

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/260798709>

Metacognición y Didáctica de las Ciencias: integración de procesos de enseñanza, procesos metateóricos y competencias

Book · June 2012

CITATION

1

READS

738

1 author:



[Julio César Tovar-Gálvez](#)

Martin Luther University Halle-Wittenberg

73 PUBLICATIONS 388 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Study of the acculturation in the integration courses for immigrants in germany using the cultural bridge approach [View project](#)



Consolidation of the Complex Environmental Formation Theory (CEFT) [View project](#)

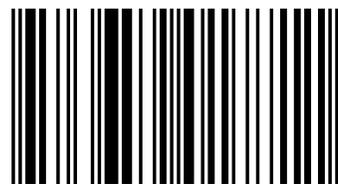
Metacognición y Didáctica de las Ciencias

El libro integra los trabajos realizados por el autor en las áreas de investigación sobre procesos metacognitivos y sobre didáctica de las ciencias. Los tres primeros capítulos son dedicados a la construcción de los conceptos centrales, por lo que: en el capítulo 1, se aborda la didáctica, el aprendizaje, la evaluación, la epistemología de las ciencias y la multidimensionalidad de los saberes; en el capítulo 2, se trabaja sobre el concepto metacognición y su relación con la autonomía; para lograr la esperada articulación, en el capítulo 3. Los dos capítulos que continúan, se tratan nuevos referentes. En el capítulo 4 se desarrolla el concepto procesos metateóricos, cómo se hacen transversales en lo didáctico y cómo promueven lo metacognitivo. En el capítulo 5 se trabaja en el concepto competencia, el cual integra elementos de la multidimensionalidad de los saberes, los procesos metacognitivos y los metateóricos, así como la contextualización del conocimiento. Para cerrar, en el capítulo 6 se identifica el trabajo a través de proyectos como una forma de conseguir la formación por competencias. Finalmente son presentados unos casos que llevan a la práctica todo lo propuesto.



Julio César Tovar-Gálvez

Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia) y Diploma en Educación y Complejidad de la Multiversidad Edgar Morin (México). En la actualidad es Docente-Investigador de la Universidad Antonio Nariño (Colombia). Sus áreas de trabajo son: procesos metacognitivos, didáctica de las ciencias y formación docente.



978-3-659-01771-1

editorial académica española

Metacognición y Didáctica de la Ciencia



Julio César Tovar-Gálvez

Metacognición y Didáctica de las Ciencias

integración de procesos de enseñanza, procesos de aprendizaje, procesos metateóricos y competencias

Tovar-Gálvez

Julio César Tovar-Gálvez

Metacognición y Didáctica de las Ciencias

Julio César Tovar-Gálvez

Metacognición y Didáctica de las Ciencias

**integración de procesos de enseñanza, procesos
de aprendizaje, procesos metateóricos y
competencias**

Editorial Académica Española

Impresión

Información bibliográfica publicada por Deutsche Nationalbibliothek: La Deutsche Nationalbibliothek enumera esa publicación en Deutsche Nationalbibliografie; datos bibliográficos detallados están disponibles en internet en <http://dnb.d-nb.de>.

Los demás nombres de marcas y nombres de productos mencionados en este libro están sujetos a la marca registrada o la protección de patentes y son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivos propietarios. El uso de nombres de marcas, nombre de producto, nombres comunes, nombre comerciales, descripciones de productos, etc. incluso sin una marca particular en estas publicaciones, de ninguna manera debe interpretarse en el sentido de que estos nombres pueden ser considerados ilimitados en materias de marcas y legislación de protección de marcas y, por lo tanto, ser utilizadas por cualquier persona.

Imagen de portada: www.ingimage.com

Editor: Editorial Académica Española es una marca de
LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Alemania
Teléfono +49 681 3720-310, Fax +49 681 3720-3109
Correo Electronico: info@eae-publishing.com

Publicado en Alemania

Schaltungsdienst Lange o.H.G., Berlin, Books on Demand GmbH, Norderstedt,
Reha GmbH, Saarbrücken, Amazon Distribution GmbH, Leipzig
ISBN: 978-3-659-01771-1

Imprint (only for USA, GB)

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek: The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this works is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher: Editorial Académica Española is an imprint of the publishing house
LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany
Phone +49 681 3720-310, Fax +49 681 3720-3109
Email: info@eae-publishing.com

Printed in the U.S.A.

Printed in the U.K. by (see last page)

ISBN: 978-3-659-01771-1

Copyright © 2012 by the author and LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG and licensors

All rights reserved. Saarbrücken 2012

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
1. ACTUALIDAD DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y LA NECESIDAD DE LOS PROCESOS METACOGNITIVOS.....	11
1.1. HACIA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.....	11
- Didáctica.....	11
- Aprendizaje.....	12
- Evaluación.....	12
- Epistemología de las Ciencias.....	13
- Multidimensionalidad en la didáctica de las ciencias:.....	14
• Dimensión Conceptual.....	15
• Dimensión Administrativa-Metodológica.....	16
• Dimensión Actitudinal o Valorativa.....	17
• Dimensión Comunicativa.....	19
• Dimensión Histórico-Epistemológica.....	21
1.2. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.....	23
- Naturaleza del conocimiento didáctico.....	24
- Finalidad del conocimiento didáctico.....	25
- Estructura del conocimiento didáctico.....	25
- Dinámica del conocimiento didáctico.....	26
1.3. PROCESOS METACOGNITIVOS EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.....	26
2. METACOGNICIÓN Y PROCESOS DE APRENDIZAJE.....	33
2.1 PROCESOS METACOGNITIVOS.....	33
- Dimensiones Metacognitivas.....	33
- Funcionamiento Cognitivo y Funcionamiento Metacognitivo.....	34
- Indicadores de Funcionamiento Metacognitivo y Niveles de Desempeño.....	35

2.2 RELACIÓN ENTRE METACOGNICIÓN Y AUTONOMÍA.....	40
2.3. METACOGNICIÓN Y LA INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.....	41
3. PROCESOS METACOGNITIVOS Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.	45
3.1. MODELO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	46
3.2. APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN DIRIGIDA.....	47
3.3. ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE.....	49
3.4. PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS DE INTEGRACIÓN ENTRE DIDÁCTICA Y METACOGNICIÓN.....	50
4. METACOGNICIÓN, DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y PROCESOS METATEÓRICOS.....	55
4.1. MAPAS CONCEPTUALES.....	56
4.2. DIAGRAMAS V.....	60
4.3. REPORTES METACOGNITIVOS.....	62
4.4. PORTAFOLIO.....	65
4.5. EVALUACIÓN GLOBAL.....	67
5. CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO COMPETENCIA EN EL MARCO DE UNA POSTURA CONSTRUCTIVISTA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y DE LA METACOGNICIÓN.....	70
5.1. LA MULTIDIMENSIONALIDAD DEL SABER Y LA COMPETENCIA.	70
5.2. METACOGNICIÓN Y COMPETENCIAS.....	71
5.3. COMPETENCIA COMPLEJA.....	72
6. DISEÑO DE PROYECTOS DE AULA: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, COMPETENCIAS Y PROCESOS METACOGNITIVOS.....	74
6.1. ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO.....	74
6.2. EXPERIENCIAS Y APROXIMACIONES AL TRABAJO POR PROYECTOS.....	77
- Caso 1. Tovar-Gálvez (2008 a).....	77

- Caso 2. Tovar-Gálvez (2009 c).....	80
- Caso 3. Tovar-Gálvez y Cárdenas (2012).....	85
REFERENCIAS.....	89

PRÓLOGO

Este libro surge de la entrega y compromiso con la educación en Colombia que el autor ha interiorizado como su tarea personal y que permanentemente le lleva a cuestionar y cuestionarse sobre las responsabilidades de la escuela en la construcción de país.

Destaca la importancia de la investigación en su diaria labor docente tanto en la educación básica como en la educación superior, éste es el resultado de su recorrido, reflexión y cuestionamiento frente a algunas posturas sobre la investigación y formas de acercamiento a la didáctica de las ciencias.

Es el resultado de una práctica reflexiva frente a teorías, conceptos, modelos y principalmente a un concienzudo trabajo en la interrogación del contexto. Su interés en las diversas realidades educativas y sus implicaciones, ha trazado un camino que le conduce a la investigación educativa; aquella que se instaura en el aula y que posibilita intervenciones acordes con las problemáticas.

Los estudiosos de la didáctica de las ciencias en sus inicios centraron su interés por el recorrido historiográfico, luego aparecen las preocupaciones epistemológicas, para más adelante apostarle a la mirada evolucionista. Cerrando este ciclo aparecen las didácticas de las ciencias experimentales en las que se delimitan campos de conocimiento y se propone como ciencia encargada de pensar la enseñanza de las ciencias. La propuesta del autor está centrada en la enseñanza de las ciencias como campo de investigación.

Es en este campo, en el que se sitúa la propuesta del autor; su interés es demostrar cómo a través de la relación de la metacognición con la didáctica de las ciencias, se puede llegar a la articulación que permite avanzar en la

comprensión de la disciplina. El aula es el laboratorio en el que se centra el trabajo del autor, es en la interacción de la metacognición y la didáctica desde donde construye y re-significa la enseñanza de la didáctica de las ciencias.

Así mismo, se hace manifiesta su preocupación por la metacognición como posibilidad reflexiva que permite al estudiante, la reflexión, la administración y evaluación sobre sus formas de acercamiento al conocimiento, lleva implícita una construcción de sujeto, responsable y cuestionado, en permanente construcción, dispuesto a dar de sí mismo y a comprometerse desde los diferentes ámbitos: ético, cognitivo, social, político entre otros.

El autor como docente mediador, plantea la posibilidad de llevar a la sociedad sujetos que finalmente, frente a sus compromisos académicos y laborales, orienten sus propuestas a la investigación contextualizada, en la que se promueve la identificación y diseño de respuestas específicas, ajustadas a los diferentes objetivos, sujetos, contextos y momentos. Este en últimas es el profesional al cual le apuesta el autor.

Nhora Cárdenas Puyo
Directora del Grupo de Investigación Educación en la Complejidad
Universidad Pedagógica Nacional

INTRODUCCIÓN

El presente libro nace como una posibilidad de integrar los trabajos realizados por el autor en las áreas de investigación sobre procesos metacognitivos y sobre didáctica de las ciencias, con un especial énfasis en experiencias dadas en la educación superior, sin dejar de lado los reportes de algunos casos en la educación secundaria. Así, el principal objetivo es lograr la articulación de los procesos metacognitivos con los procesos didácticos de las ciencias fundamentados en posturas constructivistas del conocimiento científico y posturas complejas generales de la educación.

La didáctica de las ciencias ha tenido una historia que parte de la enseñanza de aspectos de las ciencias desde el sentido común, pasando por un modelo tradicionalista estructurado desde visiones positivistas, luego estableciéndose cada vez más como una disciplina fuertemente soportada por el constructivismo y dirigiéndose ahora hacia una fundamentación en el campo complejo a través de enfoques como el estudio de relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, la multidimensionalidad de los saberes y aprendizajes, así como en la contextualización de los saberes y la formación por competencias a través del trabajo por proyectos.

Así mismo, la didáctica de las ciencias se ha apartado de la simple enseñanza de conceptos o “cosas” sobre la ciencia, adentrándose en dinámicas que cada vez más acercan a los estudiantes hacia modelos de construcción del conocimiento científico con toda su complejidad, no sólo como modelo teórico, sino como construcción en momentos históricos particulares; aspecto que aporta de manera relevante a transformar las formas de comprender la naturaleza, estructura, finalidad y dinámica de las ciencias que tienen los estudiantes. Esto quiere decir, que las actuales propuestas para enfocar la enseñanza de las ciencias, tienen un fuerte

componente meta-teórico, puesto que aportan a que los sujetos cambien sus visiones de ciencia o los modelos epistémicos que han construido de manera consciente o no de ésta.

Por otro lado, el contexto mundial que se vive actualmente, en el que la información crece de manera exponencial, en que se asigna socialmente gran valor al conocimiento, en que crecen las redes (sujetos, instituciones, ordenadores, industrias, etc.), en el que se dan permanente procesos de migración y se reconoce la diversidad cultural, exige formación de ciudadanos y profesionales que tengan la posibilidad de aprender y construir, más que de acumular conocimientos como se hacía en la educación tradicional en la que primaba la memorización. Esto llama cada vez más la atención de los llamados procesos metacognitivos que se traducen en la posibilidad que tiene el sujeto de reconocer y dirigir sus procesos de aprendizaje, frente a los contextos particulares que le rodean y que constituyen su vivir y su campo de acción profesional.

Capítulo 1: aquí se hace una conceptualización general que permite identificar la postura que se asume en torno a la didáctica, el aprendizaje, la evaluación, la epistemología de las ciencias y la multidimensionalidad en la didáctica de las ciencias; para de esta manera pasar a plantear una propuesta epistemológica de la didáctica de las ciencias. Finalmente se presenta una generalidad respecto a la relación entre la metacognición y la didáctica de las ciencias como se ha concebido en este capítulo.

Capítulo 2: busca hacer una propuesta amplia respecto a la metacognición, estableciendo varios elementos teóricos y a partir de ello lineamientos metodológicos. Así mismo, una sección se ocupa de establecer relación entre los procesos metacognitivos y la autonomía, en tanto promoción del auto-reconocimiento, auto-gestión y auto-evaluación. Cerrando este espacio,

se plantea cómo los procesos metacognitivos logran integrar la perspectiva psicológica-cognitiva centrada en el aprendizaje y la perspectiva didáctica centrada en la enseñanza.

Capítulo 3: éste se establece como central en la argumentación de la articulación de la metacognición y la didáctica de las ciencias, a través de un análisis de los principales modelos y enfoques didácticos emergentes del constructivismo. Desde tal reflexión se concluye con la propuesta de alternativas metodológicas para lograr la articulación esperada.

Capítulo 4: tiene como objetivo conceptualizar los procesos metateóricos, su importancia y la forma en que se conjugan con los procesos metacognitivos en la didáctica de las ciencias con fundamento constructivista y complejo. Dicha primera sección da paso a revisar instrumentos y procesos como los mapas conceptuales, diagramas V, reportes metacognitivos, portafolio y evaluación global, que son característicos de la didáctica de las ciencias, haciendo evidente sus aportes a lo metacognitivo y lo metateórico.

Capítulo 5: el desarrollo del argumento en los anteriores capítulos conduce a revisar el concepto competencia, el cual, desde una visión compleja integra elementos de la multidimensionalidad de los saberes y aprendizajes, los procesos metacognitivos y metateóricos, así como la contextualización del conocimiento; siendo una propuesta central para la didáctica de las ciencias y coherente con los modelos didácticos descritos en el capítulo 3.

Capítulo 6: teniendo en cuenta la construcción del concepto competencia desde lo complejo y como enfoque propiciador de todos los elementos desarrollados en el libro, se identifica el trabajo por proyectos como una forma de conseguir la formación por competencias. Así, en este capítulo se hace una breve descripción de una posible forma de estructurar un proyecto;

para finalmente presentar unos casos que evidencian formas de orientar la didáctica de las ciencias desde el trabajo por proyectos, mostrándose así como se lleva a la práctica todo lo propuesto en los capítulos anteriores.

1. ACTUALIDAD DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y LA NECESIDAD DE LOS PROCESOS METACOGNITIVOS

1.1. HACIA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Para varios investigadores y académicos (Cachapuz, Praia, Gil-Pérez, Carrascosa y Martínez 2001; Adúriz e Izquierdo, 2002; Gallego-Badillo, 2004; Tovar-Gálvez, 2008 b y 2009 a), en la actualidad, la Didáctica de las Ciencias es reconocida como una disciplina que se viene consolidando. Así, es posible proponer la estructura de la didáctica en términos de su objeto de estudio, sus núcleos problema, algunas propuestas teóricas y metodológicas propias, sus relaciones con otras disciplinas, su dinámica y hacer referencia concreta de la comunidad de especialistas que la soportan. Ahora, para llegar a detallar sobre estas características de la Didáctica de las Ciencias, en este capítulo se inicia estableciendo un amplio panorama que va de lo general a lo específico y complejo que implica pensar más allá de la simple enseñanza de conceptos y teorías científicas. En función de ello es posible establecer algunas reflexiones:

- Didáctica:

Hace referencia a los procesos de reflexión, a las experiencias y a la investigación, centrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación de conocimientos específicos, en contextos educativos particulares. Esta comprensión de la didáctica hace referencia a: a) la enseñanza no es un proceso orientado desde el sentido común, ni en el ensayo y error de métodos o técnicas, ni centrado exclusivamente en el docente, b) la enseñanza necesariamente tiene que estar dirigida, entre varios aspectos, desde una comprensión del aprendizaje y de los sujetos que aprenden, c) la evaluación hace parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, es un medio

para, no una finalidad, y por ende debe responder a esas formas de comprender la enseñanza y el aprendizaje, d) las didácticas de las disciplinas también son orientadas desde posturas filosóficas y epistémicas particulares de cada disciplina, ante lo cual también debe responder la evaluación, e) el proceso didáctico debe responder a las particularidades de los contextos educativos y sus actores.

- Aprendizaje:

En educación son ampliamente reconocidos y argumentados los aportes de las teorías constructivistas para entender el aprendizaje y así dirigir la enseñanza y la evaluación. En este amplio panorama planteado principalmente por autores como Piaget, Vygotsky y Ausubel, se asume el aprendizaje como un proceso de construcción de estructuras por parte de los sujetos, las cuales necesitan de referentes o esquemas previo, las cuales se dan en procesos de intercambio con otros sujetos, a través de ciclos o etapas que representan ciertas capacidad o posibilidad de lograr ciertos aprendizajes, y se logra por voluntad de los sujetos y por medio de la disposición de recursos, espacios, roles, tiempo y otros que posibilitan el proceso.

- Evaluación:

Es posible asumir la evaluación como: a) proceso que se da permanentemente en la acción educativa, b) como sistema por cuanto se constituye como relaciones entre actores, dimensiones del aprendizaje y momentos del proceso educativo, c) como modelo, en tanto sus resultados dan cuenta de la realidad educativa y de los aprendizajes, d) como medio, pues se puede entender como el vehículo a través del cual se orientan los aprendizajes y la enseñanza, así como la escuela en general, y e) como

instrumento, en la medida en que se puede hacer operativa a través de ciertos formatos, pruebas, entrevistas, encuestas, matrices, etc. La evaluación promueve la reflexión, la revisión, la valoración, la transformación, regulación, reformulación, reconocimiento, la crítica y la investigación sobre los aprendizajes, las acciones, las habilidades, los valores, los procesos, los actores, los roles, la escuela, las políticas, los modelos pedagógicos y didácticos, así como sobre la misma evaluación.

- Epistemología de las Ciencias:

Hacer referencia a la epistemología de las ciencias significa hacer una revisión en torno a las versiones existentes sobre el conocimiento científico, en cuanto a su naturaleza, su finalidad, su estructura y dinámica de producción. En general se pueden reconocer dos grandes paradigmas, el positivista-empirista y el Constructivista; siendo el último de especial interés para la educación en general y la didáctica de las ciencias en particular.

Dentro del paradigma constructivista, varios teóricos (Kuhn, 1972; Lakatos, 1983; Newton-Smith, 1987; Gallego-Badillo y Pérez Miranda, 1997) proponen dinámicas en donde el conocimiento científico se reconoce como una construcción de las comunidades de especialistas y que se relaciona de manera compleja con la sociedad, el ambiente, el desarrollo tecnológico, la industria y otros campos del conocimiento, en momentos históricos. Así mismo se reconoce la relatividad del conocimiento científico, y dentro de su estructura se identifican marcos teóricos y metodológicos específicos, que han sido construidos y propuestos a través del proceso investigativo y validados por las mismas comunidades.

Las investigaciones de Vázquez, Acevedo, Manassero, y Acevedo (2005), logran establecer algunos consensos sobre la naturaleza de la ciencia: a) en

términos epistemológicos: se reconoce su naturaleza hipotético-deductiva, así como la relatividad y lo provisional del conocimiento y las dinámicas, b) existen relaciones multi-direccionales y complejas entre ciencia, tecnología y sociedad, en contextos históricos, C) existe una sociología interna de la ciencia, la cual explica aspectos de subjetividad, motivaciones y demás relaciones entre los especialistas.

En este sentido, se asume la ciencia como una construcción social, que es dependiente del contexto social y ambiental histórico (en tanto aspectos internos y aspectos externos) y con estructuras y dinámicas relativas (Kuhn, 1972). Y en cuanto a estructura, se puede definir que las ciencias naturales poseen diversas dimensiones: conceptual, metodológica, actitudinal, comunicativa e histórico-epistemológica (Tovar-Gálvez, 2008 b), su avance se da a través del proceso investigativo y es contextual.

- Multidimensionalidad en la didáctica de las ciencias:

Ya se ha abordado el aprendizaje desde la perspectiva general de las teorías del aprendizaje; sin embargo, también se anunció la necesidad de reconocer la especificidad de los modelos epistémicos de las disciplinas, por lo que amerita hacer una reflexión del proceso didáctico de enseñanza-aprendizaje-evaluación desde las ciencias, desde una postura sobre la estructura del conocimiento científico. Este sentido, para Tovar-Gálvez (2008 b), la versión constructivista del conocimiento científico permite inferir que en la estructura de la ciencia confluyen conocimientos conceptuales o teóricos, conocimientos procedimentales o metodológicos, conocimientos valorativos o éticos, conocimientos comunicativos y conocimientos históricos-epistemológicos; postura que lleva a una reflexión multidimensional de la didáctica de las ciencias:

- Dimensión Conceptual:

Esta dimensión del conocimiento científico corresponde al amplio espectro de conceptos, símbolos, códigos, principios, leyes, teorías y lenguaje propios de la disciplina, además de los emergentes de las relaciones disciplinares.

Este componente del conocimiento es el que quizás más se ha trabajado más en términos didácticos, desde la tradición de la exposición magistral teórica y la recepción-memorización-repetición por parte del estudiante, hasta su consideración desde perspectivas más amplias, como por ejemplo la Teoría de la Asimilación de Ausubel, sobre la cual se puede decir que interpreta el aprendizaje desde los principios constructivistas. Esta última teoría enunciada, explica que el Aprendizaje Significativo se da cuando el nuevo conocimiento se ancla a las estructuras conceptuales preexistentes en el sujeto, ya sea de manera subordinada, supraordinada o combinatoria; por lo que conviene, para todo proceso didáctico, empezar por evaluar las estructuras previas del sujeto, de tal manera que se formulen estrategias de enseñanza coherentes con las condiciones y necesidades del estudiante.

La consideración de esta dimensión también ha estado orientada desde diversas posturas epistemológicas, por lo que para el positivismo, se puede decir, se definen falencias y errores conceptuales a aquellas ideas con las que llega el estudiante al aula y que no corresponden al conocimiento científico. Para el constructivismo, dichas Ideas son consideradas como concepciones alternativas; sustentado ello en la aceptación de la relatividad del conocimiento y en la transposición didáctica (Chevallard, 1985) ante los cuales, el conocimiento del estudiante puede ser una versión distante, alternativa y hasta distorsionada del conocimiento científico propiamente dicho. Los más recientes avances consideran la categoría de modelo (que entre tanto abarca la dimensión conceptual), de tal manera que definen

modelos científicos, modelos didácticos (del docente) y modelos cognitivos (del estudiante), evidenciando distancia entre el científico y los otros dos, construyéndose el concepto Modelos Alternativos, para el caso de los conocimientos previos y cotidianos de docentes y estudiantes (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; Oliva, Aragón, Bonat y Mateo, 2003; Adúriz-Bravo, Garófalo, Greco y Galagovsky, 2005; Zamorano, Gibbs, Moro y Viau, 2006).

- Dimensión Administrativa-Metodológica:

Las lecturas del conocimiento científico tradicionalmente han mostrado la dimensión práctica de la producción del conocimiento, que va desde lo empírico del ensayo y erro, hasta la investigación hipotético-deductiva; esto implica la posibilidad de administrar los procesos de producción, la posibilidad de ser proficiente en los aspectos metodológicos de las disciplinas. Reflexionar y/o investigar sobre esta dimensión es centrarse en el tema de la o las formas de producir conocimiento, la forma en que las personas o comunidades hacen ciencia, e incluso a los procesos mentales y sociales que intervienen en esa producción.

Asumir que la ciencia no solo se limita a lo teórico, sino que además implica aspectos fácticos y procedimientos, cuestiona las tradicionales concepciones respecto a la enseñanza y evaluación de las ciencias; pues además de lo conceptual, se debe propender por la enseñar y evaluar aspectos como: diseño experimental, implementación de procedimientos, conocimiento de algoritmos, planeación de estrategias, organización y administración de recursos y personal, ejecución de planes, prácticas de laboratorio y formas de abordar situaciones problema. Esta concepción plantea una transformación de los roles, instrumentos, mecanismos y sistemas de enseñanza y evaluación; por lo que en consecuencia los currículos y las

intervenciones didácticas conllevan a posibilitar espacios para que los estudiantes se aproximen más a la dinámica de la construcción del conocimiento científico.

Así mismo, el trabajo en torno a esta dimensión abarca el trabajo sobre las posibilidades que docentes y estudiantes tienen frente a los aspectos administrativos y metodológicos de la ciencia; es decir, abarca lo relacionado con el reconocimiento de las habilidades, conocimientos y procesos que los estudiantes poseen, para así encaminarse en la producción de conocimientos. De esta manera, el docente no desliga la administración y la metodología científica de los aspectos cognitivos de sus estudiantes; en conclusión, para adentrarse en “el hacer de la ciencia”, es necesario evaluar y promover el desarrollo de los recursos cognitivos necesarios para ello.

Finalmente, ya no solo se enseñan y evalúan aspectos prácticos propios de las ciencias (como ejercicios de lápiz y papel o laboratorios), sino también aspectos más generales y transferibles a otros escenarios (como planeación y ejecución de estrategias). Esta dimensión aporta a cumplir con los principios que ya anunciaba la epistemología constructivista que concibe procesos centrados en los estudiantes, entendiendo que un docente que evalúa y enseña a administrar recursos, elementos, instrumentos, procesos (incluso los mismos de enseñanza-evaluación-aprendizaje) y demás, está brindando a sus estudiantes la posibilidad de participar activamente en su formación, de tomar decisiones y de construir paulatinamente su autonomía.

- Dimensión Actitudinal o Valorativa

Profundizando en la construcción en un modelo de ciencia cada vez más complejo, emerge el reconocimiento de los aspectos valorativos y éticos ligados a la producción del conocimiento científico. De esta manera se hace

cada vez más evidente la necesidad de cuestionar, discutir y regular los alcances, intenciones, procedimientos, experimentación, aplicaciones, derivados, consecuencias e impactos de la actividad científica en contextos sociales y ecológicos históricos. Con eso se hace evidente que la ciencia no es ciencia por sí sola, que el conocimiento científico no es desinteresado y que, por lo contrario, existen posturas e intereses que le atraviesan y que hacen que sea un objeto de reflexión profunda por todos los actores sociales.

Ahora bien, las actitudes se pueden entender como la reflexión, cuestionamiento, opinión, posición o juicio y acciones específicas hacia la producción y aplicación del conocimiento científico en los contextos sociales y ecológicos históricos y actuales. Ello mismo está influido por la concepción que sobre la ciencia se tiene: en cuanto a sus objetivos o intenciones, en cuanto a sus relaciones con aspectos como el poder, la política y la economía, en cuanto a sus dinámicas, etc., pues una postura simplista o reduccionista no permite una lectura contextual del conocimiento científico y finalmente significa una posibilidad de cuestionamiento simple y limitada.

Aspectos culturales, sociales y afectivos significan una forma de percibir y asumir la ciencia por parte de los ciudadanos (desde el sistema educativo, lo profesional o en su vida cotidiana). Esta percepción y forma de asumir se refleja en la posibilidad de involucrarse con el conocimiento y práctica científica, la forma de enseñarla y difundirla, en la forma de recibirla, asimilarla o entenderla como una de las posibles formas de entender la realidad. Desde estos supuestos es posible reflexionar sobre los alcances que pueden llegar a tener tanto el currículo como la didáctica de las ciencias; es decir, es posible pensar y discutir sobre un componente o dimensión que contemple aspectos como actitudes y valores.

La investigación en torno a esta dimensión ha abarcado aspectos motivacionales de los estudiantes frente a las clases de ciencias naturales. Ante esto, las propuestas buscan involucrar que los modelos didácticos y evaluativos vinculen la reflexión sobre el conocimiento (producción, dinámica) y sus implicaciones (impactos positivos y negativos); exigiendo evidenciar la aplicación del conocimiento científico en lo cotidiano y entendiendo la ciencia como uno de los varios marcos de referencia relativos a través de los cuales interpretar e intervenir en el mundo.

De otro lado, se ha considerado la forma de involucrar de manera implícita la educación en valores a los currículos en general (Manassero y Vázquez, 2001). Incluir las actitudes y valores requiere cambiar la forma de concebir la educación, en tanto no es relevante el conocimiento de las tipologías de valores, sino más bien la comprensión del para qué y la vivencia de los mismos. Sumado a esto, se hace necesario conseguir la especificidad en cuanto al cuerpo de conocimientos disciplinar a enseñar; es decir que se hace necesario pensar en las actitudes y valores asociados a los procesos científicos que se asumirán en el sistema educativo.

- Dimensión Comunicativa

La estructura específica de las disciplinas exige un manejo preciso del lenguaje como proceso, en tanto símbolos, códigos, representaciones, taxonomías, convenciones, procedimientos, intenciones, significados, criterios de científicidad y sus actores; y así mismo, la investigación como forma en que avanza o se amplía el conocimiento científico, da relevancia a los procesos sociales dados entre los miembros de las comunidades científicas para la producción del saber en sus disciplinas. Entonces es determinante la interacción, la inter-subjetividad, los acuerdos y el trabajo conjunto de los y las científicas; con lo que se redimensionan los procesos

comunicativos, más allá del simple código, es decir, las intenciones, los intereses y los actores.

De esta manera se establece que las disciplinas y las comunidades tienen códigos, lenguajes, medios de comunicación especializados y eventos académicos, a través de los cuales se comunican, presentan sus aportes y los ponen a consideración de los pares; teniendo como reguladores los criterios de demarcación sobre qué es y no es lo científico, sobre qué se publica y no se publica, qué se valida o no, sobre lo que es o no de interés, y sobre las formas de comunicar el conocimiento científico. Es la misma comunidad la que estandariza el lenguaje y las formas y criterios para la evaluación y validación de los avances y propuestas; y así mismo, la comunidad se encarga de la actualización de las mismas formas y criterios para valorar la producción.

Esta perspectiva posibilita ampliar las concepciones y acciones de los docentes y estudiantes, por cuanto se concibe la ciencia y su desarrollo desde una comunidad que interactúa en contextos históricos, con unas formas de comunicar especializadas. Es decir que en la búsqueda de conseguir una didáctica de las ciencias acorde con posturas constructivistas del conocimiento científico, es de esperar que los docentes y estudiantes conformen redes de cooperación, producción y comunicación que se aproximen a las de las comunidades de especialistas.

En consecuencia, para la didáctica de las ciencias es urgente considerar la importancia de enseñar y evaluar los lenguajes especializados, las formas y medios de comunicación científicos, los flujos de información, la consecución, acceso y calidad de las fuentes, la forma de procesar la información (que además hace parte de la dimensión metodológica); así como la construcción y presentación de informes, artículos, la puesta a

consideración pública de resultados y la discusión entre pares y comunidades.

- Dimensión Histórico-Epistemológica

Para adentrarse en la comprensión de esta dimensión del conocimiento científico y por ende, en sus implicaciones en la para una elaboración de de la enseñanza-aprendizaje-evaluación de las ciencias, es necesario entender que las metaciencias como la epistemología y la historia se ocupan de estudiar la ciencia (son ciencias que estudian al ciencia); es decir se preguntan por qué es, cómo es y para qué es el conocimiento científico, en contextos históricos específicos; todo ello representado en modelos que incluso se han transformado a través de la misma historia.

Entonces se asume que una posición histórico-epistemológica de la ciencia es un referente teórico-práctico-valorativo que describe, explica y representa la naturaleza del conocimiento, así como los fines, estructura, dinámicas y producción al interior de una disciplina, inmersa ésta misma en las condiciones del momento histórico vivido, en términos de los contextos ambientales, sociales, tecnológicos, económicos, políticos y de las comunidades. De esta manera, las comunidades de especialistas y las personas tienen, definidas o no, implícitas o explícitas, unas formas de concebir, entender, desarrollar y de dar cuenta sobre la forma en que se construye, avanza, dirige, transforma, aplica y se consiguen las metas en las disciplinas o campos de conocimiento con que se vinculan.

Construir el referente constructivista de esta dimensión conlleva a reconocer la importancia de los planteamientos de la epistemología de Kuhn (1972), en tanto no se centra en la tradición de explicar la naturaleza y dinámica interna de las teorías científicas, sino que da cuenta de los contextos sociales e

históricos de la producción del conocimiento científico. Es así como los estudios del autor describen la sociología de las ciencias, introduciendo el concepto de comunidades de especialistas y reconociendo aún más la relatividad del conocimiento científico, en términos de su carácter histórico. Así se llega a hacer interpretaciones respecto al establecimiento de nuevos paradigmas, frente al mismo acoplamiento entre teoría y hechos durante la ciencia normal, y a la depuración, refinamiento y alcance de la precisión de instrumentos que emergen del mismo paradigma.

Desde este referente se concibe que los estudiantes llegan al aula con unos imaginativos, o con unas formas de concebir, entender, desarrollar y de dar cuenta de la ciencia, (por incipientes, sencillas, distorsionadas o ingenuas que sean) producto de su entorno y cultura. Así mismo, los docentes poseen unos referentes teórico-prácticos-valorativos que sustentan sus visiones de ciencia, la enseñanza, la evaluación y el aprendizaje. Dicho encuentro explica la posibilidad de que las epistemologías de los estudiantes pueden ser influidas por las epistemologías del docente (Morentin y Guisasola, 2005); por lo que es crucial evaluar dichas versiones que sobre la ciencia se tienen y someterlas a reflexión y sobre todo a procesos que logren sus transformaciones, pues en términos de Fernández, Gil, Carrascosa y Cachapuz, (2002) es uno de los principales obstáculos para el aprendizaje y la renovación en la enseñanza de las ciencias naturales.

Sin embargo, aportar a las transformaciones histórico-epistemológicas de los estudiantes no puede ser entendido como dar cursos de historia y epistemología a los estudiantes, sino que se debe investigar en torno a la enseñanza de las ciencias a través de modelos didácticos que se sustenten en los principios de la postura epistemológica asumida como la adecuada; así, es de esperarse que si se quiere lograr que la postura histórico-epistemológica de los estudiantes sea la constructivista, pues lo más

adecuado es que el docente oriente la enseñanza y la evaluación desde principios constructivistas que permitan que el estudiante por ejemplo: a) asuma la relatividad del conocimiento, b) identifique situaciones problema de los contextos, c) en pequeñas comunidades formulen y desarrollen estrategias de acción para la construcción de conocimiento en torno al problema, d) que identifiquen los impactos del desarrollo de dichos conocimientos, haciendo planteamientos críticos frente a ello, y que así mismo, e) participen en procesos y redes de difusión y comunicación del conocimiento construido, teniendo en cuenta unos criterios sobre la misma producción.

1.2. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS:

Teniendo en cuenta todos los referentes generales presentados en el anterior subtítulo de este capítulo, es ahora coherente revisar la concepción actual que se tiene sobre la didáctica de las ciencias, en el marco de lo reconocido públicamente por las comunidades de especialistas. Como ya se había dicho en el numeral 1.1, la didáctica de las ciencias es considerada como una disciplina emergente, que delimita su objeto de estudio a los fenómenos relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje-evaluación de las ciencias, avanza a través del proceso investigativo y tiene un importante componente epistemológico que soporta su estructura y le confiere especificidad y autonomía parcial de otras disciplinas.

Así, el reconocimiento de la relatividad del conocimiento, de la multidimensionalidad del conocimiento científico, de las relaciones complejas entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente (CTSA), de la investigación como el proceso a través del cual se produce y se amplían las fronteras del conocimiento, y así mismos, el reconocimiento de la dinámica de las comunidades de especialistas (Kuhn, 1972; Latour y Woolgar, 1995),

amplían la perspectiva e investigación respecto a los modelos didácticos y su aproximación a la naturaleza, sentido, estructura y formas de producción de la ciencia (García, Saavedra, Tovar-Gálvez y Vásquez, 2006; Tovar-Gálvez, 2009).

Desde dicho modelo de ciencia y de didáctica, para la enseñanza-evaluación-aprendizaje de las ciencias son relevantes temáticas que orientan la investigación, tales como: estudio de la historia y la epistemología de las ciencias, la distancia o divergencia entre los conceptos de los estudiantes y los modelos científicos, las relaciones entre conocimiento cotidiano y conocimiento científico, el cambio de estructuras conceptuales versus construcción de unas nuevas estructuras, formación en aspectos estratégicos y administrativos del conocimiento, formación en aspectos comunicativos, construcción de discursos críticos frente a la ciencia y la tecnología, estudio de las relaciones CTSA y la resolución de problemas como ejes orientadores de los currículos, conformación de redes de cooperación, producción y divulgación de la llamada “ciencia escolar” o ciencia con fines formativos, y un especial énfasis en la formación inicial, continua y posgradual de docentes de ciencias.

Ahora bien, para hacer otras precisiones respecto a la didáctica de las ciencias como disciplina, a continuación se definen cuatro categorías básicas para ello:

- Naturaleza del conocimiento didáctico:

El conocimiento didáctico es de carácter relativo en tanto no hay verdad ontológica, es decir, que hay incertidumbre respecto a observar el objeto de estudio de manera directa y con carácter de verdad; es histórico, dinámico y se constituye como un modelo para dar cuenta e intervenir el fenómeno de

enseñanza-aprendizaje-evaluación de las ciencias. Así mismo es una construcción social y se valida por los criterios de demarcación definidos por su comunidad. Su naturaleza enseñable se evidencia con la creciente oferta de programas pos-graduales en didáctica o enseñanza de las ciencias. Finalmente, no solo se asume como disciplina, pues es la vivencia de la enseñanza-aprendizaje-evaluación de las ciencias en espacios educativos y en contextos, desde la orientación que ofrece la concepción de didáctica que se tenga.

- Finalidad del conocimiento didáctico:

Con esta categoría se hace referencia a que la didáctica de las ciencias se ocupa de la interpretación, comprensión e intervención del proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación del conocimiento científico. Sin embargo, la lectura y delimitación de los problemas planteados sobre el fenómeno a estudiar, puede significar cuerpos teórico-práctico-éticos diversos que conllevan a ser más específicos con la finalidad, como por ejemplo: a) que se vincule la ciencia con la vida cotidiana, b) que se aprenda a resolver problemas, c) que se aprenda a tomar decisiones, d) que se alfabetice a la ciudadanía tecno-científicamente, e) que la ciudadanía participe en procesos de la democratización de la CyT, f) que se logre interpretar el mundo desde el conocimiento científico, g) que se comprendan contextos históricos en los que se ha desarrollado la ciencia, h) que se logre un cambio en las formas de comprender el mundo, entre muchos otros matices.

- Estructura del conocimiento didáctico:

Las relaciones entre el objeto de estudio, los marcos teóricos y metodológicos emergentes, las personas que lo producen y los contextos en que se dan, configuran la estructura del conocimiento didáctico. El fenómeno

u objeto de estudio es problematizado y desde sus posibles delimitaciones emergen líneas de investigación, referentes teóricos, metodologías, modelos didácticos, códigos éticos y experiencias. Así mismo al interior de la didáctica de las ciencias se va conformando un lenguaje especializado y se establece relación con otras disciplinas como la pedagogía, la psicología y la sociología. En la medida en que se ha venido consolidando la comunidad de especialistas y han avanzado los estudios, la definición del objeto de estudio se ha transformado y dicha estructura se ha transformado y consolidado a través del tiempo. En resumidas cuentas, la estructura se conforma por un objeto de estudio desde donde emergen y se articulan las dimensiones teórica o conceptual, metodológica o práctica, axiológica o valorativa, comunicativa e histórica-epistémica del conocimiento didáctico.

- Dinámica del conocimiento didáctico:

Bajo este campo de estudio, se puede decir que el conocimiento didáctico se construye, transforma y avanza a partir del proceso de investigación; entendido dicho proceso como la reflexión e indagación sobre los problemas emergentes de la enseñanza-aprendizaje-evaluación del conocimiento científico, buscando transformarlo, en tanto contextos, actores y condiciones. Dicha dinámica genera información, referentes teóricos, propuestas metodológicas y el lenguaje propio del campo de estudio. Así mismo, la comunidad de especialistas comunica dicho conocimiento a través de medios también especializados (revistas) y en espacios de intercambio y debate (eventos); es de esta manera que se amplía y sostiene la existencia de la comunidad y que se somete a evaluación la disciplina.

1.3. PROCESOS METACOGNITIVOS EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Esta sección tiene como objetivo hacer una breve mención sobre la metacognición, tema tratado ampliamente en el próximo capítulo, para así establecer una relación con la didáctica de las ciencias desde la práctica en el aula.

Para el objetivo planteado, se retoma que es John Flavell quien construye el concepto metacognición y le define en términos del “conocimiento que uno tiene sobre los propios productos cognitivos o sobre cualquier cosa relacionada con ellos, es decir, las propiedades de la información o los datos relevantes para el aprendizaje” (Flavell, 1976: 232). Se puede interpretar que Flavell hace referencia a que la metacognición comprende los procesos conscientes que el mismo sujeto logra sobre su cognición, es decir, procesos como el reconocimiento de sus estructuras conceptuales, reconocimiento de sus habilidades y falencias, reconocimiento sobre las formas en que aprende, reconocimiento de las condiciones en que aprende, y cómo todo ello le permite orientar sus propios aprendizajes.

Más recientemente, los investigadores han puesto su atención en el marco teórico y práctico de la metacognición, empezando a establecer relaciones y a definir los aportes que da para abordar los problemas tradicionalmente definidos en la didáctica de las ciencias (Campanario, Cuerva, Moya y Otero, 1997), le han involucrado en la formación de docentes de ciencias (Angulo, 2002; Ladino y Tovar-Gálvez, 2006 a y 2006 c) y empezado a dar soporte epistemológico dentro de los mismos modelos que argumentan el aprendizaje por investigación (Soto, 2003).

De esta manera, la metacognición se convierte en un referente crucial para el desarrollo de los principios constructivistas en la educación, pues ahora se tiene un instrumento conceptual y metodológico que centra más la atención de los procesos en quien aprende, en sus posibilidades y en las condiciones

necesarias para que ello se dé. Este sigue siendo un referente que invita a la transformación de los roles en el aula, de una relación vertical entre el docente poseedor del conocimiento disciplinar de las ciencias y de los procesos cognitivos, a una relación más horizontal en la que docente y aprendientes intercambian información, dialogan, evalúan conjuntamente para reconocer esas condiciones cognitivas, planean frente a dichas posibilidades e intereses del curso, así como una relación en la que las partes trabajan en el desarrollo de las temáticas y también de mayores logros cognitivos. De esta manera, el docente se preocupa porque los estudiantes se cuestionen sobre qué saben, qué pueden hacer, qué habilidades tienen, qué les falta por saber o manejar para enfrentarse a un tema nuevo, sobre cuáles son sus concepciones o ideas previas y sobre cómo podrían organizar eso que reconocen en función de lograr los nuevos aprendizajes.

Ahora bien, el referente de la metacognición fundamenta una didáctica general con bases sobre una forma de comprender los procesos mentales de los sujetos; mientras que la didáctica de las ciencias se fundamenta como una didáctica específica con fuertes bases epistemológicas del conocimiento científico, como se ha venido desarrollando en este capítulo. Sin embargo, es valioso establecer relaciones entre lo metacognitivo que apunta a las estrategias de aprendizaje del sujeto, y la didáctica que se centra en las estrategias de enseñanza; con lo que se integran las perspectivas, los roles y las intenciones de los actores de los procesos, para de esta manera orientar estrategias de enseñanza-aprendizaje.

A continuación se presenta un cuadro, cuya columna izquierda señala algunas de los principales aspectos que caracterizan un proceso orientado desde una didáctica de las ciencias constructivista, y en cuya columna derecha se mencionan los procesos metacognitivos necesarios, implícitos o

transversales; relación que más adelante (en el capítulo 3) se analizará entre algunos modelos didácticos específicos y los procesos metacognitivos:

Figura 1. Tabla de relación entre procesos didácticos constructivistas y proceso metacognitivos

CARACTERÍSTICA DE UN PROCESO DIDÁCTICO CONSTRUCTIVISTA	PROCESOS METACOGNITIVOS RELACIONADOS
Evaluación de las ideas previas o concepciones alternativas de los estudiantes.	El proceso tradicionalmente ha sido desarrollado por los docentes; desde el punto de vista metacognitivo es de interés que el estudiante comprenda esas ideas previas que posee y así se involucre de manera más activa en sus procesos de aprendizaje
Definición de problemas científico-tecnológico-sociales-ambientales, para dar contexto a los saberes y orientar las estrategias de aula.	Este proceso va orientado a que los estudiantes reconozcan contextos específicos, a que se cuestionen sobre su conocimiento, posibilidades y actitudes frente a esas situaciones, y así mismo a que reflexione sobre cómo emplear el conocimiento científico para la lectura del mundo.
Se diseñan estrategias de acción para abordar los problemas. Hay enseñanza de aspectos administrativos, metodológicos y comunicativos.	Tener conocimiento de los esquemas conceptuales, procedimentales, valorativos, comunicativos y epistemológicos previos, así como el conocimiento de las intencionalidades y estructura del curso, le da la posibilidad a estudiantes y docentes de organizar éstos mismos elementos en el diseño de estrategias de

	<p>acción; en ese momento, el estudiante está disponiendo de sus recursos cognitivos, de manera consciente, para así planear sus formas de actuar en torno al problema y a sus aprendizajes.</p>
<p>Para el análisis de los resultados de las estrategias de acción, se promueven las reflexiones éticas o valorativas sobre el conocimiento tratado en clase y sobre las implicaciones sociales-ecológicas del mismo.</p>	<p>La dimensión metacognitiva relacionada es el cuestionamiento complejo que hacen los estudiantes sobre lo que están aprendiendo. El estudiante aprende a hacer relaciones entre diferentes escenarios de la vida real, en relación con el conocimiento que aprende. Se busca que el estudiante aprenda a procesar información, a hacer inferencias, a concluir, más allá de simplemente hacer mecánicamente.</p>
<p>Se promueven los procesos para que el estudiante aprenda a aprender, más que a acumular conocimientos.</p>	<p>El docente le enseña al estudiante métodos, técnicas, estrategias y demás medios para que éste regule sus aprendizajes, para que determine si está logrando sus objetivos de aprendizaje, para que determine el éxito de sus actividades.</p>
<p>La evaluación es un proceso que regula los aprendizajes. Sus criterios son acordados y públicos. Promueve la transformación de los procesos didácticos.</p>	<p>Los procesos metacognitivos asociados a la evaluación, son los de reflexión y los de regulación; lo que permite que el estudiante se reconozca, reconozca su entorno, y que reconozca si sus acciones le están permitiendo conseguir sus objetivos de aprendizaje. La evaluación muestra los posibles cambios necesarios para reorientar la consecución de las metas. Se planifican próximos procesos.</p>

Se puede asumir que los procesos enunciados en la columna izquierda del cuadro anterior son coherentes con el constructivismo, pues propician la participación activa de los estudiantes en el proceso, los aprendizajes son orientados desde el conocimiento de las condiciones cognitivas del estudiante, los saberes son contextualizados, los contenidos curriculares son de diversa naturaleza, se hace un cuestionamiento sobre los marcos disciplinares que se aprenden, la enseñanza y la evaluación no se centran exclusivamente en lo conceptual sino que además considera habilidades y actitudes, se busca dar condiciones que propicien los aprendizajes, se busca motivar al estudiante para lograr los aprendizajes, y el proceso es reflexivo.

Al parecer, los procesos didácticos pensados desde el constructivismo están relacionados con los procesos metacognitivos; por lo que si se quiere lograr prácticas realmente constructivistas, es conveniente pensar en cómo propiciar procesos metacognitivos, en las que los docentes orienten a que los estudiantes reflexionen sobre sus condiciones cognitivas, sobre sus posibilidades y falencias, sobre de qué manera logran mejor sus aprendizajes, sobre lo que aprenden, sobre las herramientas y procesos, sobre los logros y desaciertos, y sobre los saberes y los contextos.

Finalmente se puede decir que los docentes y estudiantes que participan en procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación de las ciencias con un enfoque constructivista, asumen roles alejados de la tradición de “transmisión-recepción-repetición”; así mismo, las acciones de reconocimiento y dirección de los logros cognitivos ya no son tema exclusivo de los docentes; la evaluación ya no es reserva del docente o una finalidad, sino un proceso de regulación de los aprendizajes que es acordado y vivido por ambas aportes. Una vez más se da argumento sobre la premisa de no enseñar “todos los contenidos posibles”, sino “enseñarle al estudiante a que aprenda”, para que con el desarrollo de herramientas, instrumentos y otras

condiciones, logre continuar su proceso permanente de aprendizaje; lo que también redundaría en el argumento que, para enseñar ciencias, no sólo basta con saber la disciplina a enseñar, y por tanto, la formación de docentes de ciencias es un escenario cada vez más complejo.

2. METACOGNICIÓN Y PROCESOS DE APRENDIZAJE

2.1 PROCESOS METACOGNITIVOS

- Dimensiones Metacognitivas:

Se puede decir que tener una concepción sobre molécula, saber hacer cálculos estequiométricos, analizar casos, redactar informes, abstraer información, inferir, leer documentos especializados y hacer discusiones sobre un tema, son casos de los procesos, habilidades y esquemas cognitivos de un sujeto; ejecutar una tarea, es un proceso cognitivo. La dimensión metacognitiva se presenta cuando el sujeto se hace consciente de esos procesos, habilidades y esquemas cognitivos, cuando el sujeto planea en cómo mejorarlos o lograr otros, cuando el sujeto planea de manera consciente cómo emplearlos en función de resolver una tarea, cuando el sujeto regula y dirige su cognición; es cuando una persona se pregunta sobre qué tiene o qué no tiene dentro de sus posibilidades cognitivas para actuar frente a una situación, preguntándose cosas como, por ejemplo para este caso, ¿qué entiendo por molécula?, ¿qué me hace falta saber para realizar el cálculo estequiométrico?, ¿tengo facilidad para elaborar informes?, ¿qué recursos, habilidades, herramientas y procesos me permiten mejorar mi comprensión lectora?, ¿cómo estructuro una estrategia para dar solución a un problema?, y con todo ello, ir a la acción planificada y regulada.

De esta manera, la metacognición, como un proceso o una estrategia, se fundamenta en las acciones que un sujeto realiza conscientemente sobre su cognición, en tres dimensiones: *reflexión* sobre los procesos, elementos y estructuras cognitivas; *administración* de los componentes y procesos cognoscitivos con el objetivo de diseñar e implementar estrategias para enfrentarse a un problema, toma de decisiones o ejecutar cualquier tarea

intelectual; y *evaluación* sobre la manera en que se evocan y manejan los elementos, estructuras y procesos cognitivos articulados en la estrategia; es decir que se evalúa el éxito de la estrategia (Tovar Gálvez, 2005 y 2008 a). Esta concepción de la metacognición en tres dimensiones permite planificar la investigación sistemática sobre los procesos, el diseño de estrategias de enseñanza que promuevan que el estudiante logre reconocer, regular y valorar todo aquello que es relativo a su cognición, así como el diseño de materiales, guías y actividades que posibiliten el desarrollo del Funcionamiento Metacognitivo.

- Funcionamiento Cognitivo y Funcionamiento Metacognitivo:

Se ha venido hablando de los procesos cognitivos como aquellos relativos a los procesos mentales de los sujetos, los cuales les implican el funcionamiento o puesta en escena de sus esquemas conceptuales, de sus habilidades, de sus forma de proceder, de sus juicios y valores y, en general, sus posibilidades mentales. De esta manera, es posible decir que existe un *Funcionamiento Cognitivo* cuando el sujeto realiza tareas o cuando desarrolla acciones, tales como la lectura, la escritura, la toma de decisiones, resuelve situaciones, entre muchas otras, para lo cual hace uso de los elementos de su cognición. En este mismo sentido, se da el *Funcionamiento Metacognitivo* cuando un sujeto: *reflexiona* sobre sus esquemas conceptuales, sus habilidades, sus formas de proceder, sus juicios y valores y, en general, sus posibilidades mentales, cuando *administra* esos mismos elementos reconocidos en la estructuración de estrategias para enfrentarse a tareas (como la lectura), y cuando *evalúa* el éxito de sus estrategias para lograr objetivos cognitivos (como comprender una lectura).

A manera de ejemplo, Jaramillo, Montaña y Rojas (2006), señalan que el Funcionamiento Metacognitivo se da durante el proceso lector cuando el

sujeto: a) es consciente de que tiene dificultades comprendiendo la temática central, b) si reconoce que debe releer un párrafo que no comprende, c) si a pesar de comprender considera que debe organizar la información, d) si reflexiona sobre por qué ha comprendido la lectura. Así mismo, para Flórez, Torrado, Mondragón y Pérez, (2003) el Funcionamiento Metacognitivo en Lectura se da cuando el sujeto desarrolla procesos de planeación, autorregulación y evaluación.

En conclusión, la Metacognición hace referencia a los procesos que el sujeto realiza sobre su cognición, y el Funcionamiento Metacognitivo es la acción propiamente dicha sobre la cognición. Entonces, en la práctica educativa, el docente parte del concepto de metacognición en las dimensiones de reflexión, administración y evaluación, para desde allí lograr que sus estudiantes reflexionen o reconozcan, administren o regulen y evalúen o valoren sus procesos cognitivos.

- Indicadores de Funcionamiento Metacognitivo y Niveles de Desempeño:

Sin embargo, lo propuesto en el numeral anterior hace referencia a aspectos internos del sujeto, por lo que aún se presenta como problema la posibilidad de dar cuenta de éstos mismos procesos. En este sentido, surge la necesidad de asumir como posibles ciertos *Indicadores de Funcionamiento Cognitivo/Metacognitivo*; entendiendo que los indicadores son una evidencia, muestra o reflejo de esos procesos mentales a los que no tiene acceso la observación directa.

Si se quiere ver analizar la situación con un ejemplo, la solución de un problema como *proceso cognitivo*, y la reflexión, administración y valoración del proceso de solución del problema como *procesos metacognitivos*, son sucesos internos sobre los cuales no se tiene certeza, excepto por aquellas

cosas que se observan y permiten inferir sobre dicho funcionamiento cognitivo/metacognitivo, como por ejemplo, los registros, las respuestas a posibles preguntas, el comportamiento y las actitudes del estudiante; estos aspectos son los llamados Indicadores del Funcionamiento Cognitivo y Metacognitivo, que en últimas son los aspectos que se tiene en cuenta para evaluar.

Por otro lado, esos Funcionamientos tienen unas variaciones en su implementación, puesta en escena, desarrollo, puesta en prueba o funcionamiento, de acuerdo al sujeto, en tanto sus experiencias, idiosincrasia, intereses, saberes, entorno, entre muchos otros aspectos. Frente a estas variaciones relativas, se propone el concepto *Nivel de Desempeño*, el cual es entendido como un referente general que permite que el observador clasifique o compare el funcionamiento cognitivo/metacognitivo de los sujetos, evidenciado a través de los posibles indicadores establecidos para un proceso específico.

La mayoría de las investigación en el campo cognitivo y metacognitivo establecen desempeños y niveles específicos para cada procesos (Flórez, Torrado, Mondragón y Pérez, 2003; Jaramillo, Montaña y Rojas, 2006; Ochoa y Aragón, 2008). A manera de ejemplo, se presenta el trabajo de Tovar-Gálvez (2011), en el cual se investiga sobre los procesos cognitivos y metacognitivos en torno a la lectura de textos científicos, para lo cual se define lo cognitivo en momentos antes, durante y después de la lectura, y lo metacognitivo en las tres dimensiones ya enunciadas; finalmente se definen actividades específicas que promueven el Funcionamiento Cognitivo y Metacognitivo y que a la vez permiten registros que dan cuenta de dicho funcionamiento .

Figura 2. Estructuración de un instrumento que evalúa el funcionamiento cognitivo/metacognitivo frente a un texto de ciencias.

Momento	Dimensión	Actividad	Indicador de Funcionamiento (Cognitivo/Metacognitivo)
Previo a la Lectura	Reflexión Metacognitiva	Hacer listado de los conceptos que cree que se relacionan con el título de la lectura	Reconoce sus esquemas conceptuales al hacer explícitos los conceptos que conoce y que no conoce, en relación con el tema de la lectura y de manera previa
	Administración Metacognitiva	Diseñar una posible estrategia lectora	Regula sus recursos cognitivos en la estructuración de una estrategia para abordar la lectura
Lectura	Cognitivo	Realizar la lectura	La acción del estudiante
Posterior a la Lectura	Comprensión Lectora	Realizar ejercicios con información contenida en la lectura	Da respuesta a ejercicios relacionados con el tema de la lectura
		Realizar un mapa conceptual a partir de la lectura	Establece relaciones conceptuales a través del diseño de un mapa conceptual, construido a partir de la lectura

		Extraer proposiciones del mapa realizado	Extrae proposiciones derivadas de su mapa conceptual
Posterior a la Comprensión Lectora	Evaluación Metacognitiva	Evaluar si logró dar solución a los ejercicios	Evalúa el éxito de sus estrategias de solución a los ejercicios
		Evaluar el sentido químico de las proposiciones del mapa	Evalúa la estructura y contenido del mapa conceptual
		Evaluar sus estrategias lectoras	Describe y valora la estructura y ejecución de sus estrategias

Tomado y adaptado de Tovar-Gálvez (2011)

En dicha investigación, los instrumentos de evaluación y de intervención son diseñados con la lógica del cuadro anterior. Así mismo, la valoración del Funcionamiento Cognitivo y Metacognitivo, evidenciados a través de Indicadores de Funcionamiento, se hace a través de 3 Niveles de Desempeño, que dan cuenta de los resultados de los participantes en cada espacio propiciado. A continuación se describen los niveles de desempeño:

Nivel 1. En este nivel se incluyen respuestas o acciones en las que el aspirante: no da respuesta directa a lo preguntado o no hace específicamente alusión a lo que se solicitó, no argumenta sus respuestas,

hay incoherencia en los planteamientos, no hay claridad en sus propuestas, no es consciente de su proceso y propuestas, y, no evalúa su trabajo.

Nivel 2. Las respuestas de los aspirantes agrupadas en este nivel se caracterizan porque: da respuesta parcialmente, argumenta de forma muy general, algunos aspectos o propuestas no son claros, algunos argumentos son válidos pero no suficientes, es consciente de su trabajo (proceso, propuestas), pero no lo evalúa.

Nivel 3. Las respuestas agrupadas en este nivel se caracterizan porque: da respuesta a lo indicado, hay respuestas específicas según el caso, hay completa claridad en sus propuestas y respuestas, sus argumentos son claros, coherentes y suficientes, muestra un avance respecto al trabajo anteriormente evidenciado, es consciente de su trabajo (proceso, propuestas) y lo evalúa.

De tal manera que el investigador puede dar cuenta de si a través del proceso, los estudiantes lograron mayor desempeño en las actividades, evidenciándose esto en los registros obtenidos; lo que a su vez permite inferir si los estudiantes lograron o no mayor funcionamiento cognitivo y metacognitivo en torno a la lectura de textos científicos.

El funcionamiento metacognitivo es verificable a través de la definición de indicadores, puesto que éstos evidencian el posible éxito de un sistema de acciones, estrategias o planes a nivel cognitivo. Para el diseño instrumentos que evalúen dicho funcionamiento y estrategias, es de utilidad llevar al estudiante de una actividad cognitiva (lectura y solución de un cuestionario, ejercicio o problema) hacia una actividad de carácter metacognitivo (preguntando por su acción), para obtener la información suficiente.

La información obtenida con la evaluación de procesos metacognitivos permite identificar ideas previas (estructuras conceptuales), las habilidades que posee y no posee el estudiante, el tipo de estrategias que él mismo fórmula para enfrentarse a una tarea como la comprensión de un texto y la solución de un ejercicio o tarea específica. Este tipo de información permite redirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje, proponer modelos didácticos más coherentes con las condiciones cognitivas del estudiante y aportarle instrumentos para que se haga partícipe y más autónomo en su aprendizaje.

2.2 RELACIÓN ENTRE METACOGNICIÓN Y AUTONOMÍA

La promoción de los procesos metacognitivos busca que se de prevalencia al aprendizaje, que se de prevalencia al sujeto y que se de prevalencia a aprender a aprender; por lo que el docente aporta a que el estudiante cada vez construya más y mejores elementos, herramientas y estrategias que le permitan regular y dirigir sus aprendizajes; esto significa que se busca que el estudiante tenga una acción cada vez más independiente, como la que en un momento tiene un profesional, quien ya no depende de sus maestros de la escuela y la universidad, sino que ya debe tener la posibilidad de aprender nuevas cosas por sí mismo, de tomar decisiones, y de planear y regular sus acciones. A esto es a lo que se le puede llamar autonomía, construida a través del desarrollo de procesos metacognitivos.

Para Tovar-Gálvez y Cárdenas (2009) la idea de sujetos cada vez más autónomos, capaces de reconocerse y reconocer a otros, críticos y que además de reflexionar, puedan actuar e intervenir su entorno, es necesario aproximar el concepto de autonomía en tres dimensiones: a) auto-reconocimiento, por cuanto el sujeto es capaz de reconocerse como persona, en lo conceptual, en lo metodológico y en sus valores (que puede llevarle hasta el reconocimiento del otro); b) auto-gestión, que representa un paso

más en la complejidad y en las posibilidades del sujeto, pues toma lo que ya reconoce de sí y es capaz de hacer algo con ello (actuar); y c) auto-regulación, que además de reconocer y hacer, significa la posibilidad de valorar sus acciones y retroalimentar su acción.

Así, es claro que existe una íntima relación entre la promoción de los procesos metacognitivos en el aula y la autonomía, pues reflexionar sobre las propias condiciones cognitivas, significa auto-reconocerse; así mismo, administrar los recursos cognitivos en la formulación de estrategias de acción frente a una tarea, significa auto-gestionarse; y finalmente, evaluar el éxito de la consecución de las metas objetivos o ejecución de las estrategias, significa auto-regularse.

Con esto ya se puede decir que un docente que aporte a la autonomía de sus estudiantes no es aquél o aquella que les deja trabajar solos, a la deriva o al ensayo y error; sino que es quien orienta los procesos del aula desde la comprensión de la metacognición y su relación con la autonomía, planeando las acciones didácticas por niveles de complejidad que permitan al estudiante que a través del tiempo logre mayor Funcionamiento Metacognitivo en las tres dimensiones de reflexión, administración y evaluación, las mismas que conllevan al sujeto a auto-reconocerse, auto-gestionarse y auto-valorarse.

2.3. METACOGNICIÓN Y LA INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE:

En el primer capítulo se abordó el tema del aprendizaje, visto desde las teorías del aprendizaje constructivistas, y así mismo, se revisó lo referente a la enseñanza desde la especificidad de la didáctica de las ciencias. Sin embargo, a veces pareciera que pensar la acción educativa desde el aprendizaje, se quedara exclusivamente en el campo de lo cognitivo o lo

psicológico, perdiéndose el reconocimiento de la especificidad epistemológica de la didáctica de las ciencias; y a veces pareciera que pensar la acción educativa desde la enseñanza, se quedara exclusivamente en el campo de las estrategias docentes elaboradas desde una suposición de cómo se produce conocimiento científico, perdiéndose el reconocimiento de los aspectos personales o particulares de los estudiantes en sus contextos. Estas percepciones son lo que fundamentan una aparente discordia entre las estrategias de aprendizaje y las estrategias de enseñanza, pues sus bases tienen epistemologías y referentes teóricos muy diferentes; es objetivo de este apartado y del capítulo 3, ver cómo, a través de los procesos metacognitivos, se logra una articulación de ambas posturas en lo práctico.

Para pensar dicha integración, se plantea como lectura alternativa que la práctica educativa tiene dos objetivos: el aprendizaje y la enseñanza, es decir, lo cognitivo y lo didáctico; aspectos que se articulan, ponen en funcionamiento y evalúan a través de los procesos metacognitivos. Es decir que se busca mirar o definir la tarea desde lo psicológico (en términos de estrategias de aprendizaje y del desarrollo de habilidades y competencias del estudiante) y desde lo didáctico (en términos de estrategias de enseñanza propuestas por el docente desde la epistemología específica de su disciplina), mediados por los procesos metacognitivos.

A partir de lo supuesto en el párrafo anterior, se puede ver que en un momento inicial del proceso, teniendo en cuenta los fundamentos del *aprendizaje significativo*, es conveniente evaluar las estructuras conceptuales previas del estudiante, y desde los fundamentos de la *didáctica constructivista*, es conveniente plantear una situación problema que los estudiantes deben resolver; con estos dos componentes se define la tarea u objetivo de los estudiantes. Para la integración de estos dos aspectos desde

lo metacognitivo, el docente hace uso de la *reflexión metacognitiva* a través de instrumentos o actividades que permitan valorar los esquemas, habilidades y condiciones cognitivas del estudiante y cómo dichas posibilidades le permiten abordar el problema. Esta metodología aporta a que el estudiante sea consciente y crítico frente a sus propios procesos y que a su vez los ponga en el contexto del problema planteado; además, la información obtenida a través de los Indicadores de Funcionamiento Cognitivo y Metacognitivo, permiten que el docente re-piense sus estrategias de enseñanza, para que sean acordes con las posibilidades de los estudiantes y para que, de manera sistemática, busque un mayor Funcionamiento.

Pasando a la *administración metacognitiva* como integración de la enseñanza-aprendizaje, se tiene como insumo que el estudiante y el docente ya han reconocido las posibilidades cognitivas que tiene el estudiante y las cuales se relacionan con la situación problema, así que ahora se busca diseñar estrategias que permitan: a) construir o reconstruir estructuras (buscando aprendizaje significativo), b) desarrollar habilidades y aptitudes, c) hacer cuestionamientos éticos frente a lo que se aprende, d) aprender sobre lenguajes y códigos especializados, y e) trabajar en dinámica de equipo; todo ello a través del proceso de solución del problema. Así que las estrategias de acción pensadas para la solución del problema, tienen elementos propios de esa epistemología que orienta hacia la dinámica de las ciencias, pero también tienen elementos que responden a los estados cognitivos iniciales de los estudiantes; es tarea del docente, no sólo estar al frente del desarrollo de los temas del curso, sino también de la enseñanza de la formulación y ejecución de estrategias.

La *evaluación metacognitiva* que es crucial para regular los aprendizajes, se da durante todo el proceso. Así, la construcción conjunta entre docente y

estudiantes exige definir criterios que permitan determinar si se está consiguiendo la meta, si se está logrando la resolución del problema, si la metodología propuesta y las actividades planeadas están aportando tal fin; es decir, se establece un sistema para regular las estrategias, de tal manera que, de ser necesario, las mismas sean reformuladas durante su ejecución. La evaluación proporciona una valoración global que permite evidenciar aprendizajes, construcciones, dificultades, falencias y nuevas posibilidades, tanto para el trabajo de estudiantes, como para el del docente, teniendo así una visión de todo el proceso; y así mismo, deja un sendero para proyectar nuevas etapas en el aprendizaje, nuevos cursos, nuevos temas, nuevas perspectivas o nuevos problemas a solucionar.

Los elementos reflexivos (reconocimiento), administrativos (reguladores) y evaluativos (valorativos) que se ofrecen al estudiante desde lo metacognitivo, le aportan al reconocimiento de sus posibilidades (conceptuales, metodológicas, valorativas y motivacionales) para desempeñarse en un contexto dado, entendiéndose ello como formación en competencias y construcción de la autonomía; y en este mismo sentido, el diagnóstico de los estados iniciales del estudiante, determinan el nivel de complejidad de las tareas propuestas por el docente, así como el nivel de exigencia estratégica y participación que tenga el estudiante. También se puede entrever un proceso en el que el docente reflexiona sobre sus conocimientos específicos de la disciplina a enseñar, sobre sus conocimientos pedagógico-didácticos y sobre sus epistemologías, consiguiendo aportarle a su estudiante consecuentemente y tener referentes para guiar su propia formación como docente.

3. PROCESOS METACOGNITIVOS Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Este capítulo tiene como objetivo revisar los principales modelos didácticos emergentes de una versión constructivista del conocimiento científico y de la didáctica de las ciencias; para luego ver cómo se articulan con el desarrollo de procesos metacognitivos. Esta mirada es integradora y parecería natural, sin embargo es relevante que el docente, de manera intencional y planificada, oriente y acompañe a sus estudiantes en la reflexión, administración y evaluación de su cognición; así mismo, son los procesos metacognitivos que realiza el docente sobre su acción pedagógica y didáctica, los que le conducen hacia la reflexión permanente sobre sus conocimientos y su quehacer, hacia la administración de sus conocimientos y experiencias didácticas para el diseño de estrategias, y hacia la evaluación de la forma en que procede en el aula.

Para lo que continua, es necesario comprender que la llamada Didáctica Tradicional se centra en el trabajo expositivo o *transmisión del conocimiento* por parte del docente, asumiéndose que el aprendizaje es una *recepción* pasiva de conocimientos verdaderos que se acumulan en la mente del *alumno* (sin luz), y la evaluación se torna en un proceso de *repetición memorística* de definiciones; esto responde a la psicología conductista de Watson y Skinner, pero también a la visión reduccionista positivista del conocimiento científico. Sin embargo, se da hacia el tránsito hacia el enfoque constructivista, en el que se resalta la idea del *aprendizaje significativo*, para la cual, el aprendizaje se da cuando el nuevo conocimiento se ancla a las estructuras conceptuales previas del sujeto, por lo que es relevante reconocer las *ideas previas* del estudiante (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983); siendo esta postura propia de propuestas de Piaget (1975), Vygotsky (1977) y Ausubel, además de las versión de conocimiento de

Glaserfeld (1981). Es este el contexto histórico y disciplinar en el que emergen los modelos didácticos considerados como constructivistas.

3.1. MODELO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La relevancia de las teorías del aprendizaje constructivistas y sobre todo, para las ciencias, la de aprendizaje significativo, propicia un gran volumen de investigaciones orientadas hacia el reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes; las cuáles son entendidas como requisito para lograr los nuevos aprendizajes, pero que por su estado, pueden ser un obstáculo para lograr el objetivo. Pronto se consolidan las comunidades de especialistas y de esta manera, en Didáctica de las Ciencias se abre una nueva era de *consolidación disciplinar*, que tiene como una de sus más visibles evidencias el campo de la Resolución de Problemas (Adúriz e Izquierdo, 2002), asumiendo que se aprende ciencias o se logra el anclaje de conocimientos, cuando el sujeto hace uso del conocimiento para resolver situaciones problema.

Este enfoque considera importante que no solo se enseñen aspectos teóricos de las ciencias, sino que también se enseñe a los estudiantes cómo enfrentarse a la solución de problemas de las disciplinas y sus aplicaciones; siendo necesario enseñar aspectos como procedimientos para la solución, la decodificación de lenguajes especializados, la reflexión sobre las posibilidades de abordar la situación y la toma de decisiones para la acción (Pino y Ramírez, 2009). Para Escudero y González (1996) el docente es quien ahora propicia un espacio de confianza para que los estudiantes participen en el proceso de resolución del problema, quien enseña diversas formas de resolver los problemas, quien se preocupa por el desarrollo de habilidades relacionadas que este proceso y quien plantea el currículo desde

el establecimiento de núcleos problémicos que permiten integrar los conocimientos de las disciplinas.

Respecto a la definición del problema de estudio, para Gil-Pérez (1993), existe una diferenciación epistémica entre los problemas científicos y aquellos que son empleados para la docencia, pues estos últimos tienen resolución desde la disciplina, pero son desconocidos para los estudiantes; además el problema es una excusa para el aprendizaje de las ciencias, a través de la articulación de sus aspectos teóricos y procedimentales en contextos específicos. Así, el problema orientador del desarrollo curricular, no es un problema de la frontera de las disciplinas o problema científico; sino que es una situación desconocida para el estudiante, consecuente con su nivel de comprensión, que en lo posible implica una aplicación del conocimiento y que tiene un valor heurístico que no permita caer en lo mecánico de los protocolos para resolver problemas.

3.2. APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN DIRIGIDA

Este nuevo modelo didáctico surge de los fundamentos de la Resolución de Problemas, pero se perfila más complejo, pues no sólo se remite a dar solución a problemas que en muchas ocasiones se quedaban en ejercicios de lápiz y papel o en análisis de situaciones hipotéticas, sino que plantea hacer simulación total en el aula de los procesos de construcción de conocimiento de los científicos. De esta manera, se asume que si la dinámica a través de la cual avanza el conocimiento científico es a través de la investigación, entonces, la enseñanza de las ciencias se debe dar a través de procesos que se aproximen a la investigación; entendiendo que los problemas y procesos en el aula tienen fines de enseñanza-aprendizaje y participación ciudadana, y no de ampliación de las fronteras del conocimiento

o aplicación de tecnologías de última generación, como sucede en el mundo científico.

De esta manera es posible establecer un paralelo entre el conocimiento científico y el conocimiento que se construye en el aula, así como entre la investigación científica y la investigación o ciencia escolar; sin perder la proporción entre los problemas y procesos científicos propiamente dichos y el trabajo en aula (Adúriz-Bbravo, Garófalo, Greco y Galagovsky, 2005). Así mismo se establece como objetivo que los estudiantes se enfrente a la resolución de situaciones problema, que aborden aspectos prácticos o metodológicos para la resolución del problema y que consideren aspectos éticos o valorativos sobre las implicaciones del desarrollo científico-tecnológico, además de los tradicionales contenidos conceptuales; lo que conlleva de manera implícita a que los estudiantes se acerquen a una visión de ciencia más amplia y cercano a las propuestas epistemológicas constructivistas, siendo el rol del docente el de director de la investigación de los estudiantes.

Para Furió y Guisasola (1996), el aprendizaje por investigación dirigida no solo se limita al cambio del estudiante en las dimensiones conceptual y metodológica planteadas en la Resolución de Problemas, sino que lo aproxima a dinámicas de trabajo colectivo y muchas otras propias del trabajo científico. Ante ello los autores, citando varios antecedentes, concluyen que este nuevo modelo didáctico asume en esencia cuatro principios: a) partir del establecimiento de problemas, b) aproximarse cualitativamente al problema de tal manera que el estudiante comprenda el planteamiento, c) establecer metodologías similares a la científica en la que se profundizan conceptos, se emiten hipótesis, se realizan diseños experimentales, se desarrollan los trabajos prácticos de laboratorio, se obtiene resultados empíricos, se analiza la información y se confronta con antecedentes, y d) aplicación de lo

aprendido a otros contextos, con especial énfasis al estudio de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

3.3. ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE

Esta perspectiva plantea un avance en la didáctica de las ciencias, pensada así como una posibilidad para brindar a los ciudadanos elementos para su formación en aspectos científicos y tecnológicos de cara a las condiciones sociales, políticas, económicas y ambientales globales. Con ello se redefinen las concepciones y acciones en el aula, la concepción de ciencia y la posibilidad de participación ciudadana en los procesos científicos y tecnológicos. Esta nueva didáctica acoge elementos del constructivismo, en tanto construcción conjunta entre docentes y estudiantes; elementos de la complejidad, que significan relaciones entre disciplinas, resolución de problemas de manera heurística y abordaje de situaciones socialmente relevantes; y elementos que requieren las naciones como la responsabilidad social de las ciencias, los ciudadanos informados y alfabetizados, con posibilidades de participación, autónomos y con poder de decisión (UNESCO, 1999).

Este enfoque nace dentro del contexto de la sensibilidad hacia lo ambiental, hace aproximadamente 50 años. Así que se hace indispensable transformar la forma de ver y actuar frente a la ciencia y la tecnología; se evidencia sus implicaciones sociales y ambientales, sus interacciones y surge la necesidad de la participación ciudadana en estos procesos. Para la Organización de Estados Iberoamericanos el enfoque de las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS, es un movimiento interdisciplinario que propone que el estudio de estas relaciones aporta a reducir la brecha científico-tecnológica entre países, para que el avance y cambio se haga de

manera democrática, impulsando el desarrollo y la innovación de las naciones a través de la investigación (Sutz, 1998).

Aportar a que los sujetos en formación aprendan a leer problemas de su entorno próximo y que tengan elementos y argumentos para valorar los aportes y desventajas del desarrollo científico y tecnológico, es un elemento clave para posibilitar el desarrollo de un pensamiento crítico y una actitud propositiva de los estudiantes; lo que redundará en nuevas formas de sociedad, nuevas formas de ciudadano, nuevas formas de construir políticas en ciencia y tecnologías, nuevos usos de los productos y procesos tecnológicos, nuevas formas de ver la educación en ciencias y nuevas reflexiones frente al desarrollo.

3.4. PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS DE INTEGRACIÓN ENTRE DIDÁCTICA Y METACOGNICIÓN

Los modelos o enfoques didácticos presentados brevemente en los numerales anteriores, tienen elementos en común, en tanto se fundamentan principalmente en una epistemología constructivista; por ello es evidente que no se contradicen o niegan el uno al otro, sino que más bien, a través del tiempo, se nota una mayor complejidad en la forma de comprender esa dinámica de las ciencias y por ende, la forma de pensar su didáctica. Ahora bien, con el objetivo de hacer la reflexión desde lo metacognitivo de estos modelos didácticos, una vez más es relevante recordar cómo el trabajo en el aula desde la propuesta de la metacognición brinda la posibilidad de desarrollar procesos centrados en el estudiante, en tanto éste debe asumir las acciones conscientes sobre sus procesos y elementos cognitivos; así mismo, el rol del docente se perfila hacia la generación de espacios y disposición de herramientas y alternativas para que el estudiante consiga actuar sobre su aprendizaje.

De esta manera, desde la *reflexión metacognitiva*, en los primeros momentos del trabajo en el aula en los períodos o lapsos académicos, es conveniente evaluar las estructuras conceptuales, posibilidades metodológicas y actitudes previas del estudiante; y desde los supuestos didácticos, plantear una situación problema a resolver para estudiantes (para el objetivo específico se eligen situaciones sociales y ambientales relevantes y cotidianas); definiéndose con estos dos elementos (el cognitivo y el didáctico) la tarea ante la cual deberán actuar los grupos de estudiantes. Durante esta primera etapa de reflexión metacognitiva, el docente diseña instrumentos o actividades que permitan valorar los elementos previos de los estudiantes y que se relacionan con la solución de la situación problema, demarcando el punto de partida para el consecuente trabajo de administración.

Evaluar las estructuras conceptuales significa reconocer los conceptos y relaciones entre conceptos que giran en torno al problema a resolver y la amplitud e impactos que representa el problema en sí mismo; valorar las posibilidades metodológicas significa pensar en las formas de organización grupal, formas de gestionar la información, viabilidad de las propuestas realizadas (en tanto recursos, espacios y costos), facilidades o dificultades en el seguimiento de protocolos y, manejo de equipos, formas de comunicación, entre otros; y reflexionar sobre las actitudes implica reconocer la posición que tiene el sujeto frente al conocimiento científico, la forma de asumir su participación en los procesos tecno-científicos y en el proceso de solución del problema, así como sobre sus posibles epistemologías. Desde esta amplitud del proceso evaluativo desde lo sugerido por la metacognición, se evidencian elementos en común a los enfoques que se busca articular.

La naturaleza de los procesos metacognitivos exige que los estudiantes sean participes de dicho proceso de reflexión; así que la estructura y desarrollo de

la evaluación inicial debe promover que el estudiante haga parte activa en la valoración de sus estructuras, ventajas y posibles desventajas, para que sea consciente de su estado inicial y crítico de sus procesos; en este sentido, la información que proporciona la evaluación no es exclusiva del docente, sino que hace parte de la construcción consiente del estudiante.

La dimensión de *administración metacognitiva* implica que el sujeto, una vez conozca los estados iniciales de sus componentes cognitivos, articule estos mismos en estrategias para dar solución a la tarea que se le haya planteado (el trabajo sobre sus propias falencias o posibilidades de mejorar, y el problema social-ambiental definido). Es decir que una vez que los equipos de estudiantes y el docente hayan reconocido esas estructuras y elementos iniciales que se relacionan con la situación problema, el proceso a seguir consiste en formular estrategias o planes de acción que permitan construir o reconstruir estructuras y desarrollar habilidades y competencias, a través de la solución del problema. Las decisiones que se toman para actuar en adelante, así como las estrategias de ejecución que se formulan, están fundamentadas en los resultados de la evaluación inicial y tiene su origen en la construcción conjunta entre estudiante y docente como pares de una comunidad. Las actividades involucradas en las estrategias pueden ser tales como ejercicios, consultas, talleres, lecturas, escritos, discusiones, presentaciones, entre otras, y de acuerdo a la naturaleza del problema.

La ejecución de las estrategias de solución al problema se constituye en el proceso de investigación de los equipos de estudiantes, orientado por el docente. La posibilidad de pensar en posibles soluciones al problema, es una aproximación a la formulación de hipótesis; la articulación de actividades y definición de roles de los integrantes del grupo, se aproxima a la dinámica de los grupos de investigación científica; las discusiones para elegir las metodologías, técnicas e instrumentos, se aproxima al establecimiento de

criterios de validez; la presentación de avances del trabajo, se aproxima a los procesos de difusión del conocimiento científico; y aplicar los resultados a casos o situaciones cotidianas, se aproxima a la apropiación social del conocimiento científico y la participación ciudadana. El gran valor agregado de realizar un trabajo de estos desde los presupuestos de la metacognición, es que los estudiantes realmente están involucrados en sus aprendizajes, tiene elementos para un pensamiento crítico y para construir su autonomía; en términos del aula, las concepciones de aprendizaje y de enseñanza se resignifican.

Los procesos metacognitivos no se dan de manera lineal, en esta medida, los procesos en la dimensión de evaluación metacognitiva se dan durante toda el desarrollo de la tarea, es decir, desde la evaluación inicial hasta la solución final de la tarea cognitiva y didáctica. La constante construcción conjunta entre docente y estudiantes implica que definan criterios que permitan determinar si se está consiguiendo la meta, si se está llegando a la resolución del problema, si la metodología propuesta y las actividades planeadas están aportando a lo proyectado; es decir que se establece un sistema para regular la ejecución de estrategias, de tal manera que de ser necesario las reformulen en la misma acción. La evaluación concluye el proceso con una valoración global que permite dilucidar avances, construcciones, dificultades, falencias y nuevas posibilidades, tanto para el trabajo de estudiantes, como para el del docente; finalmente se abre un nuevo ciclo, pues estos resultados de evaluación permiten tomar decisiones para el trabajo o tarea que sigue.

A continuación se pretende mostrar que los modelos didácticos tienen potencial para desarrollar procesos metacognitivos, pero que por sus alcances, son opciones para diversos espacios, escenarios o niveles en el currículo:

Figura 3. Procesos metacognitivos en los modelos y enfoques didácticos de las ciencias

Resolución de Problemas	Aprendizaje por Investigación	Relaciones CTSA	Proceso Metacognitivo
Definición del problema a resolver	Contextualización y planteamiento del problema	Análisis de implicaciones sociales y ambientales del problema	Reflexión sobre estructuras conceptuales iniciales
Análisis del problema, sus variables y posibles formas de solución	Propuesta y ejecución de estrategias para abordar el problema	Actividades que permitan evidenciar la relación entre CTSA	Administración de conocimientos y recursos
Resolución del problema y discusión sobre las formas en que se resolvió	Apropiación social del conocimiento, mediante presentación de resultados	Postura sobre el problema y sus implicaciones sociales y ambientales	Evaluación de la ejecución de estrategias
Planteamiento de nuevos y más complejos problemas	Perspectivas investigativas	Propuestas de acción frente a las relaciones CTSA	Evaluación sobre todo el proceso

4. METACOGNICIÓN, DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y PROCESOS METATEÓRICOS

Este capítulo tiene como objetivo presentar la relación existente entre propuestas metodológicas que se vienen trabajando ampliamente en la Didáctica de las Ciencias, con los procesos metacognitivos como ya se han venido detallando en capítulos anteriores, y cómo ello aporta a adentrar a los estudiantes en la comprensión de las formas de producción del conocimiento científico; aspecto último que se conoce como procesos meta-teóricos.

Lo metateórico hace referencia a aquellos procesos que permiten comprender o evidenciar la construcción del conocimiento; es decir, así como la meta-cognición hace referencia a los procesos que permiten la comprensión y regulación de la cognición, lo meta-teórico hace referencia a los procesos que conllevan a la comprensión de las dinámicas del conocimiento (la teoría). De esta manera, los estudios históricos y epistemológicos, son de carácter metateórico, porque permiten construir modelos que dan cuenta de la forma en que se estructuran, circulan, avanzan y/o transforman los cuerpos teóricos en contextos particulares; así mismo, los espacios en el aula que permiten cuestionar respecto a cómo producir conocimiento, qué es y no es lo científico, qué incidencias tiene el desarrollo/avance del conocimiento científico y tecnológico, cuál es la finalidad de la actividad científica, cómo se da dicha actividad científica, entre muchas otras, son espacios que promueven procesos metateóricos.

Ahora bien, para dilucidar de manera general la relación entre propuestas metodológicas propios de la Didáctica de las Ciencias y la metacognición, es pertinente reflexionar respecto a cómo, por ejemplo, el *diario de campo* es empleado para que los sujetos hagan un seguimiento consciente a sus acciones y cambios conceptuales (Arsal, 2010), el *portafolio* es concebido

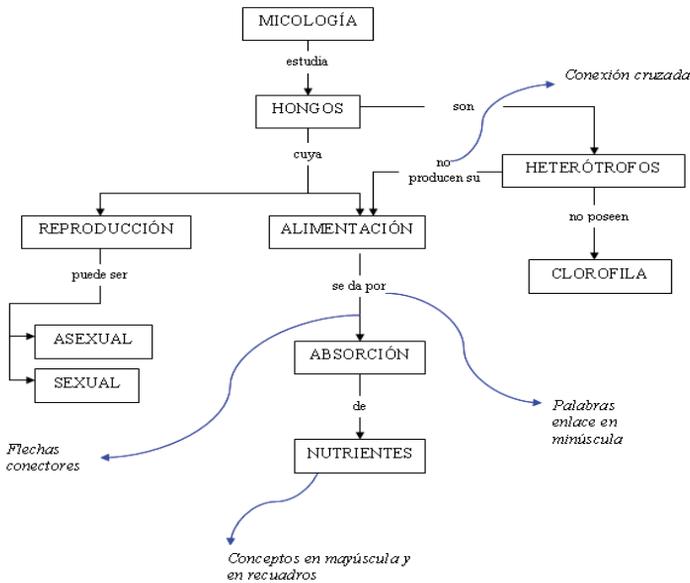
como un proceso de evaluación formativa puesto que guía una acción reflexiva en torno al aprendizaje (Morán, 2010), el *mapa conceptual* aporta a los docentes y estudiantes la posibilidad de hacer explícitos los saberes de los estudiantes, para así valorarlos y desde allí orientar la construcción de nuevos conocimientos y aprender a aprender (Novak y Cañas, 2006), y así mismo el conjunto *entrevista-mapa conceptual-uve de Gowin*, son validados como herramientas que posibilitan el desarrollo de los principios de la Teoría de la Asimilación de Ausubel, aportando al Aprendizaje Significativo de las Ciencias (Parolo, Barbieri, y Chrobak, 2004).

La relación establecida anteriormente entre propuestas metodológicas y procesos metacognitivos, también es una posibilidad para aproximar al estudiante a comprender los procesos de producción del conocimiento científico desde una postura constructivista, pues permite plantear en el aula cuestiones como: ¿qué es un problema desde la disciplina científica?, ¿cómo se interpreta un problema cotidiano desde la ciencia?, ¿cómo construir propuestas o alternativas para resolver un problema desde el conocimiento científico?, ¿qué conocimientos y procedimientos deben ser empleados para resolver un problema?, ¿qué conocimiento se ha obtenido a partir de la experiencia de resolver un problema?, ¿cómo se ha dado mi proceso de construcción de los conceptos químicos?, ¿qué problemas tengo en el establecimiento de relaciones conceptuales?, ¿qué dificultades tengo para formular estrategias de acción?, ¿cuáles son los contextos en los que se ha producido una teoría?, ¿cuáles son las implicaciones sociales-ecológicas del desarrollo del conocimiento científico-tecnológico?, ¿qué roles debemos asumir para lograr comprender e intervenir un contexto desde el conocimiento científico?, entre muchas otras que pueden emerger.

4.1. MAPAS CONCEPTUALES:

Novak establece el mapa conceptual como una hipótesis derivada de sus estudios sobre el aprendizaje de las ciencias, en la que primero asume que los conceptos se aprenden cuando el sujeto logra la composición de proposiciones en las que se integra el concepto a aprender, y en la que luego establece que es posible esquematizar tales proposiciones (Novak y Gowin, 1988); siendo así posible valorar los esquemas conceptuales de los sujetos y desde ello planificar los procesos de aprendizaje (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

Figura 4. Ejemplo de mapa conceptual y se señalan sus principales elementos gráficos.



Construir y evaluar mapas conceptuales exige diversos y complejos procesos, entre los que se puede definir: reflexión sobre los que se sabe, organización y reorganización de lo que sabe para plasmarlo, construcción y manifestación de relaciones entre conceptos, planeación de la construcción

gráfica del mapa, valoración del sentido de las proposiciones, y discusión sobre el valor y reorganización de las proposiciones, entre otros. Aspectos que necesariamente conllevan a lo metacognitivo en términos de reconocer, planear, regular y valorar lo que se tiene en los esquemas mentales propios y lo que se está aprendiendo; y así mismo, conllevan a lo metateórico, puesto que se está evidenciando una alternativa respecto a la construcción de conceptos y relaciones entre los mismos.

Tovar Gálvez (2004) reporta un trabajo con mapas conceptuales como parte de las herramientas brindadas a los estudiantes para que logren aproximarse de manera más consciente a sus procesos de aprendizaje, puesto que se posibilita que ellos mismos reconozcan sus esquemas conceptuales y los relacionen con unos nuevos y que así mismo den cuenta de ello, para lo que:

a) luego del tratamiento de los temas de un curso de química, se presenta a los estudiantes un texto sobre una aplicación particular del conocimiento químico a procesos industriales o en medicina, a partir del cual se debe extraer un listado de conceptos y construir un mapa conceptual.

b) después de la socialización de la lectura y de los mapas conceptuales, se presenta a los estudiantes una guía para valorar sus mapas conceptuales centrándose en los conceptos extraídos de la lectura, el uso de los conectores, el sentido de las proposiciones y el aspecto gráfico del mapa; así mismo, se le preguntaba sobre qué aspectos consideraba que habían sido obstáculo para construir el mapa, sobre cuáles aspectos conceptuales aún no lograba concretar (comprensión y establecimiento de relaciones y aplicaciones), sobre qué habilidades y procesos mentales consideraba que había involucrado en dicho ejercicio, y sobre qué métodos alternos empleó para realizar el proceso lector, para comprender y para construir el mapa conceptual.

Analizar la experiencia descrita permite inferir que el carácter metacognitivo no sólo está en el proceso de construcción del mapa conceptual durante el cual el estudiante se pregunta sobre cuáles son los conceptos de la lectura y cómo relacionarlos para construir proposiciones, sino en el momento posterior en el que el profesor guía la auto-evaluación del mapa desde su estructura y desde los procesos cognitivos involucrados y las dificultades presentadas. El aspecto metateórico se aproxima cuando el estudiante evidencia que el sentido químico de las proposiciones se logra cuando hay una relación válida entre conceptos y que ello se da en la medida en que haya una construcción alrededor del tema.

Otras experiencias (Tovar-Gálvez, 2009) muestran cómo el mapa conceptual es empleado como un instrumento de auto-y-hetero-evaluación de la dimensión conceptual de la química, para lo que:

- a) se presenta a los grupos de estudiantes un listado de conceptos o una lectura introductoria, a partir de lo cual se construye el mapa conceptual inicial del curso.
- b) el docente evalúa los mapas conceptuales iniciales y a partir de ello hace algunas reorientaciones de la propuesta didáctica del curso.
- c) con el avance del curso, se hace un proceso de auto-evaluación en la que los grupos de estudiantes retoman su mapa conceptual inicial y valoran el sentido químico de las proposiciones allí contenidas, o construyen un mapa conceptual final de la temática para así hacer la comparación entre ambos mapas conceptuales.

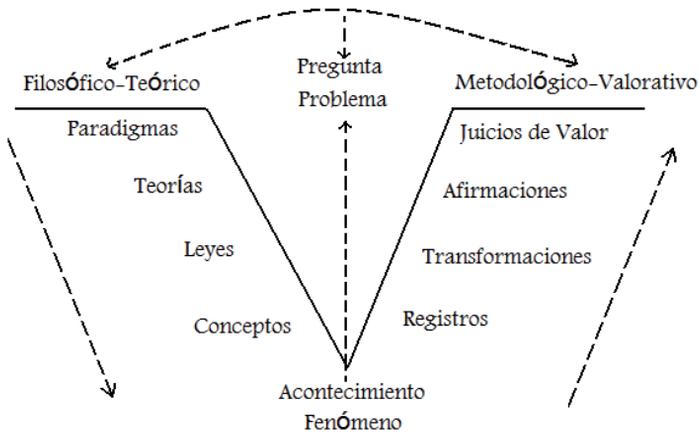
d) así mismo, los grupos presentan su mapa inicial para ser evaluado por los otros grupos, o presenta su mapa inicial y mapa final para ser comparado valorativamente por los compañeros.

Lo anterior se aproxima a lo metacognitivo, en tanto los estudiantes deben reflexionar respecto a los conocimientos químicos, deben planificar la forma en que van a relacionar los conceptos a través de proposiciones y cómo los van a graficar, así como deben valorar más adelante el sentido químico o validez de las relaciones que han establecido. La dimensión metateórica se evidencia cuando los estudiantes observan la forma en que van cambiando las relaciones conceptuales que han logrado establecer y cómo ello se constituye en saber químico válido.

4.2. DIAGRAMAS V:

Los diagramas V, uve, en V, del conocimiento, heurísticos o de Gowin (Novak y Gowin, 1988), son esquemas que tienen como objetivo guiar y presentar de manera lógica todo un proceso de construcción del conocimiento a partir de la resolución de una situación. Evidentemente, este instrumento es coherente con los modelos de resolución de problemas y de aprendizaje por investigación dirigida, pues muestra cómo se parte de la identificación de fenómenos, los cuáles son problematizados, motivando la elaboración teórico-metodológica-valorativa que permita llegar a la resolución; además es un medio para que los estudiantes construyan modelos para comprender e intervenir la realidad y los docentes evalúen el aprendizaje.

En el diagrama que se presenta a continuación, se presenta de manera general las partes del diagrama y con líneas discontinuas se muestra el orden en que se relacionan las partes o relaciones entre las mismas:



Como ejemplo, García, Insausti y Merino (2003) presentan una investigación en didáctica de la física en la educación superior, en la que estructuran las prácticas de laboratorio como “pequeñas investigaciones”, los cuáles son evaluados a través de los diagramas V. Para los autores, el diagrama permite que el estudiante desarrolle un esquema mental integrador, que conduce al estudiante a través de las actividades propias de la construcción de conocimiento científico, y además son una herramienta eficaz de evaluación y autoevaluación.

En el caso presentado por Ladino y Tovar-Gálvez (2006 b), el estudiante realiza una lectura sobre preservación de alimentos por irradiación con rayos UV, construir un diagrama heurístico a partir de la información del texto, y finalmente responder unas preguntas que guiarían la construcción del reporte metacognitivo. En los resultados, los autores muestran cómo los estudiantes reportan los beneficios que le encontraron al realizar el diagrama UVE, pues les implicaba mirar más a fondo la temática de la lectura, poder explicar mejor el tema de la lectura (lo que se puede entender como mejor comprensión) y la posibilidad de aplicarlo a otras áreas.

Por otro lado, ubicado en La educación secundaria, Ramos (2009) presenta una investigación cualitativa que concibe los diagramas V como una estrategia de mediación metacognitiva, la cual tiene como objetivo evaluar tal aporte y así mismo mejorar los procesos de planeación, desarrollo y evaluación de los trabajos prácticos del laboratorio de Química. La autora halla que el uso de los diagramas V propicia el pensamiento reflexivo y la auto-regulación de la acción durante todo el proceso de las prácticas de laboratorio.

4.3. REPORTES METACOGNITIVOS:

El reporte metacognitivo puede ser entendido como un medio a través del cual se recolecta información que dé cuenta del Funcionamiento Metacognitivo de un sujeto, a través de evidencias que permitan valorar los desempeños frente a situaciones particulares. Así, el reporte metacognitivo es un registro que permite identificar el nivel de reflexión, de administración y de evaluación que un sujeto logró sobre sus las posibilidades cognitivas cuando se enfrentó a una situación o una tarea. Es una alternativa metodológica que el docente presenta a los estudiantes con dos objetivos: a) que éstos logren reflexionar frente a la tarea, administrar en función de desarrollar la tarea y evaluar el desarrollo de la tarea, y b) obtener información que sirve como evidencias del nivel de funcionamiento metacognitivo logrado por los estudiantes y la cual permite orientar los procesos didácticos y el logro de mayores niveles de desempeño en lo cognitivo (realización de la tarea) y metacognitivo (reflexión, administración y evaluación sobre el proceso).

De acuerdo con lo anterior, el reporte metacognitivo no sólo es un registro de las actividades o evidencias de las tareas realizadas por los estudiantes, sino que además es un espacio que motiva a que el sujeto de cuenta de su

proceso, de la realización de la tarea, de sus resultados, a que describa cómo fue su acción, a que valore sus resultados y las formas en que los obtuvo. El aspecto metateórico se aproxima con la posibilidad de tener una lectura del proceso de construcción de conocimiento logrado por parte de los estudiantes, además con la evidencia de las formas en que se puede construir dicho conocimiento.

Algunas investigaciones centradas en la práctica docente (Gunstone y Northfield, 1994), muestran cómo el reporte metacognitivo construido por los docentes es un elemento crucial en el “aprender a enseñar”. Los investigadores señalan la importancia de que el profesor aprendiz tenga acceso a informes metacognitivos sobre su propio proceso de cambio conceptual (ya sea en sus ideas y creencias sobre enseñanza y aprendizaje, sus ideas y creencias sobre el contenido disciplinar, sus inteligencias y problemas epistemológicos alrededor de estos contenidos).

En otro espacio, Ladino y Tovar-Gálvez (2006 b) emplean una lectura-guía, para orientar la construcción del reporte metacognitivo, la cual consta de tres secciones: a) manifestación de ideas previas de los estudiantes sobre el tema de gases; buscando evidenciarlas de manera explicativa-escrita y a través de modelos gráficos, b) actividades de comprensión lectora, que buscaban que el estudiante determinara ideas principales, secundarias, conceptos de ciencias involucrados y conceptos que no comprendiera, y C) evaluación de las estructuras conceptuales previas (ya explícitas y escritas), desde la información contenida en el texto sobre el tema de gases (información nueva).

Con el instrumento construido según la descripción anterior, se puede orientar al estudiante para que reconozca los conocimientos que tiene respecto al tema a tratar, de tal manera que busque su relación con los

nuevos conocimientos, para que haga uso de los mismos y para que finalmente evalúe su desempeño; de tal manera que el estudiante tiene una posibilidad para lograr Funcionamiento Cognitivo al resolver la situación planteada a partir de la lectura y para lograr Funcionamiento Metacognitivo al reflexionar, administrar y valorar sus posibilidades frente al problema y al dar cuenta de su proceso.

En otra investigación, Tovar-Gálvez (2011) construye e implementa una estrategia meta-lectora para lograr tres aspectos esenciales: a) evaluar los niveles de funcionamiento cognitivo y metacognitivo respecto a la lectura de textos de ciencias, b) promover mayores niveles de funcionamiento cognitivo y metacognitivo respecto a la lectura de textos de ciencias, c) dar a los estudiantes elementos metodológicos para realizar procesos lectores y meta-lectores con mejor desempeño. En el marco de esta estrategia, los reportes metacognitivos se sitúan posteriormente a los procesos de reflexión respecto al tema de la lectura, de administración de recursos cognitivos en la elaboración de una estrategia lectora, de realización de la lectura y de comprensión lectora por resolución de problemas y construcción de mapas conceptuales; de tal manera que el reporte presenta ítems que orientan a que el estudiante de cuenta de todo el proceso anterior.

De acuerdo a lo anterior, los estudiantes tienen procesos previos a la lectura, el proceso lector, y procesos posteriores a la lectura; siendo en estos últimos articulado el reporte metacognitivo a través de preguntas orientadoras. Además, cada momento es evaluado a través de indicadores definidos para el Funcionamiento Cognitivo y Funcionamiento Metacognitivo. En el cuadro que aparece a continuación se ve la estructura de la guía para construir el reporte, en el que se muestran los Indicadores definidos para cada una de las dimensiones metacognitivas en el campo lector, los que se evalúan en

uno o más ítems o preguntas orientadoras. La definición de los indicadores sugiere el contenido de las preguntas o ítems en la guía.

Figura 5. Estructura de instrumento para evaluar funcionamiento metacognitivo

Dimensión	Indicador de Funcionamiento Metacognitivo	Ítem
Reflexión	I19: Evalúa sus costumbres lectoras	1
	I2: Reconoce sus esquemas conceptuales al hacer explícitos los conceptos que conoce y que no conoce, en relación con el tema de la lectura y de manera previa	2 y 3
Administración	I12: Describe y valora la estructura y ejecución de sus estrategias	4
Evaluación	I17: Evalúa el éxito de sus estrategias de solución a los ejercicios	5
	I18: Evalúa la estructura y contenido del mapa conceptual	6
	I20: Evalúa sus aprendizajes	7 y 8
	I12: Describe y valora la estructura y ejecución de sus estrategias	9
	I21: Evalúa la estrategia metacognitiva	10

Tomado y adaptado de Tovar-Gálvez, 2011.

4.4. PORTAFOLIO:

El portafolio es una herramienta que permite sistematizar un proceso a través de evidencias, de tal manera que se puede hacer una lectura y valoración permanente de la consecución de los objetivos de aprendizaje basada en los

registros allí contenidos. El valor metacognitivo del portafolio está en que el docente de la posibilidad de que los estudiantes reflexionen sobre la forma en que ha venido construyendo sus aprendizajes, sobre las dificultades que se pueden identificar, sobre el logro de los objetivos planteados, sobre la pertinencia de las actividades realizadas y de las evidencias recolectadas, entre muchos otros aspectos, porque de lo contrario el portafolio se reduce a una simple sucesión de información contenida en una carpeta.

Es posible encontrar variadas experiencias e investigaciones que muestran conceptualización, metodologías y argumentos respecto a los aportes al uso del portafolio para la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, Navarrete, Azcárate y Oliva (2005) presentan una investigación en la que emplean el portafolio como el instrumento que les permite estudiar los cambios en los modelos que construyen los estudiantes de educación primaria respecto al tema “las estaciones climáticas” y cómo tales evidencias aportan a que el docente en formación inicial haga reflexiones frente a dicho proceso de aprendizaje. Así mismo, Briceño y Gamboa (2011) reportan una investigación en la educación superior, en la que emplean el portafolio como instrumento para alternativa para diseñar, sistematizar y retroalimentar el proceso de aprendizaje, por lo que no sólo es un elemento del estudiante, sino también un elemento para el docente; ello le constituye como un proceso didáctico.

Por otro lado, también ubicado en la educación superior, Tovar-Gálvez y Cárdenas (2012) presentan una investigación en la que se caracterizan las estrategias de resolución a problemas planteadas por estudiantes, a través de la evaluación de las evidencias sistematizadas en los portafolio de cada equipo de trabajo. Así, los investigadores toman los portafolios que registran cronogramas de actividades, indicadores-evidencias de actividades para el aprendizaje de la química, para la comprensión del contexto del problema y para hacer lectura del problema desde el conocimiento químico, así como

reportes de evaluación realizadas por los estudiantes. El carácter que se da al portafolio en este trabajo evidencia que se trata del seguimiento a un proceso de resolución de problemas cotidianos desde el conocimiento químico (motivando así el aprendizaje de la disciplina), es un espacio en el que los estudiantes también pueden hacer lectura del logro de los objetivos planteados y es un insumo relevante para el docente en la valoración desde las evidencias.

4.5. EVALUACIÓN GLOBAL:

A través del desarrollo de todo el libro es evidente la importancia que aquí se le da a la evaluación como proceso que posibilita el aprendizaje y la metacognición, así como las interacciones entre los actores del acto didáctico, en tanto es la plataforma para la planeación consecuente con las condiciones de los sujetos y los contextos, en tanto permite regular el desarrollo de las estrategias planeadas, y en tanto se da desde los acuerdos construidos por docentes y estudiantes. Así mismo, la evaluación permite hacer lecturas para construir modelos sobre la construcción del conocimiento; es decir, evaluar como reflexión, permite hacer evidentes los elementos que dan cuenta de las formas de producir conocimiento, siendo así posible estudiar el conocimiento o hacer meta-teoría.

El planteamiento de este subtítulo no es novedoso en tanto se deriva del discurso ya desarrollado anteriormente y de la visión que se acaba de exponer en el párrafo anterior. De esta manera, la evaluación es empleada como una forma de hacer una reflexión de todo el proceso didáctico, orientando al estudiante a valorar cuáles eran sus concepciones iniciales, cómo se fueron transformando, qué obstáculos se presentaron y cómo planear el próximo ciclo en el aprendizaje.

La evaluación global se presenta como un último momento en la evaluación de un ciclo o unidad de aprendizaje, que tiene como objetivo hacer un seguimiento/comparación/análisis al trabajo realizado, dando paso a un nuevo ciclo o unidad temática; de tal manera que el estudiante es realmente involucrado en su aprendizaje y así mismo el docente da mayor carácter investigativo a su práctica en el aula.

Así, teniendo en cuenta la articulación de los instrumentos y procesos que se han revisado en este capítulo, la evaluación global es un espacio para que docentes y estudiantes revisen las evidencias (mapas conceptuales, diagramas uve y otros, reportes metacognitivos y demás contenidos en un portafolios) de los esquemas o múltiples dimensiones del aprendizaje en lo conceptual-administrativo-metodológico-valorativo-comunicativo-epistémico de los estudiantes (Tovar-Gálvez, 2008 b) al inicio del proceso, pudiendo hacer un seguimiento a la construcción conceptual, al aprendizaje de las formas de hacer o actuar frente a problemas planteados, al cambio de actitudes o construcción de visiones frente al conocimiento y sus implicaciones, a las formas de comunicar o presentar o gestionar la información, así como a las visiones respecto a la naturaleza, dinámica y finalidad del conocimiento.

En sentido de lo anterior, Tovar-Gálvez (2009) presenta una experiencia sistematizada en la que se parte de una visión multidimensional del aprendizaje como se expresó en el párrafo anterior, a partir de lo cual se plantea el problema integrador sobre “los residuos”, lo que motiva a que los grupos de estudiantes formulen estrategias de solución haciendo uso del conocimiento químico. La evaluación como proceso regulador y promotor del acto didáctico se evidencia en tres momentos esenciales: a) evaluación inicial de las múltiples dimensiones del saber de los estudiantes, respecto a los conceptos químicos, el problema y el rol del docente en formación frente

a ello, b) el desarrollo de las estrategias de acción de cada grupo, reguladas por instrumentos de evaluación con indicadores, c) evaluación final de todo el proceso, para dar cuenta de lo sucedido en las múltiples dimensiones determinadas.

Figura 6. Ejemplo de integración de dimensiones del saber y evaluación en torno a un problema

PROBLEMA INTEGRADOR: <i>LOS RESIDUOS</i>				
Conceptual	Administrativo -metodológico	Actitudinal Valorativo	Comunicativo	Histórico/epis temológico
EVALUACIÓN INICIAL Y PERMANENTE				
Mapa Conceptual Representación	Estrategias Formuladas	Ensayo sobre rol del docente	Formas de Difusión o Presentación	Estrategias Formuladas Discurso
PROCESO DIDÁCTICO				
Actividades de aprendizaje	Cronogramas, indicadores y matriz de evaluación	Reflexión sobre el problema	Presentación de avances y mesa redonda	Formas de trabajo y decisiones sobre el mismo
AUTO-EVALUACIÓN GLOBAL (MATRIZ)				
Auto-evaluación de uno de los mapas conceptuales	Valoración de las formas de trabajo que propusieron	Reflexión sobre la química frente a los residuos	Valoración de las formas de comunicación al interior del equipo	Reflexión sobre nuevas concepciones sobre el conocimiento científico

Extraído de Tovar-Gálvez (2009).

5. CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO COMPETENCIA EN EL MARCO DE UNA POSTURA CONSTRUCTIVISTA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y DE LA METACOGNICIÓN

Si bien es cierto, la concepción de competencia tiene sus orígenes en el campo corporativo y en términos de calidad, en tanto desempeño esperado de los trabajadores, el avance teórico e investigación educativa han permitido dar nuevos sentidos a la competencia. Ello se evidencia en las actuales construcciones que conciben el desempeño del sujeto como algo que va más allá de lo simplemente operativo, significándole reflexión sobre sus conocimientos y posibilidades, regulación de sus acciones, y reconocimiento de los contextos ambientales y sociales desde sus valores, actitudes y percepciones. Desde estos enunciados es posible evidencia cómo algunas recientes propuesta sobre competencia le vinculan con la metacognición.

5.1. LA MULTIDIMENSIONALIDAD DEL SABER Y LA COMPETENCIA:

El reconocimiento de la multidimensionalidad en la estructura y dinámica del conocimiento científico, permite definir el aprendizaje desde diversas dimensiones. Dicha relación exige diseñar propuestas de enseñanza y evaluación consecuentes con: a) dimensión conceptual, que se refiere a los cuerpos teóricos, b) dimensión metodológica-administrativa, que representa los procesos de construcción del conocimiento, así como las formas en que el sujeto gestiona su aprendizaje, c) dimensión actitudinal, que reconoce la posición del sujeto frente a la ciencia y sus implicaciones, d) dimensión comunicativa, que se centra en el lenguaje especializado de las ciencias, así como en los flujos de información y su gestión, y e) dimensión histórica-epistemológica, comprende las creencias que tiene el sujeto sobre el conocimiento científico (Tovar-Gálvez, 2008 b).

La perspectiva anterior subyace a una postura epistemológica amplia, que concibe el conocimiento científico como una construcción en comunidades, relativo, histórico, en contexto, con consecuencias ambientales (ecológicas y sociales), y con lenguaje y medios de difusión especializados; en conclusión, con estructura y dinámica que comprenden una racionalidad interna (naturaleza del conocimiento y de los modelos teórico-prácticos) y una racionalidad externa (implicaciones ambientales: sociales, económicas, políticas, culturales, ecológicas); lo que implica que la competencia supere el límite de lo conceptual-operativo y se abra a la complejidad.

5.2. METACOGNICIÓN Y COMPETENCIAS:

Partiendo de la idea más básica y general en que la competencia significa saber hacer o saber actuar frente a una tarea (sea intelectual o de carácter operativo), es posible lograr una mayor comprensión si se reflexiona sobre qué atributos (habilidades, procesos, actitudes, saberes) se tienen o hacen falta para abordar dicha actuación y sobre todo, determinar el cómo es que se procede o se debe proceder de manera estratégica; lo que exige adquirir herramientas o estrategias para lograr un mayor desempeño. Estos procesos de reflexión y proceder estratégicamente son entendidos como de carácter metacognitivo, en tanto significan trabajo del sujeto sobre sus acciones, implican la auto-evaluación y el trabajo autónomo. A través del proceso educativo se pretende favorecer el tránsito del control externo, realizado por el docente, al control interno del sujeto; por lo que es necesario enseñar a aprender y desarrollar habilidades, con tendencia al autocontrol.

Así mismo, desde el marco de la metacognición se vislumbra la función del sistema educativo en la construcción de elementos para la autonomía del sujeto, en tanto auto-reconocimiento, auto-regulación y auto-evaluación, así

como para el reconocimiento que el sujeto hace de su acción frente al contexto social.

5.3. COMPETENCIA COMPLEJA:

De acuerdo a lo anterior la formación por competencias es un proceso complejo, en el sujeto articula los conocimientos teóricos, prácticos, valorativos, comunicativos y epistémicos, a través de una estrategia para actuar frente a una situación real de su contexto; aspecto que implica que la competencia supere la idea de lo exclusivamente conceptual-operativo.

De esta manera, si en el proceso formativo se promueve que el sujeto reflexione sobre sus conocimientos, habilidades, procedimientos, valores, formas de comunicación y epistemologías, se está logrando que se auto-reconozca; si se presenta al sujeto situaciones del contexto real de su campo de acción, se está le aportando que sea capaz de reconocerse en el lugar y el momento, para que actúe consecuentemente; si se orienta al sujeto para que administre sus múltiples posibilidades a través de la formulación de estrategias de acción, se está logrando que se auto-gestione; y si se consigue que el sujeto establezca mecanismos para evaluar sus acciones o ejecución de estrategias, se está logrando que se auto-regule. Esto significa una relación entre los múltiples saberes, los procesos metacognitivos, los procesos de la autonomía y el reconocimiento del contexto particular.

Finalmente, es pertinente citar textualmente el concepto construido por Tovar-Gálvez y Cárdenas (2012), que articula los elementos tratados en este capítulo:

La competencia es la posibilidad que tiene un sujeto de articular las múltiples dimensiones de su aprendizaje (conceptual, metodológica, actitudinal,

comunicativa e histórica-epistémica –Tovar-Gálvez, 2008 b-), para la solución de una situación o desarrollo de un proceso en un contexto específico. En este sentido, el desempeño del sujeto va más allá de lo simplemente operativo, significándole procesos metacognitivos (Tovar-Gálvez, 2008 a) como la reflexión sobre sus conocimientos y posibilidades, la regulación de sus acciones, y el reconocimiento de los contextos ambientales y sociales desde sus valores, actitudes y percepciones.

6. DISEÑO DE PROYECTOS DE AULA: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, COMPETENCIAS Y PROCESOS METACOGNITIVOS

6.1. ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO:

Como se ha venido desarrollando el argumento en los capítulos anteriores, se identifica que el trabajo a través de proyectos es un modelo didáctico fundamentado en las posturas constructivistas del conocimiento científico y que propicia la formación por competencias, en tanto es un proceso que parte con la identificación de un problema en un contexto específico, motivando la articulación de las múltiples dimensiones del conocimiento en función de proponer y ejecutar estrategias de solución, así como la regulación permanente del proceso. Aunque el trabajo a través de proyectos es complejo y además de lo didáctico, referido a la enseñanza-aprendizaje-evaluación, abarca lo pedagógico en cuanto a comprensión de la educación y la escuela, así como a la formación de sujetos y de ciudadanía (Tovar-Gálvez y Cárdenas, 2009; Cárdenas y Tovar-Gálvez, 2009; Tovar-Gálvez 2012 a y b), a continuación se presenta una aproximación para la orientación el trabajo por proyectos por etapas:

Figura 7. Estructura general de un proyecto

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Evaluación Diagnóstica o Contextualización	En este momento docente y estudiantes hacen dos tipos de reconocimientos: a) respecto a los múltiples saberes –conceptual, administrativo y metodológico, valorativo, comunicativo y epistémico- que tienen los estudiante respecto a la temática a tratar, b) el contexto en el que se enmarca el problema a resolver y qué perspectivas se

	<p>tienen desde la disciplina para su posible solución. Es trabajo del docente diseñar herramientas, instrumentos y espacios que permitan que el estudiante logre los dos aspectos mencionados; lo cual se constituye en un diagnóstico de las condiciones cognitivas y del contexto de estudio, como punto de partida para el proceso didáctico. Aquí se evidencia fuertemente la <i>reflexión metacognitiva</i>, entendida como <i>reconocimiento</i>.</p>
<p>Diseño o formulación de estrategias de acción frente al problema</p>	<p>El diagnóstico realizado anteriormente permite diseñar estrategias de acción en torno a dos ejes: a) la nivelación de los aspectos cognitivos que son requisitos para abordar los temas a tratar, b) la solución de problema a partir del conocimiento disciplinar a tratar durante tal periodo. Docentes y estudiantes negocian los criterios, instrumentos e indicadores que permitan regular el desarrollo de las estrategias, tanto en lo cognitivo, como en el aprendizaje de la disciplina a través de la solución del problema. En este momento se evidencia la <i>administración metacognitiva</i>, entendida como gestión y regulación.</p>
<p>Ejecución de las estrategias de acción</p>	<p>La ejecución de las estrategias implica hacer manejo de espacios, recursos, materiales, actividades y roles; aspecto que siempre está dirigida por el sistema de evaluación ya acordado. La regulación en el desarrollo de las estrategias busca asegurar el éxito, el enfoque y el avance, a través de la retroalimentación, siendo posible la reformulación de la metodología. Esta etapa tiene un fuerte énfasis en la <i>evaluación metacognitiva</i>, entendida como regulación y valoración.</p>

Socialización del proceso	<p>Hace referencia al manejo, análisis y disposición de la información, el aprendizaje de las formas de hacerlo, la discusión entre integrantes de equipos, la evaluación de lo conseguido y de sus formas de proceder. El docente presente diversas formas para analizar y concluir sobre un proyecto, así como diversas formas de comunicar los resultados: documentos escritos, pósteres o carteles, presentaciones en diapositivas, informes, artículos, entre otros. Se hace necesario hacer <i>reflexión metacognitiva</i> frente a lo logrado en la implementación, <i>evaluación metacognitiva</i> respecto a la valoración del alcance del proyecto y el logro de los objetivos, así como <i>administración metacognitiva</i> de lo logrado en función de disponerlo para la socialización.</p>
Evaluación Global	<p>Asumiendo que se empleó el portafolio como estrategia tanto para evidenciar el proceso de solución del problema, como para hacer seguimiento de los desempeños de los estudiantes, es posible evidenciar desde el diagnóstico inicial, los posibles cambios o construcciones realizadas durante el proceso, así como el estado final. Es relevante el trabajo del docente, puesto que debe proponer el mecanismo, instrumentos o proceso que permita hacer una evaluación conjunta de tal proceso. Este momento es de gran importancia, pues docente y estudiantes <i>reflexionan</i> respecto a las condiciones iniciales, cambios y estados finales de las múltiples dimensiones del saber, <i>valoran</i> la pertinencia y éxito de las estrategias frente al problema y proyectan nuevas formas de <i>administrar</i> los recursos y</p>

	posibilidades para conseguir mejores desempeños.
Nuevos procesos	La evaluación global del proceso que se acaba de cerrar, es el insumo para tener el diagnóstico del nuevo proceso, unidad didáctica, periodo y/o proyecto. Es posible pensar en que el grupo ya se ha familiarizado con la estrategia, con los instrumentos y formas de proceder. De esta manera, el trabajo por proyectos es insumo que da paso a nuevas experiencias a través de proyectos.

6.2. EXPERIENCIAS Y APROXIMACIONES AL TRABAJO POR PROYECTOS

A continuación parcialmente se presentan algunas experiencias que se aproximan al trabajo por proyectos como alternativa de la didáctica de las ciencias, a través de la cual se orienta la formación por competencias, los procesos metacognitivos y los procesos metateóricos. Las experiencias son variadas en cuanto a su metodología y presentan diversas posibilidades, a pesar de estar dirigidas siempre a cursos de química:

- Caso 1. Tovar-Gálvez (2008 a):

En un curso de Química General dado en un grupo que integra estudiantes de primer y segundo semestre de ingenierías de la Universidad Antonio Nariño, desarrollado durante un semestre académico (subdividido en cuatro periodos evaluativos), para el aprendizaje de los ejes temáticos se establece como orientación didáctica general la promoción de procesos metacognitivos y como orientación didáctica específica el estudio de las relaciones CTSA. Para lograr ello, se plantea el problema que emerge de la acumulación de llantas sin uso en las grandes ciudades.

El abordaje del problema de las llantas desde el conocimiento químico y en los cuatro periodos en los que se divide el semestre académico, se definen preguntas orientadoras, ante las cuales los estudiantes proponen hipótesis por grupos de trabajo. Para el eje temático que articula los estados de agregación de la materia, el equilibrio térmico y la Teoría Cinético Molecular, se estipuló la siguiente pregunta problema:

¿Cómo es la estructura microscópica de los componentes de las llantas y en qué medida esta naturaleza permite o no realizar tratamientos específicos?

Esto significa hacer una lectura del problema desde posturas cada vez más complejas; es decir, desde modelos de la materia que se estudian desde lo macro, hacia lo micro. A continuación se presenta un cuadro en el que se especifica la metodología que se siguió al inicio del período académico, guiado por un instrumento que consta de 8 ítems.

Figura 8. Guía inicial para orientar la estructuración de un proyecto, desde los procesos metacognitivos y la resolución de un problema por investigación dirigida.

	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
REFLEXIÓN	Ítem1. Construir un mapa conceptual con los conceptos de las dos primeras unidades temáticas	Se busca evaluar las relaciones conceptuales que los estudiantes consiguen inicialmente
	Ítem 2. Realizar listado de conceptos que no manejan bien	Se espera que identifiquen sus falencias

<p>Ítem 3. Indicar cuáles son las formas o posibilidades que más les interesa y/o conviene para aprender o desarrollar cualquier tema. Para ello señalen algún (as) de las siguientes: Leer (libros, revistas, digital), Escribir, Construir diagramas, Realizar discusiones grupales, Preguntar a expertos, Medios audiovisuales, Realizar exposiciones, Escuchar exposiciones, Ir a laboratorio (diseño de experimentos), Realizar modelos 3D, Visitas (industria, parques, etc), Otro(s). Cuál(es)</p>	<p>El objetivo de presentarles estas posibilidades es que cuando sea el momento de planear actividades de aprendizaje y de solución de la situación, tengan presentes más recursos por los que pueden optar, de acuerdo a sus preferencias.</p>
<p>Ítem 4. En un escrito de 1 página comentar, qué piensan del problema de las llantas usadas y qué creen que pueden hacer como ingenieros y desde la química</p>	<p>Se busca que reflexionen sobre las posibilidades que tienen desde su formación y desde las expectativas que tienen del curso</p>
<p>Ítem 5. Realizar la lectura. Simultáneamente subrayar y extraer en un listado todos los conceptos de ciencias que estén allí involucrados.</p>	<p>Se pretende dar el contexto en el que se articularán los conceptos del curso de química en adelante</p>
<p>Ítem 6. Formular hipótesis frente a la pregunta problema: ¿cómo es la estructura microscópica de los componentes de las llantas y en qué medida esta naturaleza permite o no realizar tratamientos específicos?</p>	<p>Esta actividad conduce a que los estudiantes piensen la posible relación entre sus conocimientos previos con la solución de la situación problema.</p>

ADMINISTRACIÓN	<p>Ítem 7. Programar actividades que les permita: abordar los conceptos que señalaron en el ítem 2, abordar los conceptos que señalaron en el ítem 5 y no comprendieron, profundizar en el tema de la situación problema y dar posibles soluciones, Corroborar la(s) hipótesis que han formulado</p>	<p>Para esta parte, se espera que los grupos retomen los aspectos y posibilidades sobre las que ya habían reflexionado, y ahora planeen su trabajo de aprendizaje y solución de la situación problema.</p>
EVALUACIÓN	<p>Ítem 8. Cada dos semanas deben incluir en un portafolio, un reporte en el que describan el desarrollo de actividades, además de otros aspectos señalados por el docente. En general, el reporte debe contener: Actividad a realizar, descripción de actividad, en qué medida la actividad aportó a la consecución de los objetivos y cuáles actividades no se pudieron desarrollar y por qué</p>	<p>Esta parte representa la evaluación metacognitiva sobre la ejecución y éxito de las actividades articuladas en sus planes. El reporte tiene la función de mostrar el grado de éxito y mostrar las debilidades a mejorar.</p>

- Caso 2. Tovar-Gálvez (2009 c):

Este caso se da en un curso de Químico que busca proporcionar elementos y espacios para que el docente en formación inicial comprenda la dinámica de las ciencias y la relación de ésta con aspectos sociales y ambientales, para que tenga la posibilidad de construir modelos que le permitan la interpretación e intervención de su entorno, desde el ejercicio de la docencia.

Metodológicamente, busca valorar las estructuras previas del estudiante, asociadas a los contenidos disciplinares y prácticos que se van a desarrollar. Se propone plantear una situación problema inicial, ante la cual, los estudiantes en equipos de trabajo, emiten hipótesis y metodologías de solución; ejercicio que finalmente permite dilucidar las concepciones alternativas, epistemologías y metodologías de los estudiantes. Para un segundo momento, los equipos de trabajo y su docente, discuten y definen los instrumentos (estrategias, lecturas, exposiciones, laboratorios, consultas, entre otros) y dirección que se dé al proceso, a través de estrategias. En este periodo de ejecución, se verifican indicadores de logro de las metas. Finalmente, durante la última etapa de la evaluación, se hace una consolidación de los contenidos disciplinares y prácticos, y una retroalimentación; teniendo la oportunidad de tomar decisiones para abordar las próximas unidades e incluso para la promoción.

A continuación se presenta un cuadro en el que se relacionan las unidades temáticas, conceptos, actividades y preguntas. Las preguntas son referentes al problema de los residuos, y se analiza a través de todo el período académico y de manera progresiva. Cada pregunta planteada exige un nivel de análisis para los equipos de trabajo.

Figura 9. Estructura de un curso de química por unidades didácticas o periodos académicos, a partir de la articulación de las temáticas, las actividades de un proyecto y preguntas problema.

UNIDAD	CONCEPTOS	ACTIVIDAD	PROBLEMA
Del modelo macroscópico de la materia al modelo microscópico-visión corpuscular	Problema ambiental: residuos	Presentación del componente	¿Qué son y de dónde provienen los materiales considerados residuos?
		Reflexión desde profesión docente	
	Modelos sobre la materia, Relaciones materia-energía Residuos	Reflexión sobre estructuras iniciales: sobre las temáticas y el problema	¿Qué propiedades físicas poseen y cuál es su estructura?,
		Diseño de estrategias de solución	¿De qué manera pueden ser tratados dichos materiales?
		Definición de criterios de evaluación de las estrategias	
	Estados de agregación de la materia y cambio físico + energía, calor y temperatura.	Ejecución de estrategias	
Choques inelásticos, leyes de los gases y discontinuidad de la materia Propiedades macroscópicas de la materia: Volumen y densidad (cálculo), presión	Ejecución de estrategias		

	Solución al problema desde el modelo microscópico de la materia (visión corpuscular)	Presentación de resultados de estrategias (informe y otros medios de comunicación)	
		Presentación de resultados de evaluación	
UNIDAD	CONCEPTOS	ACTIVIDAD	PROBLEMA
Modelo atómico-molecular de la materia	Modelo Atómico-Molecular de la materia Diferencia entre: átomo-molécula; elemento-compuesto; sustancia-mezcla Impacto ambiental	Reflexión sobre estructuras iniciales: sobre las temáticas y el problema	¿Cuál es la estructura de los componentes de los materiales considerados residuos? ¿Qué impactos ambientales producen? ¿De qué manera pueden ser tratados?
		Diseño de estrategias de solución	
		Diseño de guía para evaluación de impactos ambientales de los residuos	
	Teoría atómica, enlace y estructura molecular, mezclas	Ejecución de estrategias	
	Identificación de residuos y evaluación de impactos	Salida de Campo	

	Solución al problema desde el Modelo Atómico-Molecular de la materia	Presentación de resultados de estrategias (informe y otros medios de comunicación)	
		Presentación de resultados de evaluación	
UNIDAD	CONCEPTOS	ACTIVIDAD	PROBLEMA
Mezclas	Interacciones soluto-solvente Cambio Químico Visión general del problema	Reflexión sobre estructuras iniciales: sobre las temáticas y el problema	¿Qué tipo de procesos mecánicos, químicos y biológicos se pueden emplear para tratar los materiales considerados residuos?
		Diseño de estrategias de solución	
		Definición de estructura de informe final y forma de comunicación	
	Solubilidad, electrolitos, soluto-solvente, concentración, propiedades coligativas	Ejecución de estrategias	

UNIDAD	CONCEPTOS	ACTIVIDAD	PROBLEMA
Reacción Química	Ecuaciones Químicas y Reacciones Químicas	Ejecución de estrategias	¿Qué tipo de procesos mecánicos,
	Solución al problema de aspectos mecánicos, químicos y posiblemente biológicos	Presentación de resultados de estrategias (informe final y otros medios de comunicación)	químicos y biológicos se pueden emplear para tratar los materiales considerados
		Evaluación global del proceso	residuos? ¿Cuál ha sido mi proceso durante este período?

- Caso 3. Tovar-Gálvez y Cárdenas (2012):

Para dinamizar el proceso de aprendizaje de la Química en un curso dirigidos a estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Antonio Nariño, en términos de la Formación en Competencias y del desarrollo de la Dimensión Administrativo- Metodológica, se plantea articular las teorías y conceptos químicos a preguntas sobre situaciones cotidianas, lo que permite contextualizar lo teórico en casos particulares; convocando a los equipos de estudiantes a proponer estrategias de acción para abordar la situación a resolver, desde lo químico.

Dicho proceso exige que el docente no sólo se centre en lo concerniente a la química, sino que aporte aspectos administrativos-metodológicos a los estudiantes, tales como fundamentos sobre lo que son las estrategias, organización de los equipos de trabajo y definición de roles y actividades y

pertinencia de las mismas; aspectos desarrollados a través de explicaciones en las clases y la provisión de guías de trabajo. Las orientaciones descritas anteriormente, permiten definir algunas etapas generales en el proceso de trabajo con los equipos de estudiantes: a) Planteamiento de Situaciones Problema, b) Diseño de Estrategias de Acción, c) Desarrollo de las Estrategias, d) Regulación de las Estrategias, e) Presentación de Resultados frente a la Resolución del Problema.

Como ya se dijo anteriormente, el aprendizaje de la química en este curso se plantea a través del abordaje de diferentes preguntas, a través de periodos relativos, que permiten analizar los fenómenos por medio de diferentes modelos que representan diferentes niveles de interpretación de la materia. El semestre académico se subdivide en varios periodos (cortes evaluativos), para los cuales se presentaron diferentes preguntas, para cuya solución los equipos de trabajo propusieron diversas estrategias.

Figura 10. Ejemplo de problemas planteados y las teorías y conceptos químicos articulados.

SITUACIÓN PROBLEMA PLANTEADA	CONCEPTOS
<p>Dos estudiantes son imprudentes y causan un incendio en el laboratorio de química. Las llamas son originadas, por intentar hacer juegos pirotécnicos, empleando perclorato de potasio y sin revisar la ficha de seguridad correspondiente. Cuando las estudiantes son sacadas de la escena del accidente, se les interroga por los sucesos. Ellas realizan una descripción dentro de la que notaron que ante las llamas, el plástico de</p>	<p>Teoría Cinética Molecular: estados de agregación de la materia, energía, calor, temperatura, propiedades de la materia</p>

<p>algunos recipientes se derritió rápidamente, que la madera se tardó más en llegar a la combustión, que algún material de vidrio exploró y que el metal se calentó mucho. Ante ello, el maestro de la clase le pidió a las estudiantes que durante su suspensión de la universidad, averiguaran sobre:</p> <p>¿Qué condiciones y propiedades físicas o químicas permiten que los materiales estén en un estado u otro a la temperatura ambiente?, ¿cómo es que dichas condiciones y propiedades hacen que los materiales tengan diferentes respuesta con respecto a los aumentos de temperatura?</p>	
<p>Durante la más reciente granizada en la ciudad de Bogotá, muchas actividades tuvieron que ser paradas, se presentaron dificultades para el tráfico automovilístico y se averiaron algunos edificios. Ante dicha situación unos estudiantes de la Universidad Antonio Nariño, sede Circunvalar, resolvieron tomar sus bicicletas para ir a casa. Desafortunadamente el nivel del hielo era tal, que no podían sacar las bicicletas enterradas. Sin embargo, dos estudiantes que habían cursado Química General lograron recuperar sus bicicletas más rápidamente al aplicar una sustancia que trajeron del laboratorio; la sustancia estaba a temperatura ambiente. Los demás que no tenían dicho conocimiento se preguntaron:</p> <p>¿Qué tipo de interacciones se dieron entre el hielo y la sustancia?, ¿qué tipo de sustancias podrían</p>	<p>Mezclas, soluciones, propiedades coligativas</p>

<p>generar la misma situación?, así que varios decidieron ir a experimentar en un laboratorio.</p>	
--	--

REFERENCIAS

- Adúriz-Bravo, A. e M. Izquierdo. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1, 3, Art.1. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero3/Art1.pdf>, ISSN: 1579-1513.
- Adúriz-Bravo, Garófalo, Greco y Galagovsky. (2005). Modelo didáctico analógico. Marco teórico y ejemplos. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, (VII congreso), pp. 1-6. En. http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp484m_0ddid.pdf, ISSN: 0212-4521.
- Angulo, F. (2002). *Aprender a Enseñar Ciencias. Análisis de una Propuesta para la Formación Inicial del profesorado de Secundaria, basada en la Metacognición*. [Tesis Doctoral]. Universidad De Barcelona. En: <http://www.tesisenred.net/handle/10803/4693>, ISBN: 8469997564.
- Arsal, Z. (2010). The effects of diaries on self-regulation strategies of preservice science teachers. *International Journal of Environmental & Science Education*, Vol. 3, No. 3, pp. 85-103. Available in: http://www.ijese.com/IJESE_v5n1_Arsal.pdf, ISSN: 1306-3065.
- Ausubel, Novak y Hanesian, (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista Cognoscitivo*. México: Trillas.
- Briceño, J., y Gamboa, M. (2011). El portafolio: una estrategia para la enseñanza de las ciencias. Experiencia llevada a cabo en una universidad colombiana. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (1), pp. 84-92 En: http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/63/pdf_13, ISSN: 1697-011X.
- Cachapuz, A., Praia, J., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., e I. Martínez (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico de

- conocimiento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14, 1, 155-195. En: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/374/37414108.pdf>, ISSN: 0871-9187.
- Campanario, J. M., Cuerva, J., Moya, A. y Otero, J. C. (1997). El papel de las estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra (IV)
 - Cárdenas Puyo, Nhora y Tovar-Gálvez, J. C. (2009). La investigación en el aula: una puerta a la complejidad. *CD Memorias Segundo Congreso Internacional de Orientación Educativa y Vocacional*, Universidad Autónoma de Baja California. ISBN: 978-99905-996-1-9.
 - Chevallard, (1985) *La transposición didáctica*. Buenos Aires: Aique.
 - Congreso), pp. 447-448
 - El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), pp. 231-242. En: http://www.inet.edu.ar/programas/formacion_docente/biblioteca/didactica_especifica/galagovsky_aduriz.pdf, ISSN: 0212-4521.
 - Escudero, C.; y González, S. (1996). Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), pp. 155-175. En: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID15/v1_n2_a4.pdf, ISSN: 1518-8795.
 - Fernández, Gil, Carrascosa y Cachapuz. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp., 477-488. EN: <http://ensciencias.uab.es/revistes/20-3/477-488.pdf>, ISSN: 0212-4521.
 - Flavell, J. (1976). *Metacognitive Aspects of Problem Solving*, en: Resnick, L. B. (Ed.): *The Nature of Intelligence*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
 - Flórez, R.; Torrado, M.; Mondragón, S., y Pérez, C. (2003). Explorando la metacognición: evidencia en actividades de lectura y escritura en niños y niñas de 5 a 10 años de edad. *Revista Colombiana de Psicología*, 12, pp.

85-98.

En:

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/psicologia/article/viewFile/1193/1742>, ISSN: 0121-5469.

- Furió, C., y Guisasola, J. (1996) Construcción del concepto de potencial eléctrico mediante el aprendizaje por investigación, *Revista de Psicodidáctica*, 1. pp. 79-92. En: <http://ehu.es/ojs/index.php/psicodidactica/article/viewFile/289/286>, ISSN: 1136-1034.
- Galagovsky y Adúriz-Bravo. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales.
- Gallego Badillo, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 3, 3. En: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero3/ART4_VOL3_N3.pdf, ISSN: 1579-1513.
- Gallego-Badillo, R., y Pérez, R. (1997). *La Enseñanza de las Ciencias Experimentales, El Constructivismo del Caos*. Bogotá: Magisterio, mesa Redonda.
- García, G.; Saavedra, M.; Tovar-Gálvez, J., y Vásquez, E. (2006 a). Construcción de Conceptos Científicos desde la Relación Teórico-Práctica en el Aula y los Procesos Industriales: propuesta de Herramienta Didáctica. *CD Memorias VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Química*, Universidad de la Patagonia. En: http://www.unp.edu.ar/jornada_qca/resumenes/PL30.pdf, ISBN 950-763-071-6.
- García, Insausti y Merino. (2003). Evaluación de los trabajos prácticos mediante el diagrama V. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, N° 1, pp. 45-57. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero1/Art3.pdf>, ISSN: 1579-1513.

- Gil Pérez, D. (1993). *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. En: <http://envia.xoc.uam.mx/tid/lecturas/Unidad%20I/Gil%20Perez.pdf>,
- Glasersfeld, Ernst Von. (1991). Constructivism in Education. In: Lewy, A. *The International Encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon Press.
- Gowin, D., y NOVAK, J. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Gunstone, R., and Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16, pp. 523-537. ISSN 0950-0693.
- Jaramillo, A.; Montaña, G.; Rojas, L. (2006). Detección de errores en el proceso metacognitivo de monitoreo de la comprensión lectora en niños. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, Vol 4, No 2, pp. 1-18. En: <http://revistaumanizales.cinde.org.co/index.php/Revista-Latinoamericana/article/view/396/231>, ISSN: 1692-715X.
- Kuhn, T. S. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ladino, Y., y Tovar-Gálvez, J. C. (2006 a) Evaluación Metacognitiva de Nivel de Competencia [resumen]. *CD Memorias VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Química*, Universidad de la Patagonia, ISBN 950-763-071-6. También ver resumen en: http://www.unp.edu.ar/jorna_qca/resumenes/PI23.pdf
- Ladino, Y., y Tovar-Gálvez, J. C. (2006 b) Instrumentos para Evaluar el Funcionamiento Metacognitivo y las Estrategias Metacognitivas. *Resúmenes I Congreso Internacional de Investigación, Educación y Formación Docente*, p. 47, Universidad de Antioquia, ISBN 958-655-976-9. En: http://ayura.udea.edu.co/eventos/congreso_2006/resumenPonencias.pdf

- Ladino, Y., y Tovar-Gálvez, J. C. (2006 c) La Evaluación Metacognitiva en la Formación, Cualificación y Actividad Docente: los Reportes Metacognitivos. *Boletín del Observatorio Nacional de Políticas en Evaluación Educativa ONPE*, 6 (Diciembre), pp. 21-25. En: http://www.pedagogica.edu.co/admin/docs/1257718239boletin_onpe_n6_dic_2006.pdf
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Latour, B., y Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.
- Manassero Más, M., y Vázquez Alonso, A. (2001). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), pp. 15-27. En: <http://ensciencias.uab.es/revistes/20-1/15-27.pdf>, ISSN: 0212-4521.
- Morán, P. (2010). Aproximaciones teórico-metodológicas en torno al uso del portafolio como estrategia de evaluación del alumno en la práctica docente. Experiencia en un curso de Laboratorio de Didáctica en la docencia universitaria. *Perfiles Educativos*, XXXII (129), pp., 102-128. En: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=13214995007>, ISSN 0185-2698.
- Morentin, M y Guisasola, J. (2005). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en los futuros maestros y maestras de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, (VII Congreso), pp. 1-5. En: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp74connat.pdf, ISSN: 0212-4521.
- Navarrete, Azcárate y Oliva (2005). El portafolio como instrumento de investigación y como recurso para la reflexión del docente en formación. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra (VII Congreso). En: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp283pocom.pdf, ISSN: 0212-4521.

- Newton-Smith, J. (1987). *La racionalidad de la ciencia*. Madrid: Paidós.
- Novak, J., y Cañas, A. (2006). *La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a Cómo Construirlos*. Florida Institute for Human and Machine Cognition. En: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Ochoa-Angrino, S., y Aragón, L. (2008). Funcionamiento metacognitivo de niños escolares en la escritura de un texto narrativo antes y después de una pauta de corrección conjunta. *Acta colombiana de psicología*, 11 (2), pp. 77-88. En: http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/23_1278_v11n2-art7.pdf, ISSN 1909-9711.
- Oliva, J. M., Aragón, M., Bonat, M., y Mateo, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 429-444. En: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v21n3p429.pdf>, ISSN: 0212-4521.
- Parolo, M., Barbieri, I., y Chrobak, R., (2004). La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las ciencias*, 22(1), Pp. 79-92. En: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v22n1p79.pdf>, ISSN: 0212-4521.
- Piaget, Jean. (1975). *Introducción a la epistemología genética*. Buenos Aires: Paidós.
- Pino, M., y Ramírez, I. (2009). Estrategia que favorece la comprensión de problemas y la planificación de su resolución, durante la enseñanza de la Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3 (1), pp. 55-61. En: <http://journal.lapen.org.mx/jan09/LAJPE%20212%20Pino%20preprint%20f.pdf>, ISSN 1870-9095.
- Quintanilla, Izquierdo y Adúriz-Bravo. (2005). Avances en la construcción de marcos teóricos para incorporar la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra (VII), p'p. 1-4. En:

http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp478av_acon.pdf, ISSN: 0212-4521.

- Ramos, O. (2009). La V de Gowin en el laboratorio de química: una experiencia didáctica en educación secundaria. *Investigación y Postgrado*, Vol. 24 Nº 3, pp. 161-187. En: <http://www.scielo.org.ve/pdf/ip/v24n3/art08.pdf>
- Soto, C. (2003). *Metacognición cambio conceptual y enseñanza de las ciencias*. Bogotá: Magisterio.
- Sutz, Judith. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, pp. 145-169. En: <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a06.htm>, ISSN: 1022-6508.
- Tovar Gálvez, J. C., (2011 b). *Estrategia metacognitiva para mejorar el proceso lector sobre textos de ciencias (metalectura)*. [Tesis de Maestría]. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional. Colombia.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2004) *Potenciación de Estrategias Metacognitivas para la Comprensión de Textos Científicos desde los Métodos Cognitivos*. Proyecto Práctica Pedagógica y Didáctica III, Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2005). Evaluación metacognitiva y el aprendizaje autónomo. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número Extra, (II Congreso), Bogotá, ISSN: 0121-3814.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2008 a). Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(7). En: <http://www.rieoei.org/deloslectores/2161Tovarv2.pdf>, ISSN: 1022-6508.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2008 b). Propuesta de modelo de evaluación multidimensional de los aprendizajes en ciencias naturales y su relación con la estructura de la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka Sobre*

Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 5 (3), pp. 259-273. En: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92050302>, ISSN: 1697-011X.

- Tovar-Gálvez, J. C. (2009 a). La dinámica de las ciencias como modelo didáctico: propuesta para el aprendizaje del concepto reacción química y generación de actitudes hacia la ciencia, a través del estudio de los problemas de la organización espacial del laboratorio y el manejo de residuos químicos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), pp. 490-504. En: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART6_Vol8_N2.pdf, ISSN: 1579-1513.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2012 a). Hacia una educación ambiental ciudadana contextualizada: consideraciones teóricas y metodológicas desde el trabajo por proyectos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58(2), pp. 1-11. En: <http://www.rieoei.org/expe/4322Tovar.pdf>, ISSN: 1022-6508.
- Tovar-Gálvez, J., y Cárdenas, N. (2012). La importancia de la formación estratégica en la formación por competencias: evaluación de las estrategias de acción para la solución de problemas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(1). En: <http://redie.uabc.mx/vol14no1/contenido-tovarcardenas.html>, ISSN: 1604-4041.
- Tovar-Gálvez, J., y Cárdenas, N. (2009). Perspectivas en enseñanza-aprendizaje: formación en competencias y metacognición a través de proyectos. *Revista Espíritu Científico en Acción*, 5(10), pp. 22-34. En: <http://www.educacionbc.edu.mx/departamentos/investigacion/publicaciones/espirituaccion/Archivos/10/A.pdf>, ISSN: 1870-3984.
- Tovar-Gálvez, Julio César. (2011 a). La reflexión y la autoevaluación en la transformación de los procesos de educación ambiental: estudio de un caso en el Jardín Botánico de Bogotá. *Revista Luna Azul*, 32(Enero- Junio), Pp. 32-44. En:

<http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=607>,
ISSN: 1909-2474.

- UNESCO – ICSU. (1999). *Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico*, [en línea], [consultado en: 16 de agosto de 2001]: Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>
- Vázquez, Ángel; Acevedo, José; Manassero, María y Acevedo, Pilar. (2005). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra (VII Congreso), pp. 1-6. En: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp87consob.pdf, ISSN: 0212-4521.
- Vygotsky, Lev. (1979). *El desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. Barcelona: Crítica.
- Zamorano, R., Gibbs, H., Moro, L., y Viau, J. (2006). Evaluación de un modelo didáctico analógico para el aprendizaje de energía interna y temperatura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 3(3), pp. 392-408. En: http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen3/Numero_3_3/Zamorano_et_al_2006.pdf, ISSN: 1697-011X.



MoreBooks!
publishing



yes i want morebooks!

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at

www.get-morebooks.com

¡Compre sus libros rápido y directo en internet, en una de las librerías en línea con mayor crecimiento en el mundo! Producción que protege el medio ambiente a través de las tecnologías de impresión bajo demanda.

Compre sus libros online en

www.morebooks.es



VDM Verlagsservicegesellschaft mbH

Heinrich-Böcking-Str. 6-8
D - 66121 Saarbrücken

Telefon: +49 681 3720 174
Telefax: +49 681 3720 1749

info@vdm-vsg.de
www.vdm-vsg.de

