: Actividad de estructuración y generalización.

Actividad 12. Teniendo en cuenta el siguiente fragmento del texto de Lavoisier, analiza los cuestionamientos que aparecen luego:

Con este instrumento, nada hay más sencillo que determinar los fenómenos que tienen lugar en las operaciones donde se desprenda o, incluso, se absorba calórico. ¿Se desea conocer, por ejemplo, la cantidad de calórico

que desprende un cuerpo sólido cuando se enfría un cierto número de grados? Se eleva su temperatura, por ejemplo, a 80 grados; después se le coloca en la cavidad interior ffff del calorímetro (lám. VI, figs. 2 y 3) y se le deja el tiempo suficiente para estar seguro de que su temperatura ha llegado a ser de cero grados; se recoge el agua producida al fundirse el hielo durante su enfriamiento, y se divide esta cantidad de agua por el producto de la masa del cuerpo y del número de grados en que su temperatura primitiva excedía de cero, cuyo resultado será proporcional a lo que los físicos ingleses han llamado calor específico. ¿Se desea conocer la cantidad de calórico que se desprende de la combinación de muchas sustancias?

Con base en lo planteado por Lavoisier, ¿existe alguna diferencia entre estos postulados y lo que se conoce actualmente como calor específico?

Comentario: Se pretende que el estudiante contraste los postulados actuales con los del siglo XVIII, con el fin de poder concluir que a lo que se refiere Lavoisier como calor específico es calor sensible. Actividad de estructuración y generalización.

Actividad 13. Teniendo en cuenta el siguiente fragmento del texto de Lavoisier, analiza los cuestionamientos que aparecen luego:

Los distintos experimentos que se pueden hacer con el calorímetro no conducen a resultados absolutos, sino que no dan más que cantidades relativas: se plantea, pues, el problema de escoger una unidad que pudiese formar el primer grado de una escala con la que se puedan expresar todos los resultados. Esta unidad la tenemos en la cantidad de calórico necesario para fundir una libra de hielo.

Una vez determinada esta unidad, sólo nos queda poder expresar en valores análogos las cantidades de calórico que se desprenden de los diferentes cuerpos cuando se enfrían un cierto número de grados y esto se consigue por medio de un cálculo sencillo que voy a mostrar aplicándolo a uno de nuestros primeros experimentos. Tomamos unos trozos de chapa de hierro enrollados que pesaban en conjunto 7 libras, 11 onzas, 2 ochavas, 36 granos, o en fracciones decimales de libra, 7,7070319 libras. Calentamos esta masa en un baño de agua hirviendo donde llegó a adquirir una temperatura de cerca de 78 grados; la sacamos del agua rápidamente y la introducimos en la cavidad interior del calorímetro. Al cabo de once horas, cuando ya había escurrido suficientemente el agua producida al fundirse el hielo interior, la cantidad que hallamos de agua fue de 1

libra, 1 onza, 5 ochavas, 4 granos = 1,109795 libras. Ahora podemos decir: si el calórico desprendido de la chapa por un enfriamiento de 78 grados ha fundido 1,109795 libras de hielo, ¿cuánto fundirá un enfriamiento de 60 grados?, lo que da

$$78 : 1,109795 \text{ libras} :: 60 : x = 0,85369 \text{ libras}$$

Finalmente, dividiendo esta cantidad por el número de libras de chapa que hemos empleado, es decir, por 7,7070319 libras, tendremos para la cantidad de hielo que fundirá 1 libra de chapa al enfriarse de 60 a cero grados, 0,110770 libras. El mismo cálculo se aplica a todos los cuerpos sólidos.

Cuadro de equivalencias de Lavoisier

MASA			
1	grano	0,0531	g
1	livre	489,506	g
1	dracma	3,888	g
1	pound	373,2	g
1	scruple	1,296	g
1	onza	30,5694	g
1	ochava	3,824	g

Fuente: Elaboración propia.

¿Está de acuerdo con lo planteado por Lavoisier en el balance de energía realizado en el calorímetro de hielo?

¿La relación entre el calor específico y la temperatura es directamente proporcional cuando el intervalo de temperatura es grande?

Comentario: Se pretende que el estudiante tenga la capacidad de realizar el balance de energía basado en el trabajo de Lavoisier y contrastarlos en su experimento. Por otro lado, se busca que el estudiante pueda concluir que la relación entre el calor específico y la temperatura no siempre es directamente proporcional. El experimento de Lavoisier será trabajado en las dos horas de laboratorio y se compararán los resultados con dos montajes, uno a 78 grados y el otro a 60. En caso de requerir mayor tiempo, estos montajes se pueden dejar en observación. Actividad de aplicación.

Actividad 14. Teniendo en cuenta el modelo de calorímetro para la práctica *Determinación del calor de fusión del hielo* y el calorímetro de Hielo de Lavoisier, determine el calor de fusión del hielo con cada uno de los instrumentos y correlacione los resultados obtenidos.

Comentario: Inicialmente trabajarán el calorímetro de Lavoisier poniendo dentro del beaker agua caliente en lugar del hierro y, posteriormente, utilizarán el calorímetro de la guía, en la que se mezclan el agua y el hielo en un recipiente de icopor (montaje 2). Cada grupo requiere tener, en primer lugar, un calorímetro de hielo y un recipiente de icopor para la segunda experiencia. Se ha previsto que esta actividad se desarrolle en dos sesiones o se cuente con el tiempo suficiente para su desarrollo. Actividad de aplicación.

Actividad 15. ¿Cómo se cuantifican las calorías de un alimento?

Comentario: Este trabajo lo realizarían de forma teórica consultando en diferentes fuentes los procedimientos, tratamiento de los datos y formas de expresarlos. Actividad de aplicación.

Consideraciones finales

La formación de profesores de ciencias es un campo de investigación que, a pesar de llevar décadas de estudio, aún requiere apoyo para ser analizado e investigado, dados los retos y exigencias que desde la sociedad se van generando.

Este campo surge ante la necesidad de estudiar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, pero con los años se ha visto que, más allá de esa influencia en los aprendizajes, es de vital importancia reflexionar e indagar sobre el profesorado como elemento crucial para la escuela y el desarrollo de la sociedad.

Desde una visión soportada en posturas pedagógicas positivistas, anquilosadas, centradas en el mecanismo recepción-asimilación y alejadas de la realidad de la sociedad actual, se habla de la desaparición del profesor. Se soportan estas visiones en los cursos virtuales en los que se plantean los contenidos y actividades, muchos de ellos iguales que los que aparecen en los libros de texto, y el estudiante, a su ritmo, va leyéndolos y aprendiendo. Algunos de estos son ofertados de manera masiva, con la consigna de mayor número de estudiantes y mayor cobertura de calidad en la formación. Pero algunos de estos cursos se ubican en una visión que desconoce el avance de la pedagogía y de las didácticas específicas, que desconoce perspectivas alternativas de formación, desde el paradigma constructivista, y que plantean que, con solo ubicar contenidos, generar actividades y recursos digitales abundantes, es suficiente para que los estudiantes aprendan con calidad.

Desde una visión actual de la pedagogía y la didáctica, en la escuela la formación que orienta el profesor va más allá de estas ideas tradicionales. Se habla de una formación del ciudadano, crítico, que reflexione y aporte con argumentos bien fundamentados ante situaciones problemáticas que se le presenten a diario; que respete al otro y que lo vea como igual, sin discriminación alguna; y que pueda interactuar con él a la luz de sus argumentos, y no soportado en diferencias de género, etnia, ideología, religión, u otras. Y esta formación va más allá de los contenidos enciclopédicos que tradicionalmente se privilegian, va más allá de la consigna de hacer que los estudiantes

hagan, sin importar si comprenden lo que hacen, solo para proyectar en los espectadores que ya se generó un cambio, y ahora el centro es el estudiante.

Desde una perspectiva contemporánea, lo que se desea es que la formación se centre en el desarrollo del pensamiento del estudiante, a través del desarrollo de competencias que le fortalezcan habilidades de orden superior, que le posibiliten aprender a aprender, no solo para las pruebas evaluativas de la escuela, sino para su vida y ejercicio como ciudadano. Este desarrollo de pensamiento implica que se generen competencias comunicativas, desde el fortalecimiento de diferentes habilidades cognitivas lingüísticas (argumentar, explicar, describir, etc.), que aprendan a trabajar colaborativamente, que reconozcan los principios básicos del trabajo de los científicos desde los aportes de la filosofía de la ciencia, que desarrollen trabajos prácticos de diferentes tipos y que aprendan modelizando las ideas centrales de la ciencia y puedan comprender y explicar mejor el mundo natural en el que estamos.

En este contexto, se ubica al profesor de ciencias como un profesional de la educación que, soportado en la ciencia que lo orienta, la didáctica de las ciencias, se consolide como un creador o diseñador de ambientes de aprendizaje específicamente generados para sus estudiantes y que promuevan el desarrollo de pensamiento. Un profesional que parta de las ideas centrales de las ciencias y desarrolle diseños para que el estudiante se vaya formando en ciencias y en ciudadanía a través de ellas. Un profesional que se ubique como experto que aprende de manera permanente en su ejercicio docente, tal como lo hemos mencionado en el segundo capítulo, desde lo social, desde el contexto, desde la habilidad intelectual compartida, y por supuesto, aprendiendo con conciencia.

Son diferentes las posibles rutas que se pueden construir para formar a los profesores de ciencias, de ahí la riqueza de la investigación en el campo; nosotros hemos optado por generar comunidades de profesionales con los docentes. Estas comunidades nos han permitido llevar a la escuela, en amplio sentido, a profesores noveles e investigadores para que interactúen con los docentes en su ejercicio cotidiano. Con la interacción de docentes en formación, con docentes en ejercicio y docentes investigadores se ha generado una dinámica de comunidad que ha permitido aprender por la interacción social retomando los principios de una comunidad mencionados. Y el fin de esta comunidad es generar un desarrollo profesional de los docentes participantes.

Las proyecciones de la investigación se ubican en la construcción y aplicación de diseños de formación, en diferentes contextos y niveles de formación. Lo planteado en este libro se puede aplicar en el sector rural, el cual es un espacio que requiere cada vez más reflexión y análisis. También puede llevarse a la formación del profesorado de ciencias para preescolar y primaria, y por supuesto, a la formación de profesores universitarios de otras áreas de conocimiento.

Si queremos mejorar los aprendizajes de los estudiantes, debemos mejorar el aprendizaje permanente del profesor, a través de la creación de diseños didácticos contextualizados y aplicados en ambientes reales. Estos deben ser diseños con objetivos y metodologías claras, a la luz de los aportes recientes de la pedagogía y las didácticas específicas, para que el docente pueda organizar su plan de acción, y genere un verdadero desarrollo profesional.

4. Referencias

- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2161–2184. <https://doi.org/10.1080/09500690802563324>
- Adúriz-Bravo E Izquierdo (2002). Relaciones de la didáctica de las ciencias naturales con otras disciplinas científicas. En A. Adúriz-Bravo, G., Perafán & E. Badillo (comp). *Actualizaciones en didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas* (pp. 13-22). Cooperativa del Magisterio.
- Adúriz-Bravo, A. (2002). *Integración de la Epistemología en la Formación del Profesorado de Ciencias* [tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona].
- Anderson C., & Franks, N. R. (2004). Teamwork in ants, robots and humans. *Advances in the Study of Behavior*, 33, 1–48. Citado por McWilliam & Dawson (2008). Teaching for creativity: towards sustainable and replicable pedagogical practice. *Higher Education*. Vol. 56, No 6.
- Anderson L. (1989). Learners and learning. En M. C. Reynolds (comp). *Knowledge base for the beginning teacher*. Pergamon.
- Angulo, F. (2002). Aprender a enseñar ciencias: análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria basada

en la metacognición [tesis de doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona].

Aristizabal, A., & García-Martínez, Á. (2017). Fortalecimiento de la identidad profesional docente a través del trabajo en comunidades de desarrollo profesional que trabajan con la historia de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias, Extra*, 3599–3604.

Artzt, A.F. y Armour-Thomas, E. (1999). A cognitive model for examining teachers' instructional practice in mathematics: a guide for facilitating teacher reflection. *Educational Studies in Mathematics*, 40, pp. 211-235.

Aznar, S. (2000). *Piaget y Vygotsky ante el siglo XXI: referentes de actualidad*. Ice Horsori.

Bachelard G., (1972), *El compromiso racionalista*. Siglo XXI.

Barberà, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 365-379.

Beijaard, D. & Verloop, N. (1996). Assessing teachers' practical knowledge. Citado por Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher education*. 18. Elsevier science Ltd.

Bellah, R. N., Madsen, N., Sullivan, W. M., Swidler, A., & Tipton, S. M. (1985). *Habits of the heart; Individualism and commitment in American life*. Citado por Grossman, P. & Wineburg, S. (2000). *What makes teacher*

community different from a gathering of teachers? Centre for the study of teaching and policy. University of Washington.

- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2012). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(1), 130–157. <https://doi.org/10.1002/sce.20466>
- Billing David (2007). Teaching for transfer of core/key skills in higher education: Cognitive skills. *Higher Education*, 53.
- Black, J. (1803). *Lectures on the Elements of chemistry* (John Robinson, ed.). 2 vols. Edinburg. Vol 1.
- Brennan, J. (2008). Higher education and social change. *Higher Education*, 56.
- Brown, A. L. (1987). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Comp.) *Advances in instructional psychology*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A. L., Bransford, J. D., Ferrara, R. A., & Campione, J. C. (1983). Learning, remembering, and understanding. En: J. H. Flavell & E. M. Markman (eds.). *Cognitive Development III. Handbook of child psychology*. Wiley.
- Brown, C. & Borko, H. (1992). Becoming a Mathematics Teacher. En D. A. Grouws (ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. McMillan.

Brown, Rutherford, Nakagawa, Gordon & Campione (1993). Distributed expertise in the classroom. En G. Salomon (Comp), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 188-228). Cambridge University Press.

Bruner, J. (1995). *Actos de significado*. Alianza.

Brush, S. (1989). Historia de la ciencia y enseñanza de las ciencias. En A. Raviolo (2007) Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias* 25(3)

Burón, J. (1993). *Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición*. Mensajero.

Byrne, M., Johnstone, A. H., & Pope, A. (1994). Reasoning in science: a language problem revealed? *SSR*, 75 (272).

Carrillo J., Climent N., Contreras L. & Muñoz C., (2007). Un modelo cognitivo para interpretar el desarrollo profesional de los profesores de matemáticas. Ejemplificación en un entorno colaborativo. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 33–44.

Carter, S. L. (1998). *Civility: Manners, morals, and the etiquette of democracy*. Citado por GROSSMAN, P. & WINEBURG, S. (2000). *What makes teacher community different from a gathering of teachers?* Centre for the study of teaching and policy. University of Washington.

Chamizo, J. (2005). La enseñanza de la historia de la ciencia con modelos recurrentes. II El Modelo de Lewis-Langmuir-Sidgwick. *Enseñanza*

de las Ciencias. VII Congreso Internacional sobre la investigación en Didáctica de las Ciencias. Número Extra.

Chamizo, J. (2007). Teaching Modern Chemistry through 'Recurrent Historical Teaching Models'. *Science & Education*, 16, p. 197–216

Cisneros P. C. (2000). La Investigación Social Cualitativa en México [33 párrafos]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* [On-line Journal], 1(1). Disponible en, <http://qualitative-research.net/fqs>

Clarke y Hollingsworth (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher education*. 18. Elsevier science Ltd.

Cochran-Smith, M. (1998). Teaching for social change: Toward a grounded theory of teacher education. En A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan & D. Hopkins, (Eds), *The international handbook of educational change* (pp. 916-951). Kluwer Academic.

Cochran-Smith, M., & Lytle, S. (2002). Inside and outside. Teachers doing research. Citado por L. García & N. Pareja (2008). Innovation, research and professional development in higher education: Learning from our own experience. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.

Commonwealth of Australia Standing Committee on Education and Vocational Training. (2005). *Inquiry into teacher education*. Retrieved 5 January, 2006, from <http://www.aph.gov.au/house/committee/evt/teachereduc/index.htm>

Cortés, G. A. & Gándara, G. M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Revista Enseñanza de las ciencias*. Vol. 25, No 3.

Cortés, G. Á. & Gándara, G. M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3).

Coulston, C. (1970). *Dictionary of scientific biography*. V. 2. Charles Scribner's sons.

Couso, D. (2002). Análisis del contenido del discurso de los profesores de ciencias de secundaria en el diseño de unidades didácticas de forma cooperativa [tesis de Maestría, Universitat Autònoma de Barcelona].

Darling-Hammond, L. & Sykes, G. (Eds.). (1999). *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice*. Citado por Grossman, P. y Wineburg, S. (2000). *What makes teacher community different from a gathering of teachers?* Centre for the study of teaching and policy. University of Washington.

Day, C. (1999). *Developing teachers, the challenges of lifelong learning*. Falmer Press.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J. Mortimer, E. & Scott, P. Constructing scientific knowledge in the classroom, *Educational Research*,23(7).

Enders, P. (2006). The academic Profession. En J. Forest, & P. Altbach (Eds) *International handbook of higher education*. (1). Springer.

- Ernest, P. (1996). Varieties of constructivism: a framework for comparison. En Steffe, L. & Nesher, P. (eds.). *Theories of Mathematical Learning*, pp. 335-350. Citado por Carrillo J., Climent N., Contreras L. & Muñoz C., (2007). Un modelo cognitivo para interpretar el desarrollo profesional de los profesores de matemáticas. Ejemplificación en un entorno colaborativo. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 25(1), 33–44.
- Estany A. & Izquierdo, M. (2001). Didactología: Una ciencia de diseño. *Éndoxa*, 14 (pp. 13-33).
- Flavell, J. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive – developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, (10), 906 – 911.
- Flavell, J. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. En: F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds). *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 21 - 29). Erlbaum
- Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2008). The development of preservice elementary teachers' curricular role identity for science teaching. *Science Education*, 92(5), 909–940. <https://doi.org/10.1002/sce.20265>
- Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2010). Curriculum design for inquiry: Preservice elementary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 820–839. <https://doi.org/10.1002/tea.20379>

Forest, J. (2006). Teaching and learning in higher education. En: J. Forest & P. Altbach (Eds). *International handbook of higher education*. (1). Springer

Fourez, G. (2002). *La construcción del conocimiento científico*. Narcea.

Fraser, B., Tobin, K., & McRobbie, C. (2012). Second International Handbook of Science Education. En B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7>

Furió, C. y Domínguez, M. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 2007, 25(2).

Gao, X. (2008). Teachers' professional vulnerability and cultural tradition: A Chinese paradox. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.

García-Martínez, A. (2001). *El proceso de cambio didáctico de las concepciones y prácticas docentes en profesores de química en ejercicio* [sesión de conferencia]. Congreso internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, España)

García L. & Pareja N., (2008). Innovation, research and professional development in higher education: Learning from our own experience. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.

García-Martínez y Pinilla (2007). Orientaciones curriculares para el campo de ciencia y tecnología. Secretaría de Educación de Bogotá.

- García, B. (2002). Balanzas. En J. Bertomeu & A. García, (eds.), *Abriendo las cajas negras: Los instrumentos científicos de la Universidad de Valencia*. Universitat de València.
- García-Martínez, A. (1999). Pensamiento y acciones de los profesores de Química en la resolución de problemas experimentales. *Revista Científica. Investigación y Desarrollo Científico al servicio de la Educación Superior*. Año1, Nº 1.
- García-Martínez, A., Devia, R. & Díaz-Granados, S. (2002). Trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias naturales. Capítulo V. En A. Adúriz, G. Perafán y E. Badillo. *Actualización en didáctica de las ciencias naturales*. Cooperativa editorial del Magisterio.
- García-Martínez, A. (2003). *Aportes del estudio histórico de instrumentos científicos a la formación del profesorado de ciencias* [tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Barcelona, España].
- García-Martínez, A. (2004). Las actividades problémicas de aula, ACPA, como unidades didácticas que vinculan la historia de las ciencias en el trabajo de aula. *VI Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias*. Buenos Aires (Argentina).
- García-Martínez, A., Enciso, G. S. & Mora, W. M. (2005). El diseño de unidades didácticas transversales como estrategia de formación profesoral y de mejoramiento del aprendizaje de las ciencias experimentales. *Enseñanza de la ciencias. Número Extra*. VII. Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las ciencias.

García-Martínez, A., Mora, W. M. & Enciso, G. S., (2005a). La formación pedagógico didáctica del profesorado universitario de las áreas de ciencias naturales y tecnología. *Enseñanza de la ciencias*. Número Extra. VII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las ciencias.

García-Martínez, Á., Hernández, R., & Abella, L. (2018). Diseño del trabajo de aula: un proceso fundamental hacia la profesionalización de la acción docente. *Revista Científica*, 33(3), 316–331. <https://doi.org/10.14483/23448350.12623>

García-Martínez, Á. (2021). Formación del profesorado de Ciencias: De un análisis en profundidad a una fundamentación conceptual llevada a la escuela. Libro sin publicar. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Garz y Kraimer (1994). Die Welt als Text. Zum Projekt einer hermeneutisch-rekonstruktiven Sozialwissenschaft. En D. Garz (ed.) Die Welt als Text. Frankfurt: Suhrkamp. Citado por Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Ediciones Morata, S.L.

Gauld, C. (1991). History of science, individual development and science teaching. *Research in Science Education*, 21.

Giere, R. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*. University of Chicago Press.

Ginsburg, M. & Lindsay, B. (Eds.) (1995). Comparative perspectives on policy formation, socialization, and society. En M. Cochran-Smith (1998).

Teaching for social change: Toward a grounded theory of teacher education. Amsterdam: Kluwer Academic.

Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education.* Teachers College Press.

Grossman, P. y Wineburg, S. (2000). *What makes teacher community different from a gathering of teachers?* Centre for the study of teaching and policy. University of Washington.

Guba, E. (1983). Criterios de credibilidad en la investigación naturalista. En J. Gimeno & A. Pérez (Eds). *La enseñanza, su teoría y su práctica.* Alkal.

Guidoni, P. (1985). On natural thinking. *European Journal of Science Education*, 7(2), pp. 133-140.

Gundem, B. (2000). Understanding European Didactics. En Moon et al. (eds.). *Routledge International Companion to Education*, pp. 235-262. Routledge.

Hermans, Van Braak & Van Keer (2008). Development of the Beliefs about Primary Education Scale: Distinguishing a developmental and transmissive dimension. *Teaching and Teacher Education*, 24.

Hodson, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *Int. J. Sci. Educ.*, 18(7), 755-760.

Iparraguirre, L. (2007). Una propuesta de utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza de un tema de física. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3).

Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, 23, 1. p. 111-122.

Izquierdo, M. (2006). *Enseñar ciencias, una nueva ciencia*.

Izquierdo, A. M. & Sanmartí, N. (2000). Habilidades cognitivo-lingüísticas en la enseñanza de las ciencias naturales. En Jorba, Gómez, Prat. *Hablar y escribir para aprender: uso del lenguaje en situación de enseñanza –aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp 181-200). Barcelona: Síntesis.

Izquierdo, M., Sanmartí, N. & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-59.

Izquierdo, M., Sanmartí, N., Espinet, M., García, M.P. & Pujol, R.M. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, 79-91.

Izquierdo, M., Quintanilla, M., Vallverdú, J. & Merino C. (2007). Una nueva reflexión sobre la historia y filosofía de las ciencias y la enseñanza de las ciencias. En *Historia de la ciencia. Aportes para la formación del profesorado*. Arrayán Editores.

Jiménez A. M. (2003). Comunicación y lenguaje en la clase de ciencias. En M. Jiménez (coord.). *Enseñar ciencias*. Graó.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias* (24), 2.

- King, K. (2004). Both Sides Now: Examining Transformative Learning and Professional Development of Educators. *Innovative Higher Education*, 29(2).
- Kuhn, T. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica.
- Latorre, A., Del Rincón, J. & Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la Investigación Educativa*. GR92
- Lattuca, L. (2006). En J. Forest & P. Altbach (Eds.) *International handbook of higher education*. (1). Netherlands: Springer
- Lavoisier, A. (1982). *Tratado elemental de química* (Ramón Gago Bohórquez, trad).Alfaguara, S.A.
- Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. En D. Gabel (Ed). *The handbook of research in science teaching and learning*. McMillan.
- Leshem, S. (2008). Novices and veterans journeying into real-world teaching: How a veteran learns from novices. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.
- Lieberman, A., & Miller, L. (Eds.). (2003). Research as a basis for teacher training and educational improvement. Barcelona: Octaedro. Citado por García, L. & Pareja, N., (2008). Innovation, research and professional development in higher education: Learning from our own experience. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.

- Ling, L., & Mackenzie, N. (2001). Teachers' professional development. *European Journal of Teacher Education*, 24(2). Citado por García L. y Pareja, N. (2008). Innovation, research and professional development in higher education: Learning from our own experience. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.
- Little, S. y Cochran-Smith, M. (1994). *Teacher Research: Some questions that persist*. Trabajo presentado en el Ethnography in Education Forum, Philadelphia, Estados Unidos.
- Mancini, A. (2004). *El misterio de Maat, Diosa de la Justicia en el Antiguo Egipto*. Buenos Books America.
- Martí, E. (1995) Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9 - 32.
- Martín del Pozo (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2).
- Marx, R.W., Freeman, J., Krajcik, J. y Blumenfed, P. (1998). Professional development of science education. En B. J. Fraser & K. Tobin (eds.). *International Handbook of Science Education*, pp. 667-680. Kluwer A.P.
- Mcwilliam, E. & Dawson, S. (2008). Teaching for creativity: towards sustainable and replicable pedagogical practice. *Higher Education*. Vol. 56, No 6.

- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3).
- Mellado, V. & González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En F. Perales & P. Cañal (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Ed. Marfil.
- Merleau-Ponty (1962). *Phenomenology of perception*. Routledge & Kegan Paul. Citado por Roberts, L. (1991). *A word and the world. The significance of naming the calorimeter*. *ISIS*, 82.
- Morse, J. M. (1998). *Designing Funded Qualitative Research*. En N. Denzin & Y. S. Lincoln (eds). *Strategies of Qualitative Research*. Sage.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003). *Capturing and characterizing the talk of high school science lessons: A framework for analyzing meaning making interactions*. *II Encontro Internacional linguagem, cultura e cognicao*. Brasil.
- Mruck, K. & Günter, G. (2000). Qualitative Research in Germany [54 paragraphs]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research [On-line Journal]*, 1(1).
- Murray, S, Nuttall, J. & Mitchell, J. (2008). Research into initial teacher education in Australia: A survey of the literature 1995–2004. *Teaching and Teacher Education*, Vol. 24.
- Nakhleh, M. B., Polles, J. & Malina, E. (2002). Learning Chemistry in a Laboratory environment. En]. van Driel et al. (Eds). *Chemical Education:*

Towards research-based practice (pp. 69-94.). Kluwer academia publishers

Niinistö L. (1990). Analytical instrumentation in the 18th century. *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*. Springer. 337, 2. p. 213 -217

Novak, J. & Gowin B. (1988) *Aprendiendo a aprender*; (J. M. Campanario). Martínez Roca.

NSW Institute of Teachers (2005). *Framework of professional teaching standards*. Tomado en Agosto, 2008, de <http://www.nswteachers.nsw.edu.au/IgnitionSuite/>

O'Connor, K. (2008). "You choose to care": Teachers, emotions and professional identity. *Teaching and Teacher Education*. 24

Matthew, H. C. G. & Harrison, B. (eds) (2004). *Oxford Dictionary of National Biography. Vol 5*. Oxford University Press.

Pajares, M.F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62. Citado por Clarke, D & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher education*. 18.

Park, S. & Oliver, J. (2007). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research Science Education*. Springer.

Partington, J. R. (1962). *A history of chemistry*. Macmillan & Co Ltd. V III.

- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods* (2ª Ed.) Sage.
- Pea, R. (2001). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación. En Salomon, G. (Comp.). *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Amorrut. (75-125)
- Perkin, H. (2006). History of Universities. En J. Forest & P. Altbach (Eds) *International handbook of higher education*. (1). Springer
- Perrenoud, P. (2004). Developing a reflective practice in education. Barcelona: Graó. Citado por García, L. & Pareja, R. (2008). Innovation, research and professional development in higher education: Learning from our own experience. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.
- Polly, D., & Hannafin, M. J. (2010). Reexamining technology's role in learner-centered professional development. *Educational Technology Research and Development*, 58(5), 557–571. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9146-5>
- Postareff, L, Lindblom, S. & Nevgi, A. (2007). The effect of pedagogical training on teaching in higher education. *Teaching and Teacher Education*, Vol. 23.
- Putnam, R. T. & Borko, H. (1997). Teacher learning: Implications of New Views of Cognition. En B. J. Biddle *et al.* (Eds), *International Handbook of Teachers and Teaching* (pp. 1223-1296). Kluwer Academic.

Putnam, R. D. (1995). Bowling alone: America's declining social capital. *Journal of Democracy*, 6, 65-78. Citado por Grossman, P. y Wineburg, S. (2000). *What makes teacher community different from a gathering of teachers?* Centre for the study of teaching and policy. University of Washington.

Quilez, J. (2007). A Historical/Philosophical Foundation for Teaching Chemical Equilibrium. *Ninth International History Philosophy & Science Teaching Conference*. Calgary/Canada. 24 - 28 June.

Quintanilla, M. (2005). Historia de la ciencia y formación del profesorado: Una necesidad irreductible. Segundo congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. *Revista de la Facultad de Ciencias y Tecnología*. Número extra.

Quintanilla, M. (2005). *Historia de la ciencia y formación docente. Algunos elementos para el debate didáctico* [conferencia]. IV Jornadas internacionales para la enseñanza preuniversitaria y universitaria de la química. Universidad Autónoma de México, México.

Quintanilla, M. (2007) *Historia de la ciencia. Aportes para la formación del profesorado*. Arrayán Editores.

Raviolo, A. (2007) Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias* 25(3)

Resnick, L. (1991). Shared cognition: thinking as social practice. En L. Resnick, J. Levine & S. Teasley (comps), *Perspectives on socially shared cognition*. DC American Psychological Association.

- Resnick, L. (1987) Learning in school and out. *Educational Researcher*, Vol. 16, No 9. Citado por Putnam, R. T. & Borko, H. (1997). Teacher learning: Implications of New Views of Cognition. En B. J. Biddle et al (eds), *International Handbook of Teachers and Teaching* (p. 1223-1296). Kluwer Academic.
- Richardson (1992). The agenda-setting dilemma in a constructivist staff development process. *Teaching and Teacher Education*, N 8, p. 287-300
- Roberts, T. A. (1991). A word and the world. The significance of naming the calorimeter. *ISIS*, 82. p. 198-222
- Rue, J. (2002). *Qué enseñar y por qué*. Paidós
- Saha, L., & Dworkin, G. (2009). *International Handbook of Research on Teachers and Teaching Part One* (L. Saha & G. Dworkin, eds.). Springer Science+Business Media, LLC.
- Salomon, G. (2001). *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires: Amorrut.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis.
- Sarason, S. (1990). The predictable failure of educational reform: Can we change course before it's too late? Jossey-Bass. Citado por Grossman, P. & Wineburg, S. (2000). *What makes teacher community different from a gathering of teachers?* Centre for the study of teaching and policy. University of Washington.

Saunders, W. Goldenberg, C. & Hamann, J. (1992). Instructional conversations beget instructional conversations. *Teaching and Teacher education*, N 8, p. 199-218.

Schifter, D. y Simón, M. (1992). Assessing teachers' development of a constructivist view of mathematics learning. *Teaching and teacher education*. 8, (pp. 187-197).

Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: how professionals think in action*. Basic Books.

Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un Nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Ediciones Paidós Ibérica.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1). Citado por Park, S. & Oliver, J. (2007). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research Science Education*. Springer

Shulman, L. S. (2002). Making differences: A table of learning. *Change*, Noviembre/Diciembre. En Forest, J. (2006). Teaching and learning in higher education. *International handbook of higher education*. (1). Springer

Sikes, P.J., Measor, L., & Woods, P. (1991). Berufslaufbahn und Identität im Lehrerberuf. [Professional career and identity in the teaching profession]. En E. Terhart (Ed.). *Unterrichten als Beruf*. Köln: Böhlau.

- Citado por Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher education*. 18. Elsevier science Ltd.
- Slavin (1992). Aprendizaje cooperativo. En Rogers y Kutnick (comps) *Psicología social de la escuela primaria*. Paidós.
- Smith y Neale, (1991). The construction of subject-matter knowledge in primary science teaching. En J. Brophy (comp.). *Advances in research on teaching, vol. 2, Teachers' knowledge of subject matter as it relates to their teaching practice*. JAI press, (pp. 187 – 243). Citado por Putnam, R. T. & Borko, H. (1997). Teacher learning: Implications of New Views of Cognition. En B. J. Biddle *et al.* (Eds), *International Handbook of Teachers and Teaching*. Kluwer Academic. p. 1223-1296
- Stock, J. (1969). *Development of the Chemical Balance*. Her Majesty's Stationery Office.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research*. Sage. Citado por Flick 2004. *Introducción a la investigación cualitativa*. Ediciones Morata, S.L.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4, 99–110
- Terhart, E. (1999). Developing a Professional Culture. En M. Lang, J. Olson, H. Hansen & W. Bünder (Eds). *Changing schools, /Changing practices: Perspectives on Educational Reform and Teacher Professionalism* (pp. 27-39). Garant Publishers.

Thomson, T. (1830). *The history of chemistry*. V. I. Colburn and Bentley.
<http://books.google.com>

Vanwynsberghe, R. & Khan, S. (2007). Redefining case study. *International Journal of Qualitative Methods*, 6(2), Article 6. Tomado de http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/6_2/vanwynsberghe.pdf

Vázquez, B., Jiménez, R. & Mellado, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1).

Veenman, M., Van Hout-Wolters, B. & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning* (1)1.

Vygotsky (1998). *Pensamiento y lenguaje*. Editorial Pueblo y Educación.

Wandersee, J.H. & Baudoin Griffard, P. (2002), The History of Chemistry: Potential and Actual Contributions to Chemical Education, En J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D.F. Treagust & J.H. Van driel (eds.). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Kluwer Academic Publishers.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning and identity*. Cambridge University Press. Citado por Carrillo J., Climent N., Contreras L. y Muñoz C., (2007). Un modelo cognitivo para interpretar el desarrollo profesional de los profesores de matemáticas. Ejemplificación en un entorno colaborativo. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 25(1), 33–44.

- Wertsch, J. (1993). *Voces de la mente*. Visor.
- Westheimer, J. (1998). *Among school teachers: Community, autonomy, and ideology in teachers' work*. Teachers College Press. Citado por Grossman, P. y Wineburg, S. (2000). *What makes teacher community different from a gathering of teachers?* Centre for the study of teaching and policy. University of Washington.
- White, R. (1994). The dimensions of Content. Chapter 18. En P. Fensham, R. Gunstone & R. White (Comp). *The content of Science*. Routledge
- White, R.T. (1996). The link between laboratory and learning. *Int. J. Sci. Educ.*, 18(7), pp. 761-774.
- Windschitl, M. (2004). Folk theories of "inquiry:" How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481–512. <https://doi.org/10.1002/tea.20010>
- Yair, G. (2008). Key educational experiences and self-discovery in higher education. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 24.
- Zayago, Z. (2003). *La Formación inicial de docentes y la práctica profesional. Un estudio de casos* [tesis de doctorado, Departament de Pedagogía Universitat Rovira i Virgili]. Repositorio: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8900/ZSCapituloIIDef.pdf?sequence=5>

ANEXO 1

TEST DE IDEAS PREVIAS

Nombre:

Código:

1. El agua que sale del grifo, en las mañanas está a una temperatura de unos 10° C. Se colocan cierta cantidad de agua en un vaso y se dejan en el laboratorio, en donde la temperatura ambiente es de 16° C. Representa gráficamente la variación de la temperatura experimentada por el agua en relación al tiempo.

Comentario: Como relacionan los estudiantes las variables t y T . Lineal?, no lineal?. Se pretende estudiar el comportamiento general de la relación mencionada. Evalúa T , calor sensible y calor específico.

2. La misma cantidad de agua de grifo (a 10° C), se calientan ahora con un mechero hasta alcanzar la temperatura ambiente de 16° C. ¿Qué diferencia se encontraría en relación a la situación del numeral 1?

Comentario: Se pretende mirar como es la relación de T y t en un fenómeno que no tiene transferencia de energía por medios mecánicos, frente a uno que si lo tiene (Preg 1). Evalúa T , calor sensible y calor específico

3. El enunciado que mejor explica la diferencia entre calor y temperatura es
 - a. las dos son energías, pero la primera es propia de la sustancia y la segunda indica la energía de un cuerpo
 - b. tanto la primera como la segunda son dos formas diferentes de energía que se pueden medir de manera independiente

- c. el primero es una energía que posee un cuerpo y el segundo un efecto del calor cuando el cuerpo está cerca de otro.
- d. el primero es una energía que pasa de un cuerpo a otro y la segunda mide la energía cinética media de las moléculas

Argumenta tu selección.

Comentario: Evalúa conceptos de T y calor mediante el análisis de la argumentación.

- 4. Una persona deja un platón con agua en la playa. Luego de varias horas, al tocar el agua del platón con una mano y al poner la otra mano sobre la arena, se siente que se quema la mano que está en contacto con la arena. Si la arena y el agua han estado expuestos al rayo del sol durante el mismo tiempo, explica el porque de esta diferencia.

Comentario: Teniendo en cuenta que se trabaja a T cte absorbiendo la misma energía solar el calor específico de cada sustancia es diferente. Y por tanto lo que se buscaría es que el estudiante analice que dependiendo de la naturaleza de sustancia el calor absorbido varía. El calor específico del agua es menor que el de la arena. Evalúa calor específico, naturaleza de la sustancia

- 5. Si pienso en dos bolitas de hierro idénticas, una que está sobre una estufa encendida y otra que está en la nevera, lo que se observa al sacarlas al mismo tiempo y colocarlas en un recipiente sobre una mesa, es que
 - a. contienen distinta cantidad de calor transferido
 - b. ambas tienen distinta temperatura
 - c. una esfera contiene calor y la otra no
 - d. contienen igual cantidad de calor transferido

Justifica tu respuesta

Comentario: La mejor explicación corresponde al Ítem A por que al colocarlas a la temperatura ambiente comienza a ocurrir el cambio de T debido a su flujo de Energía. Evalúa T y calor

6. Si coloco en una estufa encendida, dos recipientes con iguales cantidades de agua y de leche, respectivamente, podré observar que el tiempo necesario para elevar la temperatura en 1°C para 1 gramo de agua es mayor que el tiempo para que pase lo mismo con la leche. Esto quiere decir que, comparada con la leche, el agua acumula:
- igual cantidad de energía
 - más cantidad de energía
 - menos cantidad de energía

Comentario: El calor específico del agua es mucho mayor que el de la leche. Tardaría más tiempo el agua en absorber cierta cantidad de calor en comparación con la leche. Evalúa calor específico y naturaleza de la sustancia

7. Una persona menciona que a veces en un día lluvioso es necesario colocarse un abrigo con el fin de que no “le penetre el frío”. ¿Como le explicaría a esa persona lo que está sintiendo?

Comentario: Evalúa calor y temperatura mediante el tipo de argumentos que emplea.

Álvaro García Martínez

Es Licenciado en Química (UDFJC), Magister en Docencia de la Química (UPN), Magister en Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universidad Autónoma de Barcelona). Actualmente se desempeña como profesor del Doctorado Interinstitucional en Educación, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ha desarrollado investigaciones con recursos de financiamiento externo, entre ellas; Unión Europea (ALFA III, ERASMUS +), CONICYT (Chile), y MINCIENCIAS. Entre las líneas que dirige está la de Desarrollo Profesional de Docentes de Ciencias Naturales. Pertenece a los grupos de Investigación GREECE y DIDAQUIM, categoría A en MINCIENCIAS.

Este libro se terminó de
imprimir en los talleres
de Imageprinting Ltda. En
Bogotá, D. C. Colombia,
en el mes de agosto de
2021.

El libro *Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente* es un nuevo e interesante aporte del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Su autor, el Dr. Álvaro García Martínez, nos regala, desde su práctica como investigador destacado y de vasta trayectoria en nuestra región, un producto científico notable que resume, de manera magistral, años de investigación en enseñanza de las ciencias y formación del profesorado.

Organizado en tres grandes capítulos o secciones, su autor entrega interesante y valiosa evidencia empírica, en la que sistematiza y profundiza una relevante y actualizada revisión bibliográfica en el área, así como también los hallazgos de sus investigaciones debidamente fundamentadas tanto a nivel epistemológico como metodológico, acerca de la formación inicial y continua del profesorado de ciencias, introduciéndonos en la idea de Comunidades de Desarrollo Profesional Docente (CODEP). Al respecto, resulta valioso cómo se articula en el libro y la contundente experiencia de su autor, con su propuesta teórico-práctica para proponernos, con originalidad y creatividad, desde su ecosistema de químico, lo que constituye un modelo de formación y desarrollo del pensamiento y el conocimiento de las ciencias en la enseñanza y la profesión docente.

Como lo sostiene de manera persistente nuestra Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias (REDLAD), la ardua tarea de mejorar la educación científica en nuestra región, desde una perspectiva participativa, no puede llevarse a cabo sin la presencia del profesorado como verdadero protagonista y autor del cambio educativo en su formación profesional, tanto como en su ejercicio de aula, lo que el libro deja establecido como testimonio y convicciones irreducibles de su autor.

El libro es un aporte valioso, necesario y urgente, a la docencia y a la investigación avanzada en didáctica de las ciencias experimentales, puesto que considera marcos teóricos recientes, experiencias de aula, producción de materiales y estrategias de intervención, robustamente sustentadas en la investigación y la permanente cooperación científica internacional. Sin duda, es un producto genuino, de gran inspiración para profesorado en formación, profesorado en ejercicio e investigadores/as que encontrarán en sus páginas ideas auténticas que seducen por su rigor científico y el testimonio elocuente de su autor.

Mario Quintanilla-Gatica
Universidad Católica de Chile

