

**ELEMENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS QUE
CONTRIBUYAN A LA MEDIACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL EN
LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA: UNA MIRADA DE CINCO
LICENCIADOS EN BIOLOGÍA DE LA BÁSICA MEDIA**

CYNDI JULIET BERNAL

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE
BIOLOGÍA
BOGOTÁ
2017**

**ELEMENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS QUE
CONTRIBUYAN A LA MEDIACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL EN
LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA: UNA MIRADA DE CINCO
LICENCIADOS EN BIOLOGÍA DE LA BÁSICA MEDIA**

CYNDI JULIET BERNAL

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

DIRECTOR:

CARLOS JULIO VARGAS VELANDIA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

BIODIDÁCTICA Y RECURSOS EDUCATIVOS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE
BIOLOGÍA
BOGOTÁ**

2017

NOTA DE ACEPTACIÓN:

A Rosmery, mi madre, apoyo incondicional
Y fuente de valor.

Agradecimientos

Este ha sido un largo proceso en el que he necesitado acompañamiento de diversas personas, motivo por el cual agradezco de manera distintiva a cada uno de ellos en este apartado.

Contexto educativo

Para comenzar quiero extender mi gratitud al profesor Carlos Julio Vargas Velandia quien fue el que acompañó y orientó este trabajo de grado, realizando las oportunas recomendaciones y acompañamientos, ayudándome no solo en términos de un trabajo de grado sino en aspectos de tipo profesional y personal. De igual manera agradezco a la Línea de Investigación Bio-didáctica y Recursos Educativos, al Departamento de Biología y a la Universidad Pedagógica Nacional, por los espacios de formación profesional y personal ofrecidos.

Por otro lado, quiero agradecer Julián Andrés Giraldo Mejía por ser el primero en creer en esta propuesta de investigación y a las profesoras: Análida Hernández, Silvia Gómez, Leslie Sánchez y Deysi Serrato por las asesorías brindadas.

También quiero dar mis más sinceros agradecimientos al profesor Julio Alejandro Castro por brindarme asesorías y espacios de discusión desde los cursos que ofrece en el departamento de biología y desde otros espacios de conversación que se entablaron.

Un especial agradecimiento por su tiempo, comprensión, colaboración y mejor disposición a los profesores que participaron de manera voluntaria en el proceso de

investigación, Gonzales, S., Arenas, M., Fajardo, K., Guzmán, M., y Roa, D.

Por supuesto, quiero agradecer a dos amigos y colaboradores de la universidad, en primer lugar, a Jeison quien se encarga del área de sistemas en el departamento de biología y a Alejandro Guzmán quien se desempeña en la biblioteca, quienes han sido esenciales en este proceso, pues gracias al valor agregado que ponen cada día en su trabajo la comunidad educativa de la Universidad Pedagógica Nacional cumplen sus sueños.

Finalmente, en este apartado agradezco a mis compañeras Katherine Bello, Magda Rodríguez, Sindi Mancipe, Paola Sáenz y Mónica Gonzales por preguntar constantemente por el proceso que se llevó a cabo y por escuchar mis ideas locas acerca del trabajo de grado.


Contexto familiar

En segundo lugar, agradezco a mi familia por el acompañamiento moral y las palabras de aliento que tuvieron a lo largo de este proceso y sin las cuales esto no hubiera sido posible, en especial a mi madre Rosmery Bernal, mis tías Constanza, Niyired y Marta Bernal, mis hermanos Oscar Beltrán, Javier Ruiz y Camilo Bernal.

Quiero agradecer a mis hermanas postizas Andrea Velandia, Catalina Sierra y Katherine Fajardo, por su acompañamiento en la universidad y en la vida, porque esto más que ser un trabajo de grado es el resultado de un proceso educativo del cual han hecho parte a través de su fiel amistad y cariño. También quiero agradecer a Edgar Velandia, Helly Flórez, Cecilia Amaya y Pedro Sierra por acogerme siempre en sus hogares y brindarme su apoyo incondicional.

Amigos y allegados

En último lugar, pero no menos importante quiero agradecer a mis compañeros y amigos de trabajo por estar siempre pendiente de este proceso y por brindarme las herramientas materiales y las palabras de aliento necesarios para continuar con este proceso, especialmente a: Jackeline Alape, Karol Vargas, Nathalia Martínez, Diana Fierro, Gladis Guevara, Sonia Tinoco, Andrea Murcia, Nathalia Herrera, Sebastián Serrano, Carlos Betancourt, Edgar Ramírez, Leidy Suarez, Estefanía Gómez, Cristian Burgos, Karen Martínez, Mónica Vallejo Stefany Rubio, Yuli Sánchez, Claudia Linares.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Ministerio de Educación</small>		FORMATO	
RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE			
Código: FOR020GIB		Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012		Página viii de 7	
1. Información General			
Tipo de documento	Trabajo de grado		
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central		
Título del documento	Elementos conceptuales y metodológicos que contribuyan a la mediación del trabajo experimental en la Enseñanza de la Biología: una mirada de cinco Licenciados en Biología de la básica media		
Autor(es)	Bernal, Cyndi Juliet		
Director	Vargas Velandia, Carlos Julio		
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 280 p.		
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional		
Palabras Claves	ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA, PRÁCTICA EXPERIMENTAL, MEDIACIÓN		

2. Descripción
<p>En el presente trabajo de grado, se lleva a cabo una caracterización de los elementos conceptuales y metodológicos que median en las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología; para lo cual, se toma como referente la mirada de cinco licenciados en biología que se encuentran enseñando en la básica media; cuatro de ellos, son egresados de la Universidad Pedagógica Nacional de Licenciatura en Biología y uno de la Universidad Francisco José de Caldas, del mismo programa. También se toman en consideración diversos referentes teóricos en torno a la didáctica de las ciencias, la experimentación, las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, entre otros. Como elemento de contraste, se analizan algunas de las prácticas experimentales que aparecen en medios y recursos de circulación masiva, en este caso los libros de texto de tres editoriales, y videos alojados en el canal YouTube.</p> <p>Lo anterior, permite dar cuenta de la mediación que se presenta cuando “Experimentos” que aparecen en medios y recursos de circulación masiva son transformados por los profesores e integrados como prácticas experimentales en el ámbito educativo, para lo cual, se tienen en cuenta diversos elementos que van enfocados hacia procesos de aprendizaje en estudiantes de la básica media, algo que se puede decir, distingue la experimentación científica de la escolar.</p>

3. Fuentes
Referencias Bibliográficas

Para este trabajo de grado se aborda un total de 128 fuentes bibliográficas, que dan cuenta de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, los trabajos prácticos, la didáctica de las ciencias, la oferta de “trabajos prácticos” en libros de texto y videos, entre otros; debido a la gran expansión de estas, a continuación, se muestran algunas de estas.

Abou, L., y Godoy, M. (2007). Experimentação nas aulas de biologia e a apropriação do saber. Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação. Recuperado de: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/446-4.pdf>

Adúriz, A. (1999). La didáctica de las ciencias como disciplina. Recuperado de: [http://gredos.usal.es/xmlui/bitstream/handle/10366/69576/La didactica de las ciencias como discip.pdf?sequence=1](http://gredos.usal.es/xmlui/bitstream/handle/10366/69576/La%20didactica%20de%20las%20ciencias%20como%20discip.pdf?sequence=1)

Aduriz, A. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. España: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_3_1.pdf

Águila, F. Z. (2007). Filosofía de la imagen: lenguaje, imagen y representación. UNAM. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=X2GB40OCCTMCyprintsec=frontcoverydq=filosofia+de+la+imagen+pdfyhl=esysa=Xyved=0ahUKEwiV6q3PzpbTAhUDYiYKHRWVAjsQ6AEIGDAA#v=onepageyqyf=false>

Aleixandre, M., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E y De Pro, A. (2003). Enseñar ciencias. (3ra reimpresión, 2009). Barcelona: Grao. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/cienciaspsiquicas/ensear-ciencias-38777790>

Araújo, D. (2011). A importância da experimentação no ensino de biologia. Recuperado de: <http://bdm.unb.br/handle/10483/1925>

Arce, M. (2002). El valor de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales. el taller de ciencias para niños de la sede del atlántico de la universidad de costa rica: una experiencia para compartir. Educación, 26(1). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/440/44026112/>

Barbero, J. (1987). De los medios a las mediaciones: comunicación, cultura y hegemonía. Convenio Andrés Bello. Recuperado de: http://perio.unlp.edu.ar/catedras/system/files/de_los_medios_a_las_mediaciones.pdf

Barbero, J. (2015). Cuando la tecnología deja de ser una ayuda didáctica para convertirse en mediación cultural. CONVIVENCIALIDAD, TECNOLOGÍA Y DESEMPODERAMIENTO, 5. Recuperado de: http://ilusionismosocial.org/pluginfile.php/1172/mod_resource/content/2/Convivencialidad%20tecnologia%20y%20desempoderamiento_Autogestion9.pdf#page=5

Bocanegra, L., y Ortiz, K. (2013). Las mediaciones dentro del contexto escolar ¿cómo median los docentes del grado segundo del Colegio Enrique Olaya Herrera IED con respecto a la noción de televisión en el aula? Recurso Electrónico. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Bonilla, E., y Rodríguez, P. (1997). La investigación en ciencias sociales: más allá del dilema de los

métodos. Bogotá, Colombia: Norma.

Brousseau, G. (2007). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas/Introduction to study the theory of didactic situations: Didactico/Didactic to Algebra Study (Vol. 7). Libros del Zorzal. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/287885313/Guy-Brousseau-Iniciacion-al-estudio-de-la-teoria-de-las-situaciones-didacticas-pdf>

Cañal, P., del Carmen, L., García, S., Aleixandre, M., Márquez, C., Martínez, C., Pedrinaci, E., de Pro, A., Pujol, R., y Sanmartí, N. (2011). Didáctica de la Biología y la Geología (Vol. 22). Grao.

Casanueva, M., y Bolaños, B. (2009). El giro pictórico. Epistemología de la imagen. México: Anthropos.

Cerda, H. (1993). Los elementos de la investigación. Segunda edición. Bogotá (Ed.) El Búho. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/aliriotua/cerdahugoelementosdelainvestigacion>

Colegioobradoiro. (2014). proyecto aprendizaje basado en problemas. Recuperado de: <http://colegioobradoiro.blogspot.com.co/p/proyectos.html>

Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la Educación científica. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 23 (2), 157-181. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6274/12764>

Castro, J. (2011). Estilos de razonamiento científico y enseñanza de la Biología: posibles conexiones y propuestas didácticas. *Revista de Educación en Biología*, 14(2), pp-5.

Castro, J. (2013). Conocimiento práctico, historia, filosofía y enseñanza de la biología: el caso de la herencia biológica. *Revista Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (34), 103-125. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n34/n34a07.pdf>

Chevallard, Y. (1998). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado (Claudia Gilman, trad). Argentina: editorial Aique. Recuperado de: <http://cesee.edu.mx/assets/plan-de-la-ens.-y-ev.-del-aprend.-i.pdf>

Do Carmo, S., y Schimin, E. (2013). O ensino da biologia através da experimentação. Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação. Recuperado de: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>

Farias, M., Araújo, M., Rodrigues, E., y Dias, M. (junio, 2011). As atividades experimentais como proposta na abordagem contextualizada dos conteúdos de biología. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8, Campinas. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R1386-1.pdf>

García, E. y Estany, A. (2011). Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. Praxis Filosófica Nueva Serie, (31), 7-24. Recuperado de: http://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/praxis_filosofica/article/view/3424/5169

Giraldo, J. (2016). El experimento en la enseñanza de la biología. Un estudio de caso con licenciados en biología de tres instituciones educativas distritales. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

- Gómez, A. (2013). Estudio del papel de la experimentación y la mediación analógica en un proceso de modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1585-1590.
- González, M. F., y Tallón, J. S. (2013). Los instrumentos antiguos de los gabinetes de física. Propuesta de clasificación y estudio comparativo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2). Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285773>
- Graells, P. M. (2000). Los medios didácticos. Doc online). Última revisão, 3(8), 2010. Recuperado de: http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio1/docs/materiales_estudio/u3_13/Los_medios_didacticos.pdf
- Granés, J., y Caicedo, L. M. (1997). Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de la enseñanza. Análisis de una experiencia pedagógica. *Revista Colombiana de Educación*, 34, 72-73. Recuperado de: http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/rce34_06expe.pdf
- Hacking, I. (1996). Representar e intervenir (Sergio F. Martínez, trad.). (Primera reimpresión, 2001). México: Paidós. (Obra original publicada en 1983).
- Instituto Paulo Freire. (S.F). Acerca de la educación virtual. Recuperado de: <http://institutofreire.edu.co/sitio/primaria>
- Krippendorff, K. (1990). Metodología de análisis de contenido teoría y práctica. Barcelona, España: Piados.
- Luna, M. (2011). Experiencias prácticas en la enseñanza de la biología. En Cañal, p (Ed.), *Biología y geología. Investigación, innovación y buenas prácticas* (Vol. 23) (pp. 121-141). Barcelona: Editorial Grao.
- Mamprin, M., Laburú, C., y Barros, M. (2008). La implementación o no de actividades experimentales en Biología en la Enseñanza Media y las relaciones con el saber profesional, basadas en una lectura de Charlot. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 524-538.
- Meinardi, E. (2010). ¿Cómo enseñar ciencias? *Educación en ciencias*. Buenos Aires: Paidós, (pp. 95-130). Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/247277106/Educacion-en-Ciencias-Meinardi-pdf>
- Mitchell, W. T. (2009). Teoría de la imagen (Vol. 5). Ediciones Akal.
- Mordeglia, C., y Mengascini, A. (2014). Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2), 71-89. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/article/view/755>
- Pensadores.co. (productor). (2014). Jesús Martin Barbero: conceptos clave en su obra. Parte 1: 'Mediaciones' [YouTube]. De: <https://www.youtube.com/watch?v=NveV5ScaZHgyt=314s>

- Pérez, D., y Vilches Peña, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. Recuperado de: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/45418/2259852.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Porlán Ariza, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v16n1/02124521v16n1p175.pdf>
- Puentes M. (2008). Propuesta de un sistema de categorías para el estudio del trabajo práctico en la enseñanza de la biología. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Reyes, I., Enríquez, J., y Eljach, M. (2015). El docente como mediador de recursos educativos virtuales, una propuesta educativa desde Univida. Recuperado de: http://repositorio.bibliotic.info/IMG/pdf/bibliotic2015-ponencian_el_docente_como_mediador_de_red.pdf
- Romero, F. (1998). Una pequeña reflexión sobre los problemas de investigación de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 171-174. Recuperado de: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v16n1/02124521v16n1p171.pdf>
- Rosenblueth, A. (1971). El método científico. México: ediciones científicas. Recuperado de: https://www.academia.edu/6275830/El_metodo_cientifico_by_Arturo_Rosenblueth
- Ruiz, L., y Gómez, E. (2016). La investigación dirigida como estrategia metodológica, para orientar prácticas experimentales de biología. Recuperado de: <http://www.unicauca.edu.co/eventos/index.php/educoloquio/2016/paper/viewFile/129/191>
- Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Caracas (Ed.), panapo. Recuperado de: https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf
- Sampieri, R., Collado, C y Lucio, P. (2010) metodología de la investigación. Quinta edición. DF, México: McGraw-Hill. Recuperado de: http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion%20de%20Edici%C3%B3n.pdf
- Shapin, S. (2000). *La revolución científica: una interpretación alternativa* (Vol. 140). Grupo Planeta (GBS).
- Varas, A. G. (Ed.). (2011). Filosofía de la imagen (Vol. 12). Ediciones Universidad de Salamanca. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=TArlL0a-EzMCyprintsec=frontcover&dq=filosofia+de+la+imagen&hl=es&sysa=Xyved=0ahUKEwjI8Mf605bTAhWDbiYKHS52C_IQ6AEIHTAB#v=onepage&qyf=true
- Vargas, X. (2011). Investigación ¿Qué es eso? una guía práctica para saber qué es y cómo hacerla, con énfasis en las etapas de la investigación cualitativa (Apropiada para quién hace investigación por primera vez). Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/47469728/Investigacion-Que-es-eso-Guia-practica-para-quien-hace-investigacion-por-primera-vez-con-enfasis-en-investigacion-cualitativa>
- Vasilachis, I. (1992). Métodos cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos. Recuperado de:

<http://seminariodesafios.sociales.uba.ar/files/2014/09/Vasilachis-I-at-al.-M%C3%A9todos-culitativos-I.pdf>

Yepes, D. (2013). Las prácticas experimentales como una herramienta didáctica y motivadora del proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en general y de la Química en particular (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales). Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39499/>

4. Contenidos

Además de la introducción, el planeamiento del problema, la justificación, los objetivos, como componentes preliminares, para este trabajo de grado se establecen cinco capítulos que fundamentan los objetivos propuestos. En el primero, se presentan algunos referentes que dan cuenta del surgimiento de la didáctica de las ciencias como disciplina emergente, las líneas de investigación que en esta se han establecido y algunas de las propuestas que se han planteado desde esta disciplina para la enseñanza de las ciencias en la escuela, tales como la transposición didáctica, la recontextualización del conocimiento y las habilidades científicas. En el segundo capítulo se hace referencia a los medios y recursos didácticos, haciendo énfasis en dos específicamente, los libros de texto de ciencias de sexto a noveno de tres editoriales diferentes y los videos de circulación masiva que contienen actividades experimentales y están almacenados en el canal YouTube; también se aborda la perspectiva de los medios a las mediaciones establecida por Jesús Martín Barbero y se hace un análisis de esta con respecto a la procedencia de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología. En el tercer capítulo se desarrolla lo concerniente al inicio de la experimentación en las ciencias y algunos de los elementos que lo integran; la experimentación en la biología, las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, el experimento entendido desde los libros de texto y los videos. El Cuarto capítulo corresponde al papel de la imagen en la construcción del conocimiento en particular del conocimiento biológico, especialmente en la enseñanza de la biología. En el quinto capítulo se presenta la metodología, que se establece para la investigación y que se ubica en el paradigma hermenéutico interpretativo con un enfoque cualitativo, utilizando para el tratamiento de la información el análisis de contenido. Finalmente se presenta el sexto capítulo integrado por los resultados, análisis y conclusiones.

5. Metodología

Este trabajo de grado se orienta desde el paradigma hermenéutico interpretativo y el enfoque cualitativo; esto con el fin de analizar la mirada de cinco profesores de biología, respecto a los elementos conceptuales y metodológicos que contribuyan a la mediación del trabajo experimental en la enseñanza de la biología; para lo cual, se estableció un sistema de categorías y subcategorías como producto de los diversos referentes teóricos, conceptuales y metodológicos que se tuvieron en cuenta durante todo el proceso de investigación y que ayudaron en la estructuración de la entrevista y los talleres a partir de los cuales se recogió la información. La sistematización e interpretación de la información se hace a través del método de análisis de contenido y la triangulación de la información recogida mediante las técnicas de investigación.

6. Conclusiones

Definitivamente una de las características más relevantes de este trabajo es que se da cuenta de que los profesores de biología aun cuando no lo piensen así y aun cuando intentan apegarse a metodologías científicas, responden a metodologías de enseñanza pues cuando realizan las prácticas experimentales no están pensando en refutar teorías o leyes o producir conocimiento científico, sino que están pensando en enseñar la biología y que los estudiantes la puedan aprender y desarrollar habilidades que les contribuyan en el modo de vida que escojan. Además de que no piensan solo en el desarrollo de habilidades, sino que también pretenden que sus estudiantes vivencien, se diviertan, desarrollen otro tipo de habilidades que no son únicamente de tipo científico, entre otras, que difieren de la manera en que habitualmente se enseñan ciencias y por lo cual se debe dejar de lado el pensamiento de que las prácticas experimentales deben salir bien según la receta funcione.

La práctica experimental en el ámbito educativo se puede entender como la transposición didáctica de la experimentación científica, en tanto aunque este mediando la experimentación, existen muchos elementos que cambian o se transforman drásticamente cuando del contexto educativo se trata, uno de los ejemplos más claros son los fines a los que responde la experimentación científica y la experimentación escolar, pues mientras uno se piense como un proceso a través del cual se contrastan teorías, se refutan conocimientos establecidos de manera errónea, entre otros, en el ámbito educativo se tienen fines de enseñanza, aprendizaje y construcción de conocimiento escolar. Por otro lado, está el hecho que aunque se hable de prácticas experimentales, trabajo experimental, experimentación, entre otros, cada profesor tiene una manera diferente de abordarla, por lo que pretender encontrar una forma estandarizada de dichas prácticas es algo reduccionista en términos educativos, pues como ya se ha visto, en la construcción del conocimiento didáctico del profesor están en juego diversos elementos que lo caracterizan y como ellos mismos lo reconocen, está en juego el contexto, los conocimientos previos y saberes de los estudiantes, entre otros. Aun así y sin intención de estandarizar un proceso tan importante en el ámbito de la enseñanza de la biología, pues los profesores afirman que la biología no puede ser enseñada de una única manera y lo visual juega un papel fundamental en su enseñanza y aprendizaje, es de destacar que a diferencia de los libros de texto y los videos o muchos otros medios y recursos si se analizan, los maestros defienden la amplia participación de los estudiantes en las prácticas experimentales, y aunque no se refieran a las habilidades científicas una por una, si mencionan la necesidad del planteamiento de preguntas por parte de los estudiantes, de la socialización grupal, entre otras por lo que un primer elemento crucial en una práctica experimental debe ser la amplia participación del estudiante en las prácticas pues gracias a esta es que los estudiantes desarrollan sus habilidades científicas, en tanto según algunos profesores la experiencia misma es la que permite que el estudiante se involucre en el proceso de aprendizaje.

Elaborado por:

Cyndi Juliet Bernal

Revisado por:

Carlos Julio Vargas Velandia

Fecha de elaboración del Resumen:

07

08

2017

TABLA DE CONTENIDO

Preliminares	1
1. Introducción	1
2. Antecedentes	5
2.1. Estudios acerca de las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias, específicamente de la biología.	5
2.2. Estudios acerca de las mediaciones en la escuela.	16
3. Problema de investigación	19
3.1. Formulación de la pregunta problema	24
4. Objetivos	24
4.1. Objetivo General	24
4.2. Objetivos específicos	25
5. Justificación	25
6. Marco Teórico.....	31
Capítulo 1	31
6.1. La didáctica de las ciencias una disciplina emergente: Reflexiones y hallazgos para la enseñanza	32
6.1.1. Transposición didáctica y recontextualización de los contenidos científicos en contenidos para la enseñanza	47
6.1.2. El conocimiento didáctico del profesor y la transposición didáctica	49
6.1.3. Algunas dificultades que enfrenta la transposición didáctica	51
6.1.4. Las habilidades científicas, uno de los caminos hacia la enseñanza de las ciencias.	52
6.1.5. La argumentación en el aprendizaje de las ciencias	56
6.1.6. La indagación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.....	58
Capítulo 2	60
6.2. Medios y Recursos didácticos	60
6.2.1. Tutoriales: Las actividades prácticas en YouTube ¿Qué las hace tan llamativas? ...	64
6.2.2. Las actividades prácticas en los libros de texto. ¿Qué las caracteriza?	66
6.2.3. De los medios a las mediaciones en la escuela. Un análisis desde la propuesta de Jesús Martín Barbero	68

Capítulo 3	70
6.3. Experimentación en biología, fenómenos que solo pueden ser estudiados desde este campo de conocimiento.	70
6.3.1. Las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología.....	72
6.3.2. El experimento no es como lo pintan en algunos medios y recursos de enseñanza .	74
6.3.3. El experimento inicio y desarrollo	78
6.3.4. Algunos elementos del experimento científico, necesarios en las prácticas experimentales abordadas en la escuela para la enseñanza de la biología	80
6.3.5. La historia en la enseñanza de la Biología ¿Hay una sola forma de abordarla?	82
6.3.6. Observación de los fenómenos, una relación fundamental en todo el proceso de experimentación.....	85
6.3.7. Son instrumentos en tanto su función los posicione como tal.....	87
6.3.8. En cuanto a lo metodológico. Enseñar ciencias no es seguir el “método científico”	88
Capítulo 4	90
6.4. La imagen, una manera de hacer conocimiento a lo largo de la historia de la humanidad	90
6.4.1. La imagen en la construcción del conocimiento biológico	93
6.4.2. El Papel de la imagen en la enseñanza de la biología.....	95
7. Metodología.....	96
7.1. El paradigma Hermenéutico interpretativo	98
7.2. Enfoque de la investigación	99
7.3. La entrevista	100
7.4. Taller	102
7.5. Sistematización e interpretación de la información.....	103
7.5.1 Triangulación	103
7.5. 2 Análisis de contenido.....	104
7.5.2.1. Codificación.....	105
7.6. Categorías de análisis.....	106

7.6.1. Categoría 1: prácticas experimentales en la Enseñanza de la Biología	107
7.6.1.1. Subcategoría 1.1: Formas de entender las prácticas experimentales	109
7.6.1.2. Subcategoría 1.2: Elementos de las prácticas experimentales.....	110
7.6.1.3. Subcategoría 1.3: El sentido de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología.....	111
7.6.2. Categoría 2: Didáctica de las ciencias (Biología)	112
7.6.2.1. Subcategoría 2.1: Transposición didáctica y recontextualización del conocimiento	113
7.6.2.2. Subcategoría 2.2: Las habilidades científicas en la escuela.....	114
7.6.3. Categoría 3: Medios y recursos didácticos en la enseñanza de la biología	115
7.6.3.1. Subcategoría 3.1: “prácticas experimentales de biología” en medios y recursos	118
7.6.3.2. Subcategoría 3.2: Medios y mediación	119
7.6.4. Categoría 4: El lugar de la imagen en la construcción del conocimiento	119
7.6.4.1. Subcategoría 4.1: La imagen en la construcción del conocimiento biológico. ...	120
7.6.4.2. Subcategoría 4.2: La imagen en las prácticas experimentales de biología en la escuela.....	120
7.7. Muestra de la investigación.....	123
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS	124
8.1. Consideraciones generales	124
8.2 ANÁLISIS DE CATEGORÍAS.....	125
8.2.1. Prácticas experimentales en la Enseñanza de la Biología	125
8.2.1.1. Formas de entender las prácticas experimentales	126
8.2.1.2 Elementos de las prácticas experimentales	132
8.2.1.2.1 Elementos metodológicos	133
8.2.1.2.2. Elementos conceptuales	139

8.2.1.3. El sentido de las prácticas experimentales	143
8.2.2. Didáctica de las ciencias (biología)	146
8.2.2.1. Transposición didáctica y recontextualización del conocimiento	146
8.2.2.2. Las habilidades científicas en la escuela	149
8.2.3. Medios y recursos didácticos en la Enseñanza de la Biología	154
8.2.3.1. “Prácticas experimentales de biología” en medios y recursos	154
8.2.3.1.1. En el caso de los libros de texto	155
8.2.3.1.2 El caso de los Videos.....	159
8.2.3.1.3. Los videos de YouTube Vs los libros de texto	161
8.2.3.2. Medios y mediación	163
8.2.4. LA IMAGEN EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	165
8.2.4.1. La imagen en la construcción del conocimiento biológico.....	166
8.2.4.2. La imagen en las prácticas experimentales de biología en la escuela.....	167
9. CONCLUSIONES	170
10. RECOMENDACIONES	177
11. BIBLIOGRAFÍA	178
12. Anexos	190

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.....	8
Tabla 2.....	17
Tabla 3.....	105
Tabla 4.....	105
Tabla 5.....	121
Tabla 6.....	149
Tabla 7:.....	153
Tabla 8.....	156

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Algunas líneas de investigación en didáctica de las ciencias, adaptación y elaboración, a partir de las líneas propuestas por (Pérez et al., 2009).	44
Figura 2: Habilidades científicas.	56
Figura 3: Diagrama de los elementos metodológicos referenciados por los profesores de biología.....	135
Figura 4: Elementos conceptuales tenidos en cuenta por los licenciados en biología al estructurar las practicas experimentales.	143

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Tabla de fotografías: metodologías de las prácticas experimentales de los profesores de biología	194
Anexo: 2:Formato de validación para taller:.....	196
Anexo: 3: Formato de Validación entrevista:	197
Anexo: 4:Formato de consentimiento Informado.....	199
Anexo: 5: Tabla Unidades de registro de las técnicas de investigación.	225
Anexo: 6: Entrevista: las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología.....	227
Anexo 7: Taller	239
Anexo 8: Matriz segunda parte del taller	241
Anexo 9: “EXPERIMENTOS” ENCONTRADOS EN LOS VIDEOS DE YOU TUBE. Fuente propia.	243
Anexo 10: Trabajos prácticos encontrados en los libros de texto de las tres editoriales.	257
Anexo 11: Elementos metodológicos que tienen en cuenta los cinco licenciados en biología al momento de estructurar practicas experimentales.	261
Anexo 12: Elementos conceptuales que tienen en cuenta los cinco licenciados en biología al estructurar las prácticas experimentales.	261
Anexo 13: Habilidades científicas encontradas durante el proceso de investigación: en esta tabla se muestran coincidencias entre los diferentes referentes. La (X) significa que esa habilidad no fue enunciada por la fuente en donde está ubicada, donde aparece el nombre de la habilidad científica o un sinónimo quiere decir que si es enunciada como una habilidad a desarrollar. .	264

Preliminares

1. Introducción

El presente trabajo de grado se desarrolla en el departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, desde Línea de Investigación Biodidáctica y Recursos Educativos, la cual ha tomado como objeto de estudio algunos elementos necesarios en la enseñanza de la biología en la escuela, tales como; prácticas de laboratorio, prácticas experimentales, salidas de campo, medios y recursos didácticos, entre otros. Dentro de este marco de referencia, se desarrolló la investigación titulada “el experimento en la enseñanza de la biología. Un estudio de caso con Licenciados en Biología de tres Instituciones Educativas Distritales” (Giraldo, 2016). El cual es un referente fundamental para la presente investigación; pues este autor se apoya en la epistemología para dar cuenta de las visiones que se tienen del experimento y la forma en que está siendo abordado en la enseñanza de la biología. A partir de este antecedente y de experiencias propias, surge el interés por indagar acerca de la procedencia, estructura y manejo de dicha actividad experimental en la enseñanza de la biología en la escuela; pues, aunque sean los profesores quienes las integren en las aulas de clases, dichas actividades experimentales proceden de múltiples fuentes, medios y recursos, desarrollados por diferentes personas y con variadas intenciones. En este sentido, vale la pena preguntar ¿qué tienen en cuenta los licenciados en biología al momento de integrar en la enseñanza de la biología en la escuela las actividades experimentales contenidas en dichas fuentes, medios y recursos?, pues aun cuando según Correa y Valbuena (2012) los trabajos

prácticos son reconocidos por los profesores como alternativa en la enseñanza y aprendizaje de la biología; estos requieren de elementos conceptuales y metodológicos que estén guiados por procesos de mediación y transposición didáctica, para poder ser integrados en la escuela, algo de lo que se pretende dar cuenta en esta investigación; por lo que resulta relevante preguntarse ¿basta con que los licenciados en biología integren en la escuela las actividades experimentales contenidas en diferentes medios y recursos de circulación masiva como para que se logren los objetivos de enseñanza y aprendizaje propuestos para estudiantes y profesores?, ¿será que las actividades experimentales estructuradas bajo las metodologías propuestas en medios y recursos de circulación masiva se pueden llevar directamente a cualquier contexto escolar?, ¿será que las actividades experimentales propuestas en medios y recursos de circulación masiva por sí solas garantizan el aprendizaje de la biología o cualquier otra ciencia en la escuela?. Todas estas y otras cuestiones son necesarias al momento de integrar prácticas experimentales o cualquier trabajo práctico en la enseñanza de la biología en la escuela; pues aun cuando la actividad experimental según Abou y Godoy (2007) puede ser una oportunidad para que el estudiante estimule los sentidos, la curiosidad, la reflexión, la creatividad, y la interpretación de la realidad, esta no está exenta de complicar los procesos de enseñanza y aprendizaje, en tanto no se integre de manera reflexiva en el contexto escolar, algo que va a estar directamente relacionado con las mediaciones que se den entre los medios, las prácticas experimentales, el profesor y el estudiante.

Con lo expuesto hasta aquí, es preciso reconocer que aunque los profesores recurren a variados medios y recursos para acceder a “experimentos” que apoyen la enseñanza de la biología, es necesario un proceso de mediación y transposición didáctica, en el cual, como ya se mencionó, se tengan en cuenta diversos elementos conceptuales y

metodológicos que respondan a objetivos y necesidades del contexto escolar, algo que claramente depende del profesor y que no contempla la experimentación científica, pues no es su objetivo, pero si debe serlo para las prácticas experimentales escolares. Por lo cual, para este trabajo se propone Caracterizar elementos conceptuales y metodológicos que contribuyan a la mediación del trabajo experimental en la enseñanza de la biología desde el marco de la didáctica de las ciencias, pues es desde esta disciplina que se pueden problematizar dicha actividad experimental en la escuela.

Con base en este objetivo, se inicia la construcción de un marco teórico como fundamento para establecer categorías de análisis, las cuales son la base de los instrumentos de indagación; también se procede a realizar una revisión de las actividades prácticas que ofrecen los libros de texto de ciencias de sexto a noveno, de tres editoriales diferentes y videos de circulación masiva que se encuentran en el canal YouTube, en tanto estos medios y recursos son algunos de los que se abordan de manera habitual en la escuela. Sumado a esto, se indaga por la mirada que tienen cinco licenciados en biología de instituciones educativas de la básica media, acerca de la actividad experimental en la enseñanza de la biología. Confrontar estas perspectivas resulta pertinente, puesto que aun cuando los medios y recursos presentan diversas alternativas para la enseñanza, por sí solos no garantizan el aprendizaje, Además de que, si bien los profesores tienen un amplio conocimiento de la biología y su enseñanza, no pueden aislar la escuela de aquellos medios, lenguajes y recursos que se desarrollan diariamente en la sociedad, más aún cuando estos también son parte del contexto escolar.

En este sentido, para este trabajo de grado se establecen doce apartados que fundamentan los objetivos propuestos como se expone en la tabla de contenido. En el

caso del apartado de marco teórico, se establecen cuatro capítulos. En el primero, se presentan algunos referentes que dan cuenta del surgimiento de la didáctica de las ciencias como disciplina emergente, las líneas de investigación que en esta se han establecido y algunas de las propuestas que se han planteado desde esta disciplina para la enseñanza de las ciencias en la escuela, tales como la transposición didáctica, la recontextualización del conocimiento y las habilidades científicas. En el segundo capítulo se hace referencia a los medios y recursos didácticos, haciendo énfasis en dos específicamente, los libros de texto de ciencias de sexto a noveno de tres editoriales diferentes y los videos de circulación masiva que contienen actividades experimentales y están almacenados en el canal YouTube; también se aborda la perspectiva de los medios a las mediaciones establecida por Jesús Martín Barbero (1987) y se hace un análisis de esta con respecto a la procedencia de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología. En el tercer capítulo se desarrolla lo concerniente al inicio de la experimentación en las ciencias y algunos de los elementos que lo integran; la experimentación en la biología, las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, el experimento entendido desde los libros de texto y los videos. El Cuarto capítulo corresponde al papel de la imagen en la construcción del conocimiento en particular del conocimiento biológico, especialmente en la enseñanza de la biología.

En el séptimo apartado, se presenta la metodología, que se establece para la investigación y que se ubica en el paradigma hermenéutico interpretativo con un enfoque cualitativo, utilizando para el tratamiento de la información el análisis de contenido. También se presenta en el octavo apartado, los resultados, en el noveno, las conclusiones y en el décimo las recomendaciones.

2. Antecedentes

A continuación, se presentan algunas investigaciones que sirven como referente en cuanto al estado actual de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, y la mediación en el ámbito educativo.

2.1. Estudios acerca de las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias, específicamente de la biología.

De las diversas investigaciones relacionadas con las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología que han sido seleccionadas como referentes para este trabajo, se encuentra que la metodología más empleada por los investigadores de estos trabajos es la cualitativa, apoyándose en estudios de caso, etnografía, revisión documental, entre otros. Los instrumentos comúnmente empleados han sido, cuestionario, entrevista, observación participante y no participante, elaboración de RAES. Para el análisis de la información se ha recurrido a la triangulación y el análisis de contenido.

Teniendo en cuenta que para este trabajo se asume que las prácticas experimentales hacen parte de los trabajos prácticos se toma como referente a Correa y Valbuena (2012) quienes realizan un estado del arte de las investigaciones que se han realizado en cuanto a los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología, encontrando que estos hacen parte del conocimiento didáctico del contenido que tienen los profesores. Con base en esto Puentes (2008) propone un sistema de categorías que permite caracterizar didácticamente los Trabajos Prácticos realizado en la enseñanza y aprendizaje de la Biología; aun cuando este sistema se enfoca en los trabajos de laboratorio y las salidas de campos, es un

importante referente que da cuenta en cierta medida de lo conceptual y metodológico que en este trabajo referencia.

En lo que refiere a las prácticas experimentales, se encuentra que en estas investigaciones, los resultados dan cuenta de la importancia de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, como es el caso de Giraldo (2016); la razón por la cual estas son o no desarrolladas en las aulas de clases como lo pone en evidencia Mamprin, Laburú y Barros (2008); las dificultades más comunes a la hora de realizar prácticas experimentales (P.E) con estudiantes en la escuela, enunciadas por Araújo (2011); algunas de las posibles soluciones a las diversas situaciones adversas del desarrollo de las (P.E) en la enseñanza de las ciencias en general encontradas por Do Carmo y Schimin (2013); el impacto que pueden tener las prácticas experimentales en la enseñanza y aprendizaje de la biología como afirma Yepes (2013); y el papel que estas juegan en la escuela según Farias, Araújo, Rodrigues y Dias (2011). Estos adelantos frente a las (P.E) se han logrado mediante diversas experiencias en aulas de clases en las que se enseña biología. También, se ha logrado caracterizar las prácticas experimentales a través del discurso de los profesores de biología como lo hicieron Mordegliá y Mengascini (2014) y de los experimentos que ofrecen los libros de texto según Mordegliá, Cordero y Dumrauf (2007), ver tabla 1.

Lo anterior, aporta en gran medida a las categorías de análisis que se proponen en esta investigación, pues son las diversas formas de comprender las prácticas experimentales, las dificultades y posibles soluciones a estas, lo que posibilita el posterior análisis de la información obtenida en este trabajo. También vale la pena resaltar que los trabajos existentes acerca de las prácticas experimentales, que aunque son muy pocos en

Colombia, abren camino para hablar de las prácticas experimentales como una línea de investigación en la que se entiende que la experimentación no debe ser tomada como complemento de otras formas de enseñanza sino como un ejercicio de enseñanza independiente y a partir de cual también es posible la enseñanza, el aprendizaje y la construcción del conocimiento biológico en la escuela.

Prácticas experimentales en la enseñanza de la biología

Tabla 1

Estudios acerca de las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias, específicamente de la biología

Tipo de trabajo/Autor/Título	Objetivo	Metodología	Hallazgos y conclusiones
Correa, M y Valbuena, E. (2012). Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología abordados en publicaciones (2004-2006): resultados relacionados con la imagen de práctica. Artículo Universidad Pedagógica Nacional. Licenciatura en biología Bogotá, Colombia	caracterizar los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología a partir de 216 publicaciones encontradas en 16 revistas especializadas realizadas durante el periodo (2004-2008) y hacer un análisis de los aportes a la formación docente derivados de esto	Investigación cualitativa, que se desarrolló en tres fases: contextualización, clasificación y categorización, teniendo como método la investigación documental y la modalidad de estado del arte, apoyándose en el RAE como instrumento de sistematización de la información y un sistema de categorías para el análisis de los mismos	“existe una tendencia mayoritaria en considerar las prácticas como alternativa a aspectos específicos de enseñanza aprendizaje, lo cual implica reconocerlas como un componente fundamental del conocimiento didáctico del contenido biológico en tanto resaltan las diferentes potencialidades de esta estrategia para abarcar diversos aspectos de la enseñanza–aprendizaje” (Correa y Valbuena, 2012, p.117). tales como (conceptos abstractos, fenómenos biológicos en niveles macro y microscópicos, y la enseñanza de la biología de manera multidisciplinar La imagen que se tiene de los trabajos prácticos está asociada con estrategia de enseñanza vivencial o afectiva, como aproximación a la investigación y como alternativa de enseñanza y aprendizaje. Los trabajos prácticos (T.P) son un componente fundamental del conocimiento didáctico del contenido de los profesores de biología.
Giraldo, J. (2016). El experimento en la enseñanza de la biología. Un estudio de caso con licenciados en biología de	Caracterizar las concepciones que tienen los licenciados en biología de tres Instituciones	Investigación cualitativa. Estudio de caso con licenciados en biología de tres (I.E.D), con entrevistas en profundidad, observación	El licenciado en biología, y de ciencias naturales es la clave para el alcance de los objetivos propuestos en el trabajo experimental La integración de los trabajos experimentales en la enseñanza de la biología, es posible y necesaria. El trabajo experimental en la construcción del conocimiento,

<p>tres (I.E.D) Trabajo de grado Universidad Pedagógica Nacional. Licenciatura en biología Bogotá, Colombia</p>	<p>Educativas Distritales frente a las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología.</p>	<p>no participante y revisión documental. Análisis de información por análisis de contenido y triangulación.</p>	<p>no puede ser basado únicamente en lo metodológico, eliminando lo teórico y conceptual. Aun cuando las actividades experimentales son valoradas por los licenciados en biología, no se realizan frecuentemente.</p>
<p>Puentes, M. (2008). Propuesta de un sistema de categorías para el estudio del trabajo práctico en la enseñanza de la biología.</p> <p>Trabajo de grado Universidad Pedagógica Nacional. Licenciatura en biología Bogotá, Colombia</p>	<p>Proponer un sistema de categorías que permita caracterizar didácticamente el Trabajo Práctico realizado en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Biología.</p>	<p>Investigación cualitativa. Análisis documental, categorías de análisis. Se desarrolla en dos fases, revisión bibliográfica (trabajo Práctico en la enseñanza de las Ciencias en general y en particular la Biología), (establecimiento de categorías de análisis).</p>	<p>Se propone un sistema de categorías que puede aportar al reconocimiento de algunos elementos que son necesarios en los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología. (Naturaleza (tipo de actividad, relación teoría práctica, clase de trabajo práctico), finalidad (acercar a los fenómenos, demostrar o ilustrar, desarrollar habilidades, comprobar principios o teorías, resolver problemas), aspectos metodológicos (enfoque, momento de realización, roles), evaluación (tipo, roles), relación con aspectos epistemológicos de la biología y de las ciencias (roles, biología como ciencia, objeto de estudio de la biología, producción del conocimiento biológico, imagen de ciencia).</p>
<p>Ruiz, L., y Gómez, E. (2016). La investigación dirigida como estrategia metodológica, para orientar prácticas experimentales de biología.</p> <p>Artículo Universidad del Cauca</p>	<p>Proponer una estrategia metodológica para orientar prácticas experimentales que favorezcan la enseñanza de la biología, en la básica secundaria de la sede educativa bachillerato</p>	<p>Investigación cualitativa, se llevó a cabo en la I.E.B Patía, mediante entrevistas, registro de condiciones donde se realizan las prácticas experimentales P.E; modelo pedagógico del docente; e información del desarrollo de P.E. Desarrollo de una cartilla de prácticas</p>	<p>Aunque los profesores otorgan gran importancia al desarrollo de las prácticas experimentales, el principal objetivo de estas es comprobar o complementar la teoría de las asignaturas, por lo que no hacen mucho énfasis en, conocimientos previos de los estudiantes, formulación de hipótesis, análisis de variables y obtención, análisis y comunicación de resultados.</p> <p>Aun así, los profesores muestran interés y compromiso por fortalecer su labor docente a través del análisis e</p>

Popayán Colombia.	Patía del municipio del Patía –Cauca	experimentales para básica secundarias de biología.	implementación de diferentes estrategias que potencien la enseñanza de las ciencias.
Yepes, D. (2013). Las prácticas experimentales como una herramienta didáctica y motivadora del proceso enseñanza - aprendizaje de las ciencias naturales en general y de la química en particular. Trabajo de grado Universidad Nacional de Colombia, Manizales.	Evaluar y comprender el impacto de las prácticas experimentales como una herramienta didáctica y motivadora del proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en general y de la química en particular, en los estudiantes de grado once de la E.N.S.M.E	Investigación cualitativa, se aplicó un pre-test, un pos-test y un test en escala de Likert, a dos grupos de la Institución Educativa Escuela Normal Superior María, (E.N.S.M.E), uno a intervenir (grupo experimental) y otro sin intervención (grupo control. Los resultados se contrastaron mediante el programa SPSS.	La implementación de las prácticas experimentales son una herramienta didáctica, que bien utilizada en los procesos enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en general puede llevar a resultados excelentes, en tanto su aceptación es positiva, mejora la disposición hacia el trabajo científico, acerca al estudiante a la realidad, le permite manipular objetos de su entorno y aprender haciendo, lo que aporta a la motivación, la disposición, el trabajo en equipo, la capacidad de indagación y muchas otras que en los últimos años se han convertidos en obstáculos para los proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias naturales.
Amado, M., Alencar, I., y Leite, S. (2011). O ensino de biologia na rede estadual de ensino médio do espírito santo: um diagnóstico preliminar sobre o uso de práticas experimentais e investigativas. Artículo Estado de Espírito santo, Brasil.	Diagnosticar las prácticas pedagógicas de biología y el uso de prácticas experimentales y En la enseñanza media.	Investigación cualitativa. Se llevó a cabo con 52 profesores de biología que enseñan en la red estadual de la región central del estado del espíritu santo, mediante observación, cuestionario, relatos orales, consultas en oficinas de la secretaría estadual de educación.	Son diversos elementos que influyen en la realización de las prácticas experimentales entre la enseñanza de la biología, entre las que están, la falta de infraestructura adecuada y de incentivos político-pedagógicos, formación profesional, motivación personal, entre otros. La implementación de programas con estrategias de actuación en el aula que presenten opciones de material didáctico; además de condiciones mínimas de infraestructura e incentivos político-pedagógicos a los profesores, puede contribuir a fomentar el uso de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias.
Araújo, D. (2011). A	Identificar cuáles son	Trabajo realizado a través de	En la indagación por los recursos usados en la enseñanza de

<p>importância da experimentação no ensino de biologia.</p> <p>Monografía Universidade de Brasília, Brasil.</p>	<p>los instrumentos de enseñanza más utilizados por los educadores de ciencias de las escuelas de una ciudad del entorno de DF, las necesidades que impide la aplicación de actividades prácticas en la enseñanza de la biología, y cómo estimular el uso de las aulas prácticas en la enseñanza de las ciencias.</p>	<p>un cuestionario aplicado a 20 profesores, 15 mujeres, 5 hombres, que trabajaban enseñando ciencias en los grados de sexto a noveno en escuelas de una ciudad del entorno federal.</p>	<p>las ciencias, el 60% de los profesores usan libros de texto, respondieron que no la escuela en donde enseñan no poseen un laboratorio, de los 20 profesores estudiados, solo 7 implementan experimentos en sus clases, además que 18 profesores consideran que las actividades prácticas son necesarias en la construcción del conocimiento y solo 2 respondieron que no es necesario.</p> <p>Para estimular el uso de actividades prácticas en las aulas los profesores deben recibir más apoyo y recursos, además que es necesario que los educadores busquen constantemente diversificar sus aulas a través de actividades que permitan al educando reflexionar, proponer soluciones y construcciones creativas.</p> <p>Dichas actividades se pueden encontrar en artículos, libros didácticos, las cuales no requieren gran inversión.</p>
<p>Arce, M. (2002). El valor de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales. El taller de ciencias para niños de la sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica: una experiencia para compartir.</p> <p>Artículo Universidad de Costa Rica</p>	<p>Innovar en la enseñanza de las Ciencias, trabajando con un grupo de niños y niñas de edad escolar, en la realización de variedad de experimentos científicos, que no requieren de equipo especial ni de reactivos costosos, sino que pueden realizarse con</p>	<p>Desde 1997, anualmente se trabaja con diferentes grupos de educación básica el taller de ciencias para niños. Metodología: discusión inicial, realización de experimentos sencillos, evaluación por preguntas sencillas y reflexión final. Encuesta a maestros y maestras para saber su opinión sobre la importancia o no de los experimentos y la</p>	<p>Aunque el método experimental requiere mayor esfuerzo del docente, no requiere gran inversión en equipo o espacio físico, y si representa para el estudiante una forma de aprendizaje dinámica y agradable, despertando el gusto por la asignatura y haciendo que las ciencias estén más relacionadas con su vida cotidiana pues ya no se puede concebir la enseñanza de la ciencia de una forma memorística y sin razonamiento, aun así, la mayoría de los maestros y maestras están conscientes de la conveniencia de apoyar los temas científicos con algún tipo de experimento, aunque reconocen que les falta mayor capacitación en este campo.</p>

San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica	utensilios y materiales comunes	frecuencia con la cual los realizan.	
Do Carmo, S., y Schimin, E. (2013). O ensino da biologia através da experimentação Artículo Ciudad Guarapuava, Estado de Paraná, Brasil	Comparar la eficiencia de la utilización de las modalidades didácticas exposición teórica y exposición teórica práctica, en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Biología.	Investigación cualitativa. Estudio de caso en dos clases de enseñanza media. Se les realiza un pre test. En el grupo control, se trabaja el contenido de forma oral; en el grupo experimental, con debates, reflexiones y diversas actividades prácticas/ experimentales: Finalmente se aplica el post-test.	Las metodologías diversificadas, principalmente el uso de aulas prácticas/experimentales, presentan eficacia en el aprendizaje de las ciencias en la escuela, en tanto están ligada directamente al desarrollo de las capacidades, habilidades e intereses de los alumnos propiciando su participación en investigaciones científicas, así como en la resolución de problemas, de tal manera que se vuelve protagonista de su aprendizaje y los contenidos dejan de ocupar una visión irreal, para formar parte de su vida; para lo cual el profesor de Biología ejerce un importante papel, pues está en contacto directo con los alumnos durante este proceso.
Farias, M., Araújo, M., Rodrigues, E. y Dias, M. (2011). As atividades experimentais como proposta na abordagem contextualizada dos conteúdos de biología.	Relatar una experiencia didáctica vivenciada en clases de primer año de enseñanza media de la Escuela Secundaria Estadual Dr. Hortênsio de Sousa Ribeiro en la ciudad de Campina Grande, Paraíba.	Investigación cualitativa. A través de conversaciones con las profesoras de biología, se llevan a cabo cinco etapas para desarrollar el trabajo, (observación de las aulas de biología, aplicación de un pre test a los estudiantes, análisis del pre test, realización de la actividad experimental: estudio de las proteínas, análisis y discusión de los resultados.	Aun cuando la actividad experimental despierta un interés en los estudiantes por el contenido y contribuye a la construcción del aprendizaje, gracias a la obtención de varios resultados, incluso inesperados; un número exhaustivo de alumnos en una actividad experimental favorece la dispersión de los mismos e impide la comprensión de los fenómenos observados. Las clases experimentales son una herramienta importante en la enseñanza de la biología, sin embargo, para que estas sean más frecuentes en la enseñanza son necesarios algunos cambios físicos y en los proyectos escolares. También es importante la continuidad de los estudios en el área, pues sólo así podemos encontrar caminos que conduzcan a la solución de las dificultades de este tipo de actividades,

Universidad estadual de Paraíba, Brasil.			además de que es necesario que el profesor haga una reflexión sobre su práctica como profesional de la educación.
Gómez, A. (2013). Estudio del papel de la experimentación y la mediación analógica en un proceso de modelización en la enseñanza de la biología. Artículo Monterrey, México	No definido en el artículo.	Investigación cualitativa. Se diseñó una secuencia didáctica de nueve sesiones de una hora, dirigida a estudiantes de 5° y 6° de primaria (10 a 12 años) y se aplicó en un grupo de 15 alumnos, en el estado de México. Se recogieron datos del diario de la maestra, conversaciones entre docente y alumnos y producciones de los alumnos.	La interpretación de la actividad experimental requirió que los estudiantes establecieran relaciones significativas entre los medios materiales usados para medir, el cambio de una variable y sus unidades de medida y su experiencia cotidiana, además de crear un lenguaje para comunicarlo. Ello permitió generar un modelo del instrumento en el que la intervención controlada sobre el mundo toma sentido, a la vez que, en este caso, permite la construcción de un mediador analógico de un modelo escolar blanco. Los alumnos establecieron relaciones entre su experiencia y el mundo de las ideas, favoreciendo los procesos de abstracción y modelización. En la transferencia de características del mediador analógico al modelo escolar, los alumnos juegan un papel activo incorporando y descartando elementos analogables en función de su experiencia y el contexto de su explicación. (Gómez, 2013, p.1589)
Mamprin, M., Laburú, C., y Barros, M. (2008). La implementación o no de actividades experimentales en Biología en la Enseñanza Media y las relaciones con el saber profesional, basadas en una lectura de Charlot.	Investigar posibles razones por las cuales los profesores de biología usan o no actividades experimentales en su práctica docente.	Investigación cualitativa, de carácter interpretativo, con profesores de la red estatal de enseñanza del municipio de Londrina, mediante entrevista semiestructurada, grabada en audio y transcrita para análisis.	Se pueden encontrar diversas razones por las cuales las actividades experimentales están o no presentes en las escuelas; algo que va más allá del discurso negativo de la carencia y requiere un análisis más profundo vinculado a las relaciones con el saber. En este sentido, aprender consiste en una relación con el mundo y la red de experiencias de los individuos, por lo tanto, no basta con que los profesores sepan cómo se usan las actividades experimentales, sino que es esencial que su

<p>Artículo Universidad Estadual de Londrina, Brasil</p>		<p>El análisis se realizó mediante la comparación con la propuesta de Charlot sobre las dimensiones del saber.</p>	<p>relación con el saber profesional, el yo, el otro y el mundo en general propicie estas prácticas.</p>
<p>Mordeglia y Mengascini (2014). Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria</p> <p>Artículo Universidad Nacional de La Plata, Argentina</p>	<p>Caracterizar prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria</p>	<p>Investigación mixta, se implementó un cuestionario a modo de encuesta de confirmación con 47 preguntas abiertas y cerradas, el cual se construyó a partir un marco teórico y categorías de análisis, esta encuesta se aplicó a 160 docentes de escuelas públicas en la provincia de buenos Aires. Los datos se analizaron de manera cualitativa y cuantitativa.</p>	<p>Las actividades de Indagación bibliográfica, observación, manualidades, comunicación son altamente implementada por los profesores mientras que la resolución de problemas experimentales, actividades que involucren la identificación de problemas, medición y formulación de hipótesis a partir de marcos teóricos o el análisis de datos, se implementan en menor proporción, pues existen diversas limitaciones a la hora de implementar prácticas experimentales en la escuela, (estructurales y materiales, lo normativo y organizativo, sentirse incapaz de realizar experiencias en el aula, poca formación acerca de dichas prácticas, la indisciplina, exceso de contenidos). Los profesores muestran una visión empirista respecto a la ciencia y su aprendizaje, pues identifican el trabajo experimental con observar fenómenos de los que se pueden extraer conceptos.</p>
<p>Mordeglia, C., Cordero, S., y Dumrauf, A. (2007). Experimentando en ciencias naturales de tercer ciclo de EGB. ¿Qué nos ofrecen los libros de texto?</p>	<p>No lo presentan en el artículo</p>	<p>Se analizaron catorce libros de texto escolares en circulación de seis editoriales diferentes (4 de grado séptimo, 5 de octavo y 5 noveno), para lo cual se tuvo en cuenta los más utilizados por los profesores</p>	<p>En los libros de texto se direcciona al alumno a responder a problemas y procedimientos preestablecidos; a los profesores se les niega su capacidad de construir conocimiento pedagógico en tanto debe vigilar la receta lo que da una visión. Las propuestas experimentales aparecen como cierre de capítulo, aplicación o revisión de la teoría pocas veces se inician los temas con estas, su estructura no varía mucho entre estos, (materiales, pasos, objetivos), lo</p>

Artículo Universidad Nacional de La Plata, Argentina		de ciencias.	que, desde el punto de vista epistemológico, puede llevar a una representación única del proceso experimental, mostrando una concepción empirista de la construcción del conocimiento científico.
--	--	--------------	---

Fuente: Tomado y adaptado de Amórtegui, (2011).

2.2. Estudios acerca de las mediaciones en la escuela.

Con respecto a las mediaciones en la escuela, se pueden encontrar diversas investigaciones que dan cuenta de la mediación como resolución de conflictos, algo que no interesa para este trabajo, de la mediación desde el uso de las TIC, como mediadoras en los contextos educativos, no siendo este el tipo de mediación que se quiere abordar en este trabajo. También se encuentran algunos trabajos que coinciden con la forma de concebir la mediación en esta investigación, que, aunque son pocos, hablan concretamente de las mediaciones tomando como referente a Barbero (1987), ubicándolas concretamente en el contexto escolar particularmente en la enseñanza y aprendizaje ver tabla 2. Vale la pena mencionar que no se encuentran investigaciones en las que se relacione la mediación propuesta por Barbero (1987) con la enseñanza de las ciencias, las prácticas experimentales, o la enseñanza de la biología; algo que podría decirse representa un aspecto diferencial de este trabajo con respecto a las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento sobre este tema.

También es necesario destacar como un elemento esencial para esta investigación, el hecho de que los autores aquí tenidos en cuenta dejan ver que son los profesores y estudiantes quienes desempeñan un papel activo en los procesos de mediación, lo que da fuerza a la propuesta de este trabajo entendiendo que la mediación la hacen los actores que pertenecen a los contextos y no los medios o recursos que estos integran en su cotidianidad.

Tabla 2

Estudios acerca de las mediaciones en la escuela.

Tipo de trabajo/Autor/Título	Objetivo	Metodología	Hallazgos/conclusiones
<p>Bocanegra, L., y Ortiz, K. (2013). Las mediaciones dentro del contexto escolar ¿cómo median los docentes del grado segundo del colegio Enrique Olaya herrera I.E.D. con respecto a la noción de televisión en el aula?</p> <p>Trabajo de grado U. Pedagógica Nacional, Licenciatura en educación infantil, Bogotá, Colombia.</p>	<p>Formular estrategias que favorezcan la implementación de la televisión en los grupos de segundo grado por parte de los docentes del colegio E.O.H.</p>	<p>Investigación cualitativa. Monografía, enfoque etnográfico, técnica de estudio de caso, con entrevistas, diario de campo, los momentos y la observación participativa.</p> <p>El trabajo se llevó a cabo con tres licenciados, 27 niños y 40 niñas de segundo grado del Colegio Enrique Olaya Herrera I.E.D</p>	<p>El docente como mediador, contribuye a identificar y comprender la realidad inmediata del estudiante, por lo tanto, debe orientar la formación del conocimiento mediante la articulación de diferentes lenguajes presentes en los procesos de enseñanza - aprendizaje de la cotidianidad de los estudiantes.</p> <p>Es importante reconocer las estructuras de los conocimientos y representaciones del mundo que se tejen alrededor de los estudiantes, pues estas juegan un papel importante y fundamental dentro de sus comportamientos en el contexto social. (Bocanegra y Ortiz, 2013, p.80).</p>
<p>Ceballos, J. (2015). Medios de comunicación escolar, educación y ciudadanía. Una mirada desde las mediaciones</p>	<p>Analizar los procesos de producción de los medios de comunicación escolar desde la perspectiva de las Mediaciones comunicacionales, tomando como base las experiencias de una institución educativa</p>	<p>Investigación cualitativa. Estudio de caso con observación, encuestas, entrevistas abiertas con grupos focales, además del dialogo con materiales como periódicos y programas de televisión. El trabajo se estructuró en 6 etapas (1. Contextualización, 2.</p>	<p>Siendo poca la reflexión por los medios y por la comunicación, privilegiando el “hacer” y considerando que estos tienen valor, porque sirven de complemento a la actividad docente y a los contenidos académicos que se ofrecen en las aulas de clase. La perspectiva de las Mediaciones invita a la escuela a permitir que la permee la vida cultural, para transformar las realidades que viven los estudiantes y que llevan a esta para encontrar respuestas, por lo que es necesario que reconozca que la comunicación no es un asunto de aparatos, sino de reflexión, relaciones y</p>

<p>Tesis Maestría Universidad nacional de la Plata, Argentina</p>	<p>pública y una institución educativa privada de Medellín (2009-2012).</p>	<p>Producción de contenidos, 3. Los conceptos. 4. Análisis de contenido, 5. Recepción de contenidos, 6. Conclusiones.</p>	<p>diversidad de puntos de vista, de ahí la relación comunicación/cultura, que va más allá de los medios, lo divulgativo y lo instrumental; pues se trata de la cultura: contexto, costumbres, problemáticas, experiencias y relatos.</p>
<p>Reyes, I., Enríquez, J., y Eljach, M. (2015). El docente como mediador de recursos educativos virtuales, una propuesta educativa desde Univida. Artículo Fundación Universitaria de Popayán, Colombia</p>	<p>Promover el uso de los recursos educativos digitales, posibilitar los procesos de virtualización de programas y de aportar en la transformación de la relación del docente con sus estudiantes.</p>	<p>Dos momentos. 1 (Capacitación docente en el reconocimiento del modelo pedagógico y modelo de diseño instruccional; para la producción de RED). 2 (producción de RED con el docente y la colaboración del equipo académico.</p>	<p>Una de las dificultades del uso de las TIC y de la transición del docente hacía la figura de mediador en la enseñanza-aprendizaje, es el cambio en dicha relación, pues el docente ya no es la única fuente de información en el proceso formativo, aun así, no se debe olvidar que las TIC son un medio que ofrece un valor agregado y que, si bien implica transformar la apropiación y construcción del conocimiento, lo primordial son las situaciones que se dan durante el aprendizaje del contenido.</p>
<p>Salvat, B., y Miranda, J. (2008). "con el dedo en la pantalla": el uso de un videojuego de estrategia en la mediación de aprendizajes curriculares. Artículo Universidad de Salamanca España</p>	<p>Caracterizar las interacciones surgidas entre los diferentes actores partícipes de las prácticas de aula con el uso del videojuego de estrategia.</p>	<p>Investigación cualitativa. Por estudio de casos de tipo descriptivo, recolección de datos verbales y audiovisuales, por observación, filmación y grabación de voz. Categorías de análisis.</p>	<p>Existen múltiples oportunidades de diálogo y articulación entre los ambientes digitales de juego y los aprendizajes curriculares que busca mediar el docente. En la actividad educativa los profesores asumen de manera efectiva un rol mediador y facilitador del quehacer de los estudiantes, algo que promueve y ayuda en el trabajo autónomo.</p>

Fuente: Tomado y adaptado de Amórtegui, (2011).

3. Problema de investigación

Las formas de llegar a las personas han cambiado, es por eso que ahora acceder a la información se ha convertido en una tarea sin mayor dificultad, esto debido a la llegada de del internet y con este el amplio desarrollo de los sitios web tales como redes sociales, blogs, canales, entre otros, y con esta amplia oferta vienen de la mano diversos intereses económicos y políticos, para los cuales hacer llegar la información a la población es fundamental. Algo así no sucede con la enseñanza de las ciencias pues ya varios investigadores de este campo de conocimiento como Aduriz (2002); Porlán (1998); Meinardi (2010); Izquierdo (2005), entre otros presentan argumentos que demuestran que en la enseñanza de las ciencias se insiste en conservar las formas de enseñanza tradicionales, en las que el maestro transmite información y el estudiante la memoriza, algo que según Porlán (1998) ha llevado al fracaso de la enseñanza de las ciencias y según Meinardi (2010) es una de las razones por las que los estudiantes se interesan cada vez menos por el aprendizaje de las ciencias. Por tal razón es necesario indagar por los diferentes desarrollos sociales que pueden ser abordados en la escuela para apoyar la enseñanza, pues mientras el mundo se transforma, las formas de enseñanza se mantienen estáticas y por ende se van relegando. Es de aclarar que esta inclusión de desarrollos sociales como la tecnología y las nuevas formas de la comunicación no pueden pasar directamente a la enseñanza sin ningún tipo de mediación, pues como muchas otras instituciones sociales la enseñanza se reduciría a transmitir información, lo cual no es su objetivo, pues enseñar tiene fines más diversos y estructurados.

Aun cuando con la situación antes mencionada, parece resultar más cómodo para las sociedades actuales implementar estrategias inmediatistas, tal es el caso de diversos países que tras buscar soluciones para que la población se interese por el aprendizaje de las ciencias según Gil y Vilches (2006) y Meinardi (2010) se han inclinado hacia la alfabetización científica para toda la población, argumentando que es necesaria en la toma de decisiones; algo que Según Meinardi (2010) no ha tenido un gran impacto, pues aun cuando una gran parte de la población humana usa constantemente productos provenientes de la ciencia, muchos sienten poco gusto por aprenderla; debido en gran medida a que el sistema educativo conserva la misma estructura desde hace varios años.

Este desinterés por el aprendizaje de las ciencias es uno de los problemas de investigación al interior de la didáctica de las ciencias, situación que ha aportado a la caracterización de algunos de los factores que tienen que ver con dicho problema; dentro de los factores más enunciados se encuentra, la presentación constante de clases magistrales, la poca aparición de las actividades prácticas en las mismas, la transferencia de los conocimientos directamente desde el contexto científico al contexto escolar sin ningún tipo de reflexión o adecuación, la falta de inmersión de los maestros en actividades investigativas y en planeación de currículos, además del hecho de que aquellos que establecen los currículos y las leyes de educación rara vez asisten a contextos escolares, sumado a esto el hecho de que la cantidad de contenidos que se abordan en la enseñanza de las ciencias son tantos que medianamente se alcanzan a enunciar en cada clase. (Aduriz, 1999, 2002; Izquierdo 2005; Granés y Caicedo, 1997; Meinardi, 2010; Porlán, 1998; Romero, 1998; Quintanilla, Daza, y Cabrera, 2014; Otero y Caldeira, 2005; Kuhn, 2012).

Con base en estas y otras problemática, Chávez, 2010; Do Carmo y Schimin, 2013; Carrascosa, Gil, Vilches y Valdés, 2006; Farias, Araújo, Rodrigues y Dias 2011; Gil, Vilches, y Valdés, 2006; Castro, 2013 ; Giraldo, 2016; Fernández, 2013; afirman que aunque los trabajos prácticos, en este caso, las prácticas experimentales pueden llegar a tener gran incidencia en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y presentar diversas alternativas a las problemáticas antes mencionadas, existen situaciones adversas asociadas a su desarrollo en clase, entre las más comunes están, las concepciones distorsionadas y el poco conocimiento que tienen los profesores de estas, la estructura de los currículos, la falta de adecuación de las instituciones educativas, los pocos recursos con que se cuenta en las clases, la falta de propósitos claros, el excesivo número de alumnos, reducir el trabajo experimental a la observación de fenómenos que den cuenta de conceptos centrándose en la visión empiro inductivista de la ciencia, la falta de claridad de las cuestiones que se pretenden responder y su relevancia social mostrando la ciencia como apromblemática, descontextualizada, rígida y algorítmica, el uso de guías sin un análisis crítico de los resultados obtenidos o el planteamiento de nuevos problemas, además de que las actividades experimentales se llevan a cabo como recetas en las que los profesores presentan los procedimientos y los estudiantes los realizan (Suart y Marcondes como se citó en Farias, Araújo, Rodrigues y Dias, 2011). Sumado a esto, está la poca claridad estructural que poseen muchas de las prácticas que aparecen en los recursos que son usados para la enseñanza como videos, libros de texto, guías, blogs, entre otros. Por lo que se puede decir como afirman Carrascosa *et al.* (2006) que la actividad experimental es una revolución pendiente en la enseñanza de las ciencias.

Todo esto representa un problema para la enseñanza de las ciencias en general, aun así, el caso que aquí nos compete es la enseñanza de la biología, que aunque está

constituida como un campo de estudio independiente y a través de la historia se han llevado a cabo diversos experimentos que han propiciado la estructuración de su cuerpo de conocimiento; a la hora de enseñarla, por lo general las actividades experimentales que se llevan a las clases de biología abordan fenómenos propios de la química, la física, la matemática u otros, además de que los pocos experimentos que se abordan no tienen una estructura adecuada como para potenciar las habilidades científicas que se pueden desarrollar mediante las prácticas experimentales; como la indagación, argumentación, observación, entre otras.

Cabe resaltar que la situación antes mencionada se relaciona con otros elementos del contexto educativo, por ejemplo, en el Artículo 23 de la Ley 115, (Ley General de Educación), propuesta por el M.E.N (1994) se menciona la enseñanza de las ciencias como un grupo “Ciencias naturales y educación ambiental” (p.8). Que sumado a la poca claridad que se tiene de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología y los fenómenos que en estas se abordan, representan una de las razones por las cuales se evidencia una tergiversación de la transversalidad de la enseñanza de las ciencias, llevando a pensar que los diversos procesos de enseñanza, en este caso las prácticas experimentales u otros trabajos prácticos pueden ser abordados de la misma manera para cualquier ciencia o disciplina que se enseñe, bajo la excusa de la enseñanza de las ciencias transversalmente; cuando en realidad, al hacer una revisión de algunos medios o recursos abordados en la enseñanza de las ciencias, como por ejemplo los libros de texto, se encuentra que todos los temas que allí se abordan, se enseñan a manera de módulos con poca relación entre sí, en este caso la enseñanza de las ciencias se presenta en un solo grupo como lo propone el ministerio de educación, presentando un manejo terminológico adecuado tal como lo exige la normatividad, es decir se enfocan más en el cumplimiento

de requisitos, pero en cuanto a forma y contenido se puede encontrar una estructura caótica, defectuosa y desarticulada, algo que apoya aún más las formas de enseñanza tradicional.

Se podría pensar que, situaciones como la antes mencionada y muchas otras, son las razones por las cuales algunas instituciones educativas como la Universidad Pedagógica Nacional, sigan en la lucha por mantener la enseñanza de la Biología y otras ciencias en la escuela como campos de conocimiento que si bien se articular entre sí, deben ser tratados independientemente, pues los fenómenos que se enseñan, los objetivos que se trazan y los medios por lo que se enseñan no son los mismos. Con todo esto, se ponen en evidencia que la enseñanza de las ciencias está cambiando su estructura solo en cuestión de orden y nombre, pero las reflexiones y estudios siguen estancados; por lo que también es necesario cuestionar la poca participación que dejan algunos medios de enseñanza a los profesores y estudiantes, pues aun cuando estos manifiestan que la normatividad, y muchos de los medios y recursos no responden a la realidad de los contextos escolares, la situación no ha cambiado desde hace varios años como se muestra desde la didáctica de las ciencias. Tal es el caso que en los medios y recursos que aquí se han revisado se encuentran dos extremos, en primer lugar, están los libros de texto, en los que la participación de los maestros es desdibujada, pues vienen todas las unidades desarrolladas incluyendo, materiales, actividades prácticas, talleres, cuestionarios, entre otros, en cuanto a los estudiantes, su papel es llevar a cabo la receta y responder preguntas preestablecidas; además de que como afirma Izquierdo (2005), los libros de texto manejan una retórica particular en la que se le hace pensar a los estudiantes y maestros que la ciencia es como se les muestra

y no hay razón de cuestionamientos o reflexiones, porque todo está comprobado científicamente.

En segundo lugar, hablando de los videos que son usados como recurso de enseñanza; se evidencian procedimientos, sin reflexiones, posibilidades de cuestionamiento y sin peor aún sin ningún tipo de argumentos; por lo que se puede afirmar que tampoco corresponden con una estrategia acorde con el demandante proceso educativo. Téngase en cuenta que en éste trabajo sólo se está investigando acerca de las prácticas experimentales abordadas en dos medios usados habitualmente para enseñar biología. Entonces ¿qué puede estar pasando con los demás contenidos que han sido adaptados para la enseñanza? ¿Qué imagen de ciencia estarán mostrando otros recursos usados en la enseñanza? y peor aún ¿cuál será la incidencia de estos en la enseñanza y aprendizaje de la biología? Aun así, como ya se mencionó, este trabajo tiene como interés las mediaciones en las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, por tal razón se plantea la pregunta problema:

3.1. Formulación de la pregunta problema

¿Qué elementos conceptuales y metodológicos contribuyen a la mediación del trabajo experimental en la enseñanza de la biología?

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

- Caracterizar elementos conceptuales y metodológicos que contribuyan a la mediación del trabajo experimental en la enseñanza de la biología desde la mirada de cinco licenciados en biología.

4.2. Objetivos específicos

- Establecer un marco teórico que oriente la construcción de categorías de análisis de la mediación de prácticas experimentales en la enseñanza de la biología.
- Indagar sobre los elementos conceptuales y metodológicos que orientan las prácticas experimentales de cinco licenciados en biología.
- Aportar elementos que orienten la mediación de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología en la escuela.

5. Justificación

En la sociedad actual en la que existen tantos recursos tecnológicos y donde gran parte de la información está llegando a las personas a través de lo audiovisual, es necesario que la enseñanza se ponga a la vanguardia y trabaje de la mano de dichos recursos y formas de difusión del conocimiento, pues estos elementos ocupan un importante papel en la sociedad actual pues como afirma Casanueva (2009) aunque la representación de saberes a través de imágenes ha estado presente en casi cualquier cultura del planeta desde el paleolítico, esta es la primera generación que tiene los recursos necesarios para crearlas, usarlas y difundirlas de manera extensiva. Teniendo en cuenta que existen los recursos

necesarios para difundir la información, y que según Porlán (1998) está comprobado el fracaso de la enseñanza de las ciencias a nivel internacional debido a la insistencia en mantener las formas de enseñanza tradicionales. Es necesario que desde la didáctica de las ciencias se opte por un giro de la enseñanza de las ciencias, pues, además de investigar en este campo para detectar los principales problemas de la enseñanza, es preciso aportar soluciones a dichas problemáticas además de esto, es preciso que una de las tareas primordiales sea conectar a investigadores, maestros y estudiantes mediante dichas propuestas resolutorias, es decir generar un puente de comunicación que permita dar sentido a la didáctica de las ciencias, pues como ya se sabe el enfoque de sus líneas de investigación es hacer significativa la ciencia para aquellos que la aprenden.

Desde esta perspectiva significativa de las ciencias, es preciso reconocer la importancia de algunos elementos que están teniendo impacto socialmente, como por ejemplo los videos en YouTube y los libros de texto que aquí se analizan, pues a partir de estos y otros recursos tan cercanos a la población es posible la creación de medios didácticos que representen ese puente de comunicación entre escuela, ciencia y sociedad, de tal manera que se reconozca conscientemente que la ciencia está inmersa en todo lo que nos rodea y por lo tanto desempeña funciones necesarias en el contexto cotidiano, pues esta no es solo una serie de contenidos que se deben aprender en la escuela. Claro está que dichos medios didácticos han de estructurarse con base en los contenidos que han sido adecuados para la enseñanza, pues, así como en otros campos de conocimiento existen objetivos establecidos, en la didáctica de las ciencias también existen, por lo que el recurso ha de convertirse según Graells (2000) en medio didáctico en tanto el objetivo con que este se estructure sea la enseñanza. En este caso de la biología, es decir el eje de

su estructura debe ser el conocimiento biológico, que a su vez hará parte de las prácticas experimentales que se estructuren o reestructuren para la enseñanza de la biología.

Es pertinente aclarar que cuando se habla de establecer los contenidos para la enseñanza de las ciencias según el contexto, no se pretende acudir a la visión distorsionada en la que, de acuerdo con las problemáticas del contexto, en una clase de ciencias se les enseña a los estudiantes, no contenidos científicos sino esquemas de resolución de conflicto, transformación de hábitos u otros. Quizás a partir del aprendizaje de las ciencias se den espacios para estos temas, pero el objetivo principal de la enseñanza de las ciencias no es ese; además que no se puede pretender dejar la formación integral de un estudiante a la enseñanza de las ciencias, pues para eso existen otras áreas de enseñanza escolar, que si tienen como objetivo la problematización del contexto. Lo que sí se puede decir, es que los estudiantes precisamente por las situaciones propias de su contexto van a tener diferentes objetivos e intereses al acercarse a las ciencias; es a partir de dichos intereses que se deben abordar los contenidos científicos en la escuela, pues estos contenidos, intereses, y objetivos son los que a su vez darán paso a la selección y estructuración de los medios didácticos y las prácticas experimentales.

En lo que refiere a los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias en la escuela, se encuentra que existen diversas investigaciones que los caracterizan de manera general, pero ya hace unos años se vienen adelantando investigaciones que dan cuenta que no todos los trabajos prácticos son iguales por lo que ya se habla de prácticas de laboratorio, prácticas de campo y en este y otros trabajos de prácticas experimentales, además de esto también se empiezan a caracterizar trabajos prácticos específicos para la enseñanza de cada ciencia, pues ya se hace evidente que los trabajos prácticos aunque mantienen ciertas

generalidades, también muestran particularidades concretas según el campo de conocimiento específico en el que se estén abordando y esto particularmente direccionados por los fenómenos que cada ciencia se encarga de estudiar, por lo que aun cuando los trabajos prácticos tengan ciertas características en común, no son lo mismo en el contexto escolar y el científico, tampoco son iguales para la enseñanza de biología, la física, la química u otras ciencia y mucho menos son homogéneos para la diversidad de contextos educativos.

Para el caso de la enseñanza de la biología Correa y Valbuena (2012) encuentran que a lo largo de los años se ha ido formando una línea de investigación en torno a los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología, en la cual se ha cuestionado acerca de la tipo de trabajos prácticos, sus características y la incidencia que estos pueden tener en la enseñanza, por lo que se puede pensar que los trabajos prácticos son uno de los campos de conocimiento que integra y se debe encargar la enseñanza de la biología.

Desde esta perspectiva, es claro que el experimento debe ser integrado en la enseñanza de la biología, Luna (2011); Giraldo (2016); Abou y Godoy (2007); Moreira y Diniz (2003). En tanto implica un saber hacer y un saber pensar acerca de lo que se está haciendo, por tal razón el experimento toma una posición fundamental en la enseñanza de la biología por lo que se requiere como afirma Castro (2013) que “en la didáctica de la biología se deba hacer hincapié en los contenidos procedimentales, pues estos nos permiten comprender de una mejor manera no solo cómo se hace biología, sino cómo se aprende y se enseña esta ciencia” (pp.106, 107). Esto con el fin de que los elementos que lo integran posibiliten diversos procesos de razonamientos en aquellos que se integren en prácticas de tipo experimental, dichos proceso de razonamiento implica algo más que la

retención de información, pues como afirma Castro (2013) “el saber científico también es, en gran medida, saber práctico, saber-hacer o saber-cómo” (p.106). Por lo que “resultará imprescindible poner el acento en los contenidos procedimentales, si queremos fundamentar una didáctica de la biología que esté más acorde con la naturaleza de la ciencia de lo viviente” (Castro, 2013, p.106). Además, que como afirma Gil y Vilches (2006) “la investigación está mostrando que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos” (p.45).

Esa integración del experimento en la enseñanza no se puede dar de cualquier manera pues, son muchos los elementos que se tienen que evaluar antes integrarlos en la enseñanza de cualquier ciencia, por lo que es preciso hablar de prácticas experimentales, en tanto además del experimento, en estas están jugando muchos otros elementos de carácter didáctico, pedagógico, conceptual, procedimental, contextual, entre otros que va a depender en gran medida de los objetivos de enseñanza, el conocimiento didáctico del profesor y los conocimientos de los estudiantes. De esta manera si se puede decir que las prácticas experimentales representan una ventaja para la enseñanza de las ciencias en las escuelas, en tanto dinamizan los contenidos de enseñanza y propician el desarrollo de ciertas habilidades científicas en los estudiantes (Farias, Araújo, Rodrigues, y Dias, 2011), además que según García y Estany (2010) los nuevos enfoques defienden, a partir de estudios de caso, la importancia de reconocer el papel de la experimentación y el conocimiento que se desprende de ella, en este sentido es de aclarar que se toman como eje de estudio los libros de texto y los videos de YouTube pues es en estos donde se están poniendo a jugar diversos experimentos que dan cuenta de diferentes fenómenos

estudiados desde el ámbito científico, y por lo tanto son abordados también en la escuela, por lo que resulta pertinente hacer un estudio de las mediaciones que con base en estos se están llevando a cabo, en palabras de Barbero (2014) estudiar lo que se encuentra entre los medios y la gente. Es decir, estudiar lo que se está haciendo en la escuela con los experimentos desarrollados en los videos y los libros de texto y a su vez, lo que estos están haciendo con la escuela y la enseñanza de las ciencias.

Teniendo en cuenta que “los libros de texto son el material curricular utilizado por la casi totalidad del profesorado” Aleixandre, Álvarez y Lago, 2005, p.40) y que además de esto, según Vargas 2011 “el profesor se ‘apega’ fielmente al libro de texto, evita profundizar en los temas, no se remite a las fuentes formales de la disciplina, sino a manuales o resúmenes, desconoce la estructura ‘gramatical’ que sostiene su saber y no actualiza sus conocimientos” (p.138). Es necesario que además de hacer énfasis en la formación de los profesores de ciencias, se enfatice en la producción de recursos didácticos, no con el fin de llenar vacíos sino de brindar a los profesionales de la educación en ciencias rutas de enseñanza que les brinde la posibilidad de reflexionar y transformar su quehacer, para que esto suceda, dichos recursos deben generar espacios de razonamiento para maestros y estudiantes; es decir no todo debe estar resuelto y resumido; además de que como menciona Carrascosa *et al.* (2006) es necesario “conceder (...) importancia a la elaboración de diseños y a la planificación de la actividad experimental por los propios estudiantes” (p.164). Lo cual representaría una alternativa para algunos de los problemas a los que se enfrentan los maestros en la enseñanza de las ciencias.

Uno de los problemas de la enseñanza es pretender estandarizar procesos para la escuela, pasando por alto el hecho de que existen contextos, alumnos, y profesores

diversos y por lo tanto relaciones de enseñanza y aprendizaje diferentes. Por esto y muchas otras razones esta investigación nace desde los intereses de la línea de investigación didáctica y recursos educativos, que para Vargas (2016), es un grupo de investigación que está dedicado y comprometido con la investigación desde la didáctica de las ciencias, con el fin de generar material educativo que integre innovación, interacción, juego, entre otros, que posibiliten crear a la medida de los estudiantes y no de las disciplinas.

Ahora bien, este trabajo de grado ofrece diversas posibilidades de formación a quien lo realiza, pues contribuye a la indagación, reflexión y orientación frente a los procesos de enseñanza de las ciencias y en particular de la biología pues esto hace parte de la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido, en tanto se estudia desde los autores, la situación del contexto escolar y se analiza desde la formación recibida en el departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional, siendo este trabajo el resultado de la formación enfocada al desarrollo de habilidades investigativas y el desarrollo de conocimiento en temas de Pedagogía, Didáctica de las ciencias desde el marco de la enseñanza de Biología.

6. Marco Teórico

Capítulo 1

6.1. La didáctica de las ciencias una disciplina emergente: Reflexiones y hallazgos para la enseñanza

En un país como Colombia, resulta relevante fomentar en los profesores, reflexiones acerca de las diversas formas de producción y validación del conocimiento, además, del cómo se deben enseñar los contenidos según el contexto escolar, en especial cuando de enseñar ciencias se trata; esta pertinencia resulta justificable puesto que este país ha caído en la tendencia de replicar y aplicar los modelos educativos producidos en otros países, a tal punto que en pleno siglo XXI, estamos atravesando por sucesos similares a los acontecidos según Porlán (1998) en otros países durante los años sesenta y setenta; en los que se evidenció una alta influencia del desarrollismo tecnológico, lo que llevó a diversos países hacia la enseñanza de las ciencias a todos los ciudadanos en pro de aumentar la capacidad de producción científica y tecnológica de la sociedad, situación que se hace cada vez más evidente en el contexto colombiano en donde también ha ido aumentando el interés por enseñar ciencias en diversas etapas de la educación escolar; como se puede ver en los estándares de educación colombiana, en los cuales según el Ministerio de Educación (2014), la importancia de la enseñanza de las ciencias radica en que “Vivimos una época en la cual la ciencia y la tecnología ocupan un lugar fundamental en el desarrollo de los pueblos y en la vida cotidiana de las personas” (p. 96); ciertamente dicha situación no es problemática, lo que sí es cuestionable de acuerdo con Porlán, (1998), es que desde hace varios años es notorio el fracaso de la enseñanza de las ciencias a nivel internacional debido a que los enfoques tradicionales predominan hoy día a pesar de los hallazgos de las investigaciones realizadas desde la didáctica de las ciencias; por lo que conviene posicionarse desde la didáctica de las ciencias, pues este campo es el que permite reflexionar ante las formas de enseñanza que se presentan hoy día en las instituciones educativas colombianas situadas en diversos contextos.

Cabe mencionar que además de apoyarse en esta disciplina es necesario trabajar para que los resultados de estas investigaciones tengan una fuerte incidencia en las escuelas más que en la deconstrucción y reconstrucción de la disciplina misma puesto que esta ya tiene una trayectoria de desarrollo, mientras que por el contrario la enseñanza en ciencias sigue siendo predominada por las formas de la educación tradicional lo que deja ver que existe una brecha entre la didáctica de las ciencias y sus enfoques de trabajo como lo son escuela, maestros, alumnos, enseñanza, aprendizaje, entre otros; podría decirse que uno de los puentes de conexión entre la disciplina y sus enfoques , sería el planteamiento y la ejecución de objetivos que procuren que los productos de investigaciones llegue al receptor final, es decir, los enfoques mencionados anteriormente; en pocas palabras es necesario trabajar en la construcción de los canales que comuniquen investigación y escuela.

Adviértase que la atención hacia dicho fracaso no surge en este siglo pues desde fines del siglo XIX y hasta mediados del siglo XX, ya se daban indicios de una preocupación por la calidad de la enseñanza de las ciencias en la escuela, situación que propicia la construcción conceptual y metodológica del campo de la didáctica de las ciencias, presentándose así el escenario adecuado para que se dé el desarrollo de un nuevo campo de conocimientos que según Pérez, Carrascosa y Terrades (2009) está asociado a una doble condición, por un lado, que exista una problemática que justifique su tratamiento y por otro lado que la especificidad de dicha problemática no permita su tratamiento desde un cuerpo de conocimientos existente.

Dicho desarrollo se logra a través de trabajos realizados en Europa, Norteamérica, américa latina, entre otros. Este desarrollo según (Aduriz, 1999) ha sido descrito en cinco

etapas, puesto que la didáctica de las ciencias no se concibió desde sus inicios como una disciplina autónoma e independiente, dado que, aunque existía la preocupación por el cómo se enseñaba no había conexión entre los estudiosos de este campo y mucho menos se constituía esta como campo de problemas integrada internacionalmente por investigadores, por lo cual se plantea este comienzo como etapa **adisciplinar**. Con estos avances la didáctica de las ciencias sigue un recorrido de desarrollo categorizado como etapa **tecnológica**, en la que se reconoce que, aunque la didáctica de las ciencias toma el conocimiento científico que surge en otras disciplinas, presenta una fuerte voluntad de intervenir en el aula más que de ocuparse del desarrollo de conocimiento básico, acontecimiento que desemboca en la reevaluación de los objetivos planteados hasta el momento, ocasionando que la didáctica de las ciencias resurja con identidad propia, basándose en un nuevo enfoque que pretende desligarse paulatinamente de las fuentes teóricas externas, para así ocuparse de la aculturación científica del ciudadano en lugar de formar elites científicas.

En consecuencia ya para la década de los '70, en la etapa conocida como **protodisciplinar**, se concluye que es necesario formular problemas de investigación propios y originales, tales como aquellos que tienen que ver con el aprendizaje de los contenidos específicos de ciencias, situación que se va transformando a tal punto que se logra una separación de la teoría psicológica y se hace énfasis en los nacientes modelos didácticos, lo que posibilita consolidar referentes teóricos y metodológicos que fundamentan la didáctica de las ciencias, y la posicionan como una **disciplina emergente**, puesto que según Pérez *et al.* (2009), se conforma como un dominio específico de conocimientos, con elementos propios de una disciplina científica, tales como: la conformación de una comunidad científica, con organizaciones de expresión y difusión,

unas líneas de investigación con enfoques específicos y cuerpos coherentes y articulados de conocimientos, investigaciones que aportan al trabajo llevado a cabo en el aula y la formación de profesores de ciencias.

Una vez reconocido el desarrollo que ha tenido la didáctica de las ciencias se puede asegurar que la etapa quizás más importante de este desarrollo se da en los años '80 puestos que como asegura Porlán (1998):

La didáctica de las ciencias sufrió un importante proceso de clarificación. Durante este periodo de tiempo pasó de ser un conjunto de prescripciones curriculares que pretendían trasladar a la escuela la lógica de las disciplinas científicas y la versión positivista del método científico, sin tener en cuenta el conjunto de variables mediadoras que intervienen en los sistemas de enseñanza-aprendizaje (concepciones de alumnos y profesores, contexto escolar y extraescolar, etc.), a ser una disciplina posible, en el sentido de disponer, aunque de manera rudimentaria, de algunos de los requisitos imprescindibles para ser considerada como tal. (p. 178)

Con lo anterior es posible afirmar desde el punto de vista epistemológico, que la didáctica de las ciencias no emergió de la didáctica general; y muchos menos de las disciplinas pedagógicas, aun cuando dentro de sus objetos de estudio se encuentre el ámbito educativo; pues claramente ésta se ha constituido a partir de las ciencias y sus contenidos, desde el enfoque de la enseñanza y el aprendizaje de estos; estructurándose como campo de conocimiento con aportes epistemológicos y psicológicos, más que pedagógicos (Adúriz, 1999/2000; Cleminson, 1990; Joshua y Dupin, 1993; Martinand,

1987; Sanmartí, 1995, como se citó en Aduriz e izquierdo, 2002).

Por otro lado, gracias al rastreo que se hace del desarrollo de la didáctica de las ciencias, se reconoce que el constructivismo es la base teórica común en la mayoría de trabajos adelantados en esta disciplina, de ahí que el constructivismo como fundamento se abre camino para robustecer la didáctica de las ciencias y guiarla a modo de paradigma con un cuerpo teórico que la consolidada como una disciplina que puede ser difundible, enseñable, y transponible, puestos que tiene coherencia propia, reglas implícitas, discursos comunicables y genera modelos genuinamente didácticos que se dan a conocer en medios de difusión impresos, digitales o de cualquier otro tipo. (Adúriz e Izquierdo, 2001; Carretero y Limón 1997; Pérez *et al.*, 2000; Izquierdo, 1990; Joshua y Dupin, 1993; Moreira y Calvo, 1993, como se citó en Aduriz, 1999).

De lo anterior, cabe resaltar que aun cuando el constructivismo ha contribuido en gran medida a la consolidación de la didáctica de las ciencias, los estudiosos de esta disciplina han llegado a concluir que este no es suficiente para dar respuesta a las diversas situaciones que le compete investigar a la didáctica de las ciencias, debido a que el constructivismo queda corto para las situaciones que hoy día se presentan entre maestros y estudiantes en los diversos contextos escolares, por lo cual Porlán (1998) afirma que :

Desde nuestro punto de vista, el constructivismo no resuelve todos los problemas de la enseñanza por transmisión de contenidos elaborados. La confluencia en la escuela de epistemologías y culturas diferentes (la científica, la cotidiana, la escolar, la profesional, etc.) y la pretensión de la educación obligatoria de favorecer el desarrollo armónico de los alumnos, y no su especialización

disciplinar, plantean un conjunto de dilemas que desbordan los límites estrictos del constructivismo. (p.181)

De igual manera Romero (1998) coincide con este pensamiento y afirma que:

El vigente paradigma de la enseñanza de las ciencias, el paradigma constructivista [...], es incompleto y no responde, hoy por hoy, a los desafíos educativos actuales, a los que tan sólo ofrece pretendidos remedios de carácter parcial, relativos al proceso de interacción alumno-aprendizaje, desconociendo la realidad de los centros de enseñanza, cuya complejidad organizativa, de entrada, hace que sus aplicaciones normativas sean difícilmente transferibles de inmediato a los mismos. Baste pensar que un alumno no puede ser tratado bajo un enfoque constructivista una hora para, a la siguiente, ser considerado un vaso vacío que hay que rellenar. (p.172)

A lo anterior se suma, que tal como lo menciona Delval (2001) el constructivismo no es y no llegará a ser una teoría pedagógica, de tal manera que el uso que se está haciendo de este en la educación es más una trivialización, que ha venido generando confusiones respecto a los principios, fundamentos e intereses que le competen al constructivismo, lo que a su vez ha tenido incidencia sobre la actividad educativa puesto que en su origen el constructivismo es una teoría epistemológica, es decir, que trata sobre los problemas del conocimiento, lo que es evidente desde las investigaciones de Piaget, quien tuvo como objetivo estudiar cómo se construye el conocimiento en las diferentes etapas de desarrollo; lo cual corto para los intereses que presenta la didáctica de las ciencias desde sus inicios; puesto que posicionados únicamente desde el constructivismo los didactas de

las ciencias estarían limitados a un pequeño campo de estudio, situación que no se presentó pues la didáctica de las ciencias hoy día está consolidada y posee enfoques de estudio multidireccional de tal manera que los estudiosos de esta disciplina tienen un alto interés por intervenir en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, estudiando las causas y generando posibles soluciones, por lo cual se puede afirmar que el constructivismo sí aportó en la construcción de la didáctica de las ciencias pero no puede aportar más a la actual didáctica de las ciencias, pues según Delval (2001) el constructivismo ayuda a entender qué es lo que sucede en la mente de aquel que aprende pues se ocupa de los procesos que llevan a la construcción del conocimiento; Pero no estudia las condiciones y elementos que intervienen en la enseñanza y el aprendizaje y mucho menos se ocupa de qué o cómo debe enseñarse.

A lo anterior se añade la necesidad de reconocer que además de los aportes del constructivismo, también existen otras áreas del conocimiento que han contribuido al desarrollo de la didáctica de las ciencias, de los cuales destacan según Porlán (1998), los referentes epistemológicos, en tanto que han propiciado una lectura didáctica y un análisis de los problemas, obstáculos y perspectivas más relevantes en la evolución histórica del saber científico y psicológicos, puesto que han generado una descripción de las concepciones de maestros y estudiantes; la importancia de estos referentes radica en que dan cuenta de estructuras teóricas que sustentan y validan a la didáctica de las ciencias como disciplina base de una comunidad académica independiente, cada vez menos ligada a fuentes teóricas externas, siendo capaz de relacionarse de manera multidireccional con otras disciplinas a fin de abordar diversos objetos de estudio, tales como la cognición, el aprendizaje (gestión de saberes científicos en el aula), la enseñanza de las ciencias, y los medios a los que se recurre para llevar a cabo dichas gestiones en el

aula, entre otros. Esos diversos objetos de estudio han permitido que esta disciplina se conecte con otras disciplinas de estudio tales como la neurociencia, inteligencia artificial, teoría de sistemas, psicolingüística, lingüística, sociología antropología y muchas más, con el fin de abordar sistemática y científicamente la educación en ciencias a través de diversos y consolidados modelos didácticos (Aduriz, 1999).

Una vez consolidada la didáctica de las ciencias como disciplina emergente toma como objeto de estudio los sistemas de enseñanza y aprendizaje, procurando la valoración y transformación de estos con base en los objetivos generales de la educación, por lo cual esta disciplina presenta dos dimensiones de interés: a) describir y analizar los problemas más significativos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; b) elaborar y experimentar modelos que ofrezcan alternativas prácticas fundamentadas y coherentes a los problemas detectados en la enseñanza de las ciencias. Astolfi (citado en Porlán 1998).

Estas dimensiones de interés deben ser abordadas y desarrolladas desde todas las perspectivas posibles por lo que Astolfi y Develay, 1989; Cañal 1990; Furió 1994; Furió y Gil 1989; Linn, 1987; (como se citó en Porlán 1998) establecen algunos temas de investigación que deben ser prioritarios para mejorar la enseñanza desde la didáctica de las ciencias; tales como; identificación de nuevas metas en la enseñanza de las ciencias; desarrollo y refinamiento del conocimiento sobre los contenidos de ciencias y los métodos de enseñanza, procurando derivar de investigaciones curriculares, articulando las dimensiones epistemológicas, psicológicas y de interacción social; desarrollo y puesta a prueba modelos didáctico alternativos que propicien la construcción de diversos materiales y currículos experimentales contextualizados para los diferentes niveles educativos; evaluación de la efectividad de las innovaciones resultantes de la didáctica de

las ciencias; desarrollo y evaluación de nuevas metodologías para estimar los aprendizajes de los estudiantes; diseño y evaluación de nuevos modelos de formación de profesores de ciencias, teniendo en cuenta las preconcepciones científicas y didácticas que estos puedan tener; transformación de la organización del aula en relación con propuestas innovadoras concretas; desarrollo progresivo de un cuerpo teórico coherente y funcional; estudiar el papel de las concepciones previas de los alumnos en los procesos de aprendizaje; promover la familiarización de los alumnos con las características del trabajo científico; considerar la resolución de problemas como punto de partida para la construcción de conocimientos científicos en la escuela; investigar las actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje, incluyendo el estudio de las diferencias de actitud entre alumnos y alumnas y sus causas; potenciar las relaciones entre enseñanza de las ciencias y medio, incluyendo los planteamientos ciencia-técnica-sociedad; analizar el clima del aula de ciencias, las formas de trabajo de los alumnos y los roles del profesor; analizar los diferentes modelos vigentes de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y su fundamentación.

Aun planteados estos temas de investigación en los últimos años como eje principal de la didáctica de las ciencias, no se ha garantizado la efectividad del aprendizaje de los contenidos científicos pues para este siglo como ya se mencionó anteriormente se sigue fallando en el propósito de enseñar ciencias, esta falla se hace evidente como lo plantea Furió (citado en Porlán 1998), en “la enorme disparidad existente entre los significados reales de los alumnos y los supuestos aprendizajes que deberían haber adquirido con la enseñanza recibida” (p. 188). Por lo cual es pertinente propiciar una mayor influencia de los modelos alternativos en la enseñanza de las ciencias a tal punto de abolir o desplazar los modelos tradicionales que aportan los resultados deficientes mantenidos hasta hoy

día; tarea que no resulta fácil, pues estamos hablando de años sumergidos en la misma lógica, de lo cual es pertinente destacar que por lo menos un gran avance es lograr reconocer los resultados de la enseñanza habitual de las ciencias, estos han sido enumerados como una serie de deficiencias por Porlán y Martín (como se citó en Porlán 1998, p. 181):

a) convierte directamente los contenidos de las disciplinas científicas en contenidos curriculares, sin que medie ningún tipo de reflexión acerca de la naturaleza epistemológica del conocimiento que se pretende promover en la escuela; b) implica y favorece una visión fragmentaria, acumulativa y absoluta de la ciencia y de los contenidos escolares; c) ignora los aspectos éticos, actitudinales y procedimentales de la educación, sin tomar en consideración las aportaciones que la ciencia puede hacer en estos campos; d) considera a los alumnos receptores pasivos de información, como si no tuvieran experiencias y significados espontáneos sobre los fenómenos naturales; e) separa los contenidos de la metodología didáctica y de la evaluación, como si entre los procesos de producción y regulación de significados y los significados mismos no hubiera relaciones de interdependencia; f) ignora la dimensión social y colectiva del aprendizaje; g) concibe la evaluación como una actividad selectiva y sancionadora, que suele centrarse en la medición de aprendizajes memorizados mecánicamente por los alumnos.

Claro está que se conocen los fracasos de la educación tradicional en lo que a enseñanza de las ciencias se refiere, entonces ¿por qué no han cambiado representativamente las formas de enseñanza?, o peor aún ¿por qué con todas las

investigaciones realizadas para la enseñanza de las ciencias los maestros siguen enseñando de forma tradicional y en muchas ocasiones de manera “inadecuada”?; el problema radica en que son varias las causas que responden a estas y muchas otras preguntas referentes a este tema; lo que sí se puede decir con certeza es que existen diversas investigaciones que han intentado dar soluciones a dichas problemáticas y que aunque no han conseguido resultados significativos, han logrado mostrar un panorama más amplio acerca de las dificultades a las que se enfrenta la didáctica de las ciencias, por ejemplo según Porlán (1998) afirma que:

Los estudios sobre concepciones de los alumnos, (...) ha puesto en cuestión la idea de que los alumnos son receptores pasivos de la información al demostrar que tienen concepciones espontáneas sobre el mundo y que dichas concepciones suponen, con frecuencia, una alternativa diferente a la científica para explicar los fenómenos de la realidad. La existencia de estas concepciones, en fin, refuerza la idea de que es necesario teorizar sobre la naturaleza epistemológica del conocimiento escolar, pues ya no es posible considerar la ciencia como única fuente de contenidos, dado que los alumnos contienen también una visión del mundo que el currículo debe considerar. (p.181)

Pareciese entonces, que dicha problemática es una de muchas y que no se limita a afectar únicamente a los alumnos, puesto que al igual que se ha pretendido omitir las concepciones espontáneas de los alumnos también se ha hecho lo mismo con los profesores ignorando sus concepciones docentes, lo que puede estar pasando con muchas otras situaciones que representan dificultades inmediatas para la didáctica de las ciencias (Porlán, 1998).

Dentro de los problemas de investigación de la didáctica de las ciencias para algunos autores resulta relevante enfocarse en las preconcepciones de los alumnos, otros afirman que es necesario trascender de los alumnos y enfocarse en la formación y desarrollo profesional de los maestros de ciencias, atendiendo de manera especial a las concepciones epistemológicas que estos puedan tener acerca de las ciencias y para otros resulta relevante enfocarse en el estudio de las escuelas; en aspectos como el desarrollo del currículo, desarrollo de la gestión escolar, entre otros (Romero, 1998).

Con lo anterior, se evidencia la necesidad de que la didáctica de las ciencias atienda desde todos puntos posibles las diversas problemáticas que presenta la educación en ciencias, por lo que resulta pertinente apostarle a una diferenciación de la didáctica de las ciencias según los campos de interés de estudio, es decir un grupo específico de investigadores que se dediquen a la formación de estudiantes, otros a la formación de maestros, otros a la investigación de tipo gestión escolar y así sucesivamente de tal manera que no se trascienda de un punto de interés de investigación a otro según lo demande el momento histórico sino que todos tengan la misma importancia y el mismo nivel de desarrollo desde su especificidad, claro está sin descuidar los nexos que se deben dar entre estos puntos de investigación con el propósito de respaldar a la didáctica de las ciencias como disciplina consolidada en la que la investigación se diversifica en líneas organizadas según intereses particulares de los investigadores. Con lo anterior también se aclara que esta podría ser una forma de articular y organizar las investigaciones que hasta el momento se han dado en la didáctica de las ciencias desde su emergencia hasta la fecha.

Atendiendo a lo anterior Pérez *et al.* (2009) han encontrado que existen unas líneas

de interés investigativo al interior de la didáctica de las ciencias como se muestra a continuación:

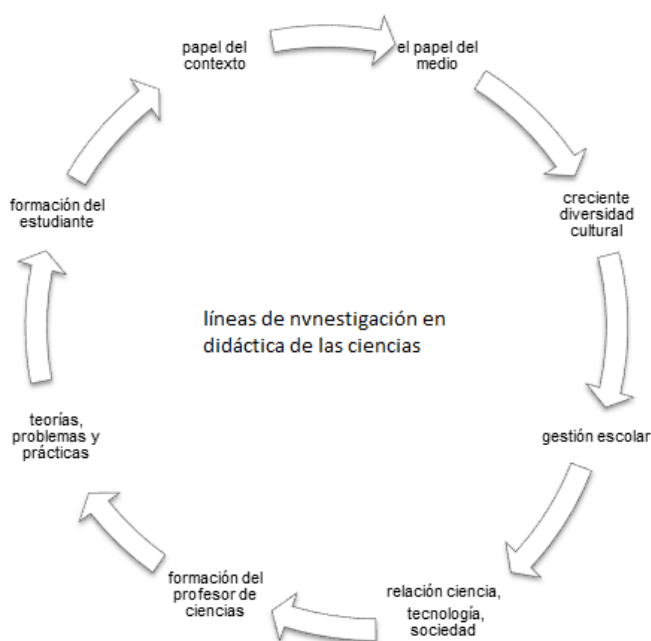


Figura 1: Algunas líneas de investigación en didáctica de las ciencias, adaptación y elaboración, a partir de las líneas propuestas por (Pérez et al., 2009).

Estas líneas según Pérez *et al.* (2009) “Permiten hablar de cuerpo de conocimientos y, por tanto, de auténtica investigación y no de simples tratamientos puntuales” (p.1). Cabe aclarar que para estos autores no basta con que estas líneas existan, sino que también es pertinente articularlas para apuntar al fortalecimiento de un cuerpo de conocimientos estrechamente interconectado, capaz de producir investigaciones que apoyadas mutuamente contribuyan a romper barreras tradicionales mantenidas hasta el momento en la enseñanza de las ciencias.

Aun con este propósito para Pérez *et al.* (2009) es evidente que dentro de la didáctica de las ciencias existen fuertes divergencias en torno a los intereses de investigación pero también es de reconocer que estas divergencias hacen parte del desarrollo de este campo de conocimiento; por tal razón es de resaltar que si bien no hay una receta única para la enseñanza de los contenidos de las ciencias, si deben haber unos aspectos mínimos a

considerar a la hora de enseñar, por lo cual se resalta la propuesta de tener en cuenta todas las líneas de interés de la investigación en ciencias, pero, también es de tener en cuenta lo complejo que resulta desarrollar propuestas para la enseñanza de las ciencias que contemplen todas estas líneas, además, de que es claro que no han de funcionar en todos los contextos, entonces ¿cuál será la manera adecuada de enseñar ciencias?, ¿existe o no formas de enseñar ciencias?, ¿son varias o una?, esa respuesta no la tengo, pero, lo que sí se puede decir al respecto es que la didáctica de las ciencias al ser un campo donde es fuerte la discusión de la enseñanza, es necesario continuar trabajando desde esta y seguir proponiendo formas de enseñanza que sean sometidas a todo tipo de cuestionamiento y análisis a fin de alcanzar día tras día el desarrollo de este campo de conocimientos.

Cabe mencionar que para lograr lo antes mencionado no se puede seguir pensando en la didáctica de las ciencias como la aplicación práctica de la psicología del aprendizaje; pues esto representa una dificultad adicional para seguir el curso del desarrollo de esta y por consiguiente lleva a seguir pensando que para enseñar basta con tener conocimientos científicos y algo de práctica, para luego decir que hace falta la “adaptación didáctica” para llevar dichos conocimientos al aula; pues mientras esto siga sucediendo será más difícil el trabajo desde la didáctica de las ciencias (Pérez *et al.*, 2009).

Con base en el recorrido histórico que se ha abordado, además de los diferentes análisis que se han propuesto mediante el planeamiento de los estudiosos de la didáctica de las ciencias se puede concluir tal y como lo mencionan Pérez *et al.* (2009) diciendo que la didáctica de las ciencias es un campo específico de investigación pues los conocimientos científicos son específicos y no pueden aprenderse o enseñarse de la misma manera que otros contenidos importantes también para el desarrollo humano.

Aun cuando los trabajos de investigación desde la didáctica de las ciencias sean

incontables, estén enfocados desde las diversas líneas de investigación que la componen y se publiquen a través de diferentes medios de difusión, la didáctica se enfrente a una gran dificultad que tiene que ver con el desconocimiento de dichas investigaciones por parte de los profesores que se encuentran en las instituciones educativas y que no están inmersos en procesos de investigación en torno a la didáctica de las ciencias, la enseñanza y aprendizaje de los contenidos científicos, se puede decir que el mayor acercamiento a las investigaciones ya mencionadas que pueden tener los profesores está dada por el contacto que estos tienen con los profesores en formación que llevan a cabo sus prácticas educativas y construyen trabajos de tipo investigativo, las razones por las que los maestros muchas veces no acceden a las investigaciones producto de la didáctica de las ciencias pueden ser muchas entre las cuales se encuentra lo demandante que es la labor docente en sí misma.

Una de las razones por las que algunos contenidos que no son científicos pero que tienen gran importancia dentro de las estructuras sociales están teniendo amplia incidencia en gran parte de la población es precisamente los medios de difusión por los cuales llegan a las personas, por ejemplo redes sociales, sitios web, blogs, correos electrónicos entre otros, en pocas palabras están en todos lados y es casi imposible no estar inmersos en ese tipo de información, situación diferente a la que sucede con las investigaciones en didáctica de las ciencias y otros campos del conocimiento pues a este tipo de contenidos se accede por intereses específicos, es decir que si estos intereses no existe, esta difusión no se lleva a cabo, por lo tanto, con esto no se quiere decir que los medios de difusión de las investigaciones se tenga que cambiar si no que por el contrario se debe procurar que estos sean más conocidos y accesibles para la población en general, más que para una comunidad académica específica.

Por lo tanto, se puede decir que dichas investigaciones están dirigiéndose solo a unos

pocos grupos de la población, por un lado, exclusivamente al grupo focal para el cual son diseñadas y por otro, sin ánimo de herir susceptibilidades, la comunidad académica que conforma este campo de conocimientos en tanto estas investigaciones brindan algunos argumentos de autoridad en aquellas investigaciones que las citan y que quizá tampoco llegue a un grupo diferente al ya mencionado. En pocas palabras la investigación en didáctica de las ciencias no está llegando a estudiantes y profesores, por lo tanto, no está teniendo la incidencia esperada y esta puede ser una de las razones por las que aún no se superan las estructuras tradicionales de la enseñanza.

6.1.1. Transposición didáctica y recontextualización de los contenidos científicos en contenidos para la enseñanza

Para comenzar vale la pena decir que la visión que se tiene de las ciencias y de los científicos es quizá uno de los aspectos que aleja a las personas del aprendizaje de las ciencias, pues se tiende a mostrar las ciencias como una actividad exclusiva de los científicos, y entonces ¿quiénes son los científicos?, son personas que también han pasado por procesos de aprendizaje, en los que han adquirido ciertas habilidades que los han llevado a integrarse en la actividad científica, algo que es alcanzable para cualquier persona. Por lo que la didáctica de las ciencias, desde sus diferentes líneas de investigación tiene el compromiso de desdibujar esta y otras tantas brechas que dificultan la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Quizá esta tergiversación de la actividad científica tenga que ver con la mala interpretación que se hace por parte de la comunidad educativa de algunos procesos que ha enunciado la didáctica de las ciencias como necesarios para enseñar y aprender contenidos científicos, en este caso la transposición didáctica, que desde Chevallard (1991) se entiende como un proceso de transformación del saber sabio al saber objeto de enseñanza; vale la pena tener en cuenta que el saber

sabio es diferente del saber a enseñar y este a su vez es distinto del saber enseñado, la enseñanza de un determinado elemento de saber deberá haber sufrido ciertas transformaciones adaptativas según el nivel académico del estudiante, que lo hará apto para ser enseñado, es decir deberá pasar por un proceso de transposición didáctica que permita la articulación del análisis epistemológico con el análisis didáctico. Este proceso de transposición didáctica requiere de una constante vigilancia epistemológica que posibilite el frecuente análisis y reflexión frente al sistema educativo y los contenidos que allí se abordan (Chevallard, 1991).

A este respecto Granés y Caicedo (1997) mencionan que debido a que los estudiantes de distintos niveles de educación deben asimilar conocimientos que tienen origen en comunidades científicas, es necesario hacer una recontextualización y adaptación de dicho conocimiento, es decir situarlo y articularlo de manera significativa, mediante procesos de selección y transformación, que a su vez implican la construcción de discursos, propósitos y funciones estructuralmente diferentes a los de la comunidad científica, para articularlos a la comunidad educativa; dicho de otra forma en palabras de Castro (2013) “didactizar un saber científico conlleva una transformación de ese saber para hacerlo enseñable y cognoscible en un nuevo entorno” (p.120). Pues como afirma Harlen (2011) “en un mundo cada vez más dependiente de los desarrollos científicos y tecnológicos no podemos darnos el lujo de no desarrollar una mejor comprensión de la ciencia” (p.11).

En este proceso de transposición didáctica del saber sabio al saber de enseñanza, el profesor tiene un rol fundamental. Pues según Shulman (citado en Mellado 2011) el profesor en la práctica constante, desarrolla un conocimiento particular para enseñar los contenidos, este es conocido como conocimiento didáctico del contenido, y distingue a la enseñanza como profesión, en tanto es una forma de razonamiento y acción didáctica,

pues está influido por la formación inicial, experiencia profesional, antecedentes escolares y conocimiento del contexto que tiene el profesor, gracias a este conocimiento didáctico es que los profesores logran transformar los contenidos para hacerlos comprensibles para los estudiantes. Cabe aclarar, que dicho conocimiento didáctico del contenido estará influenciado por la forma particular en que acontece la formación inicial, los antecedentes escolares y la experiencia profesional, de lo cual pueden presentarse diversas situaciones, por un lado, que muchas veces los profesores se vean a sí mismos como científicos y no como profesores o que exista una inseguridad de lo que se sabe llevando una mayor dependencia de la memorización y del libro de texto o a la transferencia directa los contenidos desde el contexto científico al contexto escolar. Por otro lado, puede que esos mismos factores ocasionen que los profesores formen la estructura de los contenidos a partir de sus experiencias de aprendizaje y enseñanza logrando destacar y organizar los conceptos más importantes para el aprendizaje. (Mellado, 2011).

6.1.2. El conocimiento didáctico del profesor y la transposición didáctica

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el profesor en la transposición didáctica Mellado (2011) afirma que:

Los profesores de ciencias tienen que tener conocimientos sobre los fundamentos de la didáctica de las Ciencias, el currículo de Ciencias, las teorías del aprendizaje de las ciencias, los modelos de enseñanza de las ciencias, la planificación, las actividades y estrategias de enseñanza de las ciencias, la resolución de problemas, los trabajos prácticos, la construcción del conocimiento escolar (el cambio

conceptual, las ideas alternativas de los estudiantes sobre cada tópico específico, etc.), las características del alumnado (actitudes, motivación, nivel de maduración, etc.), la organización del aula, los recursos en la clase de ciencias, el discurso y la argumentación en el aula de ciencias, la evaluación, etc. (pp.15-16)

Ahora bien, una vez que los profesores de ciencias tengan dichos conocimientos es preciso que sepan qué, cuándo y cómo enseñar, por lo que como afirma Mellado (2011) se requiere que el profesor lleve a cabo un constante y activo proceso de reflexión en y sobre la práctica de la enseñanza que lleva a cabo en los diversos contextos escolares, pues es gracias a esto que logra transformar e integrar distintos conocimientos, además que según Jaén y Banet (como se citó en Mellado 2011) de esta manera analiza y reconstruye constantemente modelos de enseñanza propios. Con base en esto se puede decir que no es suficiente la práctica de aula si sobre ella no hay reflexión, pues no basta la antigüedad en la profesión docente si sobre esta amplia experiencia no se reflexiona e intenta innovar constantemente; de no existir dicha reflexión se pueden establecer zonas de confort propicias para mantener arraigados modelos de enseñanza tradicionales aun con la constante investigación en enseñanza de las ciencias. Es claro que el maestro no puede estar solo en esta ardua labor pues según Mellado (2011):

En las primeras experiencias de enseñanza los profesores ponen en práctica sus propias estrategias y rutinas de enseñanza, pero si no se les ayuda pueden dejarse dominar por estrategias defensivas, que les hagan sentirse más seguros en el aula, y que les será muy difícil cambiar en el futuro. (pp.17- 18)

Con base en lo anterior se puede decir que situaciones como esta y muchas otras

justifican la pertinencia y cargan de sentido las investigaciones que se realizan desde el marco de la didáctica de las ciencias.

6.1.3. Algunas dificultades que enfrenta la transposición didáctica

Vale la pena tener en cuenta que recontextualizar, transponer didácticamente, o didáctizar el conocimiento puede presentar diversas dificultades entre las cuales se puede destacar, el hecho de que los contenidos son reducidos a tal punto de definir conceptos mediante otros conceptos que no tienen un abordaje claro y profundo, presentar información en secuencia de fechas como se ha visto que sucede con la historia de cada ciencia, y presentar conceptos desarticulados unos de otros, e incluso del contexto en que sucedieron, lo que aumenta aún más la creciente idea de que el aprender ciencias no tiene una relación con la vida cotidiana. Claro está que dichas consecuencias van a depender de una u otra forma de la formación de los profesores además de los medios de enseñanza a los que se esté recurriendo pues como ya se mencionó cada uno de estos tienen una construcción de ciencia de acuerdo con intereses y enfoques particulares.

Enunciado ya el tema de los intereses y enfoques particulares de los medios de enseñanza, vale la pena volver sobre los libros de texto en este trabajo analizados, que aunque Granés y Caicedo (1997) afirman que los conocimientos de las obras originales han sido recontextualizados en los libros de texto con el propósito de facilitar la apropiación de los principales conceptos y principios, además de lograr el dominio de las formas de argumentación y validación para que luego se pongan de base en el planteamiento y la resolución de problemas, es pertinente mencionar que en diversos textos se puede evidenciar mediante un rastreo de las diversas ediciones, el apego a conocimientos cuya estructura no ha tenido gran variación desde que fue

recontextualizada en dichos textos, por lo que cabe preguntar si ¿las adaptaciones allí establecidas han sido lo suficientemente adecuadas para que funcionen en todos los contextos, aun teniendo en cuenta lo diverso que estos son?; ¿será que es precisamente esa falta de vigilancia epistemológica de los saberes de enseñanza lo que ha desencadenado la imagen tergiversada de ciencia y de actividad científica que en estos textos se les muestra a estudiantes y maestros, y que a su vez quizá ha provocado el poco interés por aprender ciencias? O peor aún ¿será que el mantenimiento de los contenidos con la misma estructura en las diversas ediciones de estos textos corresponde únicamente a una competencia comercial, por lo que los contenidos en muchas ocasiones se recombinan al interior de los textos sin ningún tipo de reflexión o modificación? Estas y otras cuestiones solo pueden ser resueltas mediante la continua vigilancia epistemológica y recontextualización del saber pues como afirma Granés y Caicedo (1997):

Entender la educación como creación permanente de sentido a través de los procesos de recontextualización puede transformar la conciencia que posee el educador sobre su propia práctica. Esta deja de ser entendida como una actividad de simple reproducción para ser pensada como un proceso de enriquecimiento permanente en la interpretación y en el significado de los conocimientos. (p.2)

En tanto esto no suceda muy posiblemente sigan estando presentes las formas y medios de enseñanza tradicionales.

6.1.4. Las habilidades científicas, uno de los caminos hacia la enseñanza de las ciencias.

Teniendo en cuenta que el Ministerio de Educación (2004), enuncia que “los estándares tienen como objetivo que los estudiantes desarrollen habilidades para explorar, analizar,

observar, recoger, organizar y evaluar información además de compartir los resultados; y de que Carrascosa *et al.* (2006) afirma que “la investigación científica abarca mucho más que el trabajo experimental y éste no tiene sentido tomado aisladamente” (p.165). Es pertinente aclarar que, aunque Hacking (1996) afirma que el experimento tiene vida propia, este no ha tenido gran acogida o incidencia en la enseñanza en la escuela debido a que como afirma Giraldo (2016) se le asignan roles como, receta, observación o proceso corroborativo, en el que el estudiante es totalmente pasivo al proceso y el maestro es un exhibidor de conceptos y procesos, entonces ¿qué les hace falta a las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias? Se puede decir que ya existen algunos hallazgos por parte de diversos investigadores que pretenden resignificar el papel de las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias. Entre estos hallazgos, se destaca la intención de promover ciertas habilidades en los estudiantes, y la reestructuración de las formas de enseñanza tradicionales, algo que probablemente tome más tiempo o no se logre sin un trabajo de reflexión y acción constante por parte de la comunidad educativa, más aún cuando según Alexandre *et al.* (2005) “las perspectivas de las reformas educativas en diferentes países parecen coincidir en que uno de los fines principales de la enseñanza de las ciencias en la etapa obligatoria es la alfabetización científica” (p.53), tema que concierne a la didáctica de las ciencias teniendo en cuenta que según Porlán (1998) es evidente el fracaso en la enseñanza de las ciencias. Por lo que se pone en duda el hecho de que se insiste en enseñar ciencias, aun cuando esta no tendrá sentido mientras las instituciones, medios de enseñanza, maestros, y población en general no estén preparados y dispuestos para integrarse de manera óptima y consciente en dicha alfabetización.

Entiéndase que las habilidades científicas para este trabajo no están relacionadas con el tradicional método científico incluido en la enseñanza de las ciencias pues como se

aclara en otro apartado, no se cree que exista un método científico, por lo que no se puede esperar que dichas habilidades se presenten en los estudiantes en un orden determinado sino que por el contrario se piensa que estas deben estar actuando simultáneamente, pues las habilidades científicas deben ser pensadas como procesos que se construyen de manera particular en cada uno de los que está inmerso en el aprendizaje de las ciencias, más que entenderlas como una serie de pasos a seguir. Aun cuando estas habilidades se construyen de manera particular en cada estudiante han de tener unos fines generales requeridos socialmente por lo que Reyes y García (como se citó en Reyes y García, 2014) afirman que:

La adquisición progresiva de las habilidades científicas está enfocada hacia la alfabetización científica que corresponde a la capacidad de aplicar en su ambiente cotidiano los conocimientos y las habilidades que les permitan tomar decisiones informadas y que afectan su entorno familiar y su comunidad. (p.275)

Desde esta perspectiva existe la necesidad fortalecer las reflexiones desde la didáctica de las ciencias, en cuanto a recursos educativos y el papel de maestros y estudiantes en la discusión y reestructuración de la enseñanza de las ciencias, debido a que como lo menciona Aleixandre, Caamaño, Oñorbe, Pedrinaci, y De Pro (2003), pensar es una actividad social y no individual; y en este sentido, enseñar también es una actividad social, en la que se requiere como menciona Deanna Kuhn (1993) enseñar a pensar; o en palabras de Aleixandre *et al.* (2005) enseñar a:

Tomar decisiones sobre los datos, discutir qué pautas aparecen en ellos, justificar una decisión, proponer una explicación, (...) tomar parte en el discurso de las ciencias, en la construcción de significados en ellas, participar activamente en su

sistema de comunicación (no sólo como receptores pasivos), se haga en un laboratorio de investigación o –a otra escala– en el aula. (p.39)

Tanto en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias como en la actividad científica existen procesos comunes, tales como, preguntar, observar y generar posibles respuestas a partir de experiencias y diálogo con otras formas de pensar; por lo que la enseñanza de las ciencias aunque no con el mismo nivel de complejidad, debe responder a los fines propios de las ciencias, como lo son, proponer y justificar enunciados y acciones orientados a la comprensión de la naturaleza más que pretender que las y los estudiantes retengan información, por lo tanto, la ciencia debe ser un medio para que se desarrolle elementos del razonamiento, tales como, (indagar: (examinar, interpretar, analizar, reflexionar e inferir, (argumentar: (relacionar información, observaciones y prácticas y concluir), como se muestra en la figura 2. Estas habilidades serán fundamentales para que el estudiante comprenda la naturaleza y sus fenómenos, e interaccione en su ambiente cotidiano; para lo cual se debe procurar el acceso a cualquier medio que promueva el desarrollo de dichas habilidades, por lo que los maestros tienen el compromiso de enseñar a pensar más que de enseñar contenidos, (Aleixandre *et al.*, 2003; Kuhn 1993). Cabe mencionar, que además de potenciar dichas habilidades los profesores tienen la difícil tarea de enseñar a sus estudiantes a implementar dichas habilidades en su cotidianidad, pues como afirma Harlen (2011) conocer las habilidades no garantiza que se puedan y se sepan usar.

Para este trabajo se tendrán en cuenta algunas de las habilidades científicas que sintetiza Reyes y García (2014), a partir de la revisión documental de Abruscato; Friedl y Koontz; Chiappetta y Koballa; Martin *et al.*; Kovalik y Olsen; y M.E.N, (como se citó en Reyes y García, 2014), que a su vez serán contrastadas y relacionadas con las mencionadas por Kuhn (1993), Carrascosa *et al.* (2006), y Harlen (2011). En este caso no

se toma cada habilidad sintetizada por Reyes y García (2014), pues algunas más que habilidades son actividades propias del proceso de aprendizaje de las ciencias sin implicar exactamente una habilidad.



Figura 2: Habilidades científicas.

Adviértase que no se pretende decir que el desarrollo de habilidades científicas sea el único camino para la enseñanza de las ciencias y mucho menos que estas habilidades garanticen el cumplimiento de todos los propósitos de enseñar ciencias, pero sí que desarrollar dichas habilidades puede representar una ventaja para aquellos que se integren en un proceso como este, que demanda ciertas habilidades de razonamiento y actividad práctica.

6.1.5. La argumentación en el aprendizaje de las ciencias

Partiendo de que según Mellado (2011), “la argumentación, como justificación de las conclusiones a partir de las pruebas, es un aspecto crucial de la ciencia” (p.21). Y teniendo

en cuenta que según Bernard (citado en Rosenblueth, 1971) la actividad mental y no la física es la pertinente al problema, además de que según Reyes y García (2014) “estudiar ciencias (...) implica un proceso de razonamiento bajo cierta lógica (p.275), los argumentos que en este trabajo se creen necesarios desarrollar son los dialógicos y racionales; en tanto en los primeros se examinan diferentes alternativas que pueden proporcionar diversas oportunidades para que el estudiante elabore sus propios argumentos; mientras que en los segundos se propicia la búsqueda de una resolución racional a un problema (Driver, Newton y Osborne, citados por Aleixandre *et al.*, 2005). Esta habilidad argumentativa se requiere para que el estudiante brinde respuestas a preguntas que le surgen, más que para convencer a otros de lo que está realizando y mucho menos para generar respuestas a preguntas que le generen los libros de texto, los profesores u otros medios de enseñanza; por tal razón es necesario que la persuasión mediante argumentos entendida desde la retórica se tome como persuasión propia, es decir, el estudiante debe tener un recorrido en el aprendizaje de las ciencias que lo lleve a construir su propia imagen de ciencia y comprenda cómo ésta puede aportar en su contexto.

Para abordar la argumentación como una habilidad científica se tiene en cuenta la caracterización de Toulmin (citado en Aleixandre *et al.*, 2005), quien dice que el argumento se compone de datos, conclusiones, justificaciones, conocimiento básico de carácter científico, calificadores modales (variables o condicionantes) y refutación, de los cuales cree (Aleixandre *et al.*, 2005) que para que pueda hablarse de la existencia de un razonamiento argumentado, deben estar presentes al menos datos, conclusiones y justificaciones. El resto de elementos pueden o no estar presentes en un argumento.

Aun con lo ya mencionado, es conveniente señalar que pretender potenciar

habilidades como la argumentación desde la enseñanza de las ciencias no es una tarea fácil debido a que como lo enuncia Aleixandre *et al.* (2005) en la investigación llamada RODA (Razonamiento, Argumentación y Discusión):

En la mayor parte de las clases de ciencias convencionales, apenas hay razonamiento o argumentación por parte del alumnado. (...) esta ausencia tiene relación con los fines de la instrucción planteados por el diseño curricular, con los materiales y con los profesores o profesoras. Si el desarrollo de habilidades científicas como razonar y argumentar no se tiene en cuenta entre los objetivos, no es de esperar que se diseñen tareas encaminadas a ello. (p.40)

6.1.6. La indagación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias

Partiendo de que según Harlen (2011) la indagación es el camino a tomar cuando se tiene como objetivo la comprensión conceptual, se cree que la indagación también es una importante habilidad científica, que debe ser desarrollada en tanto puede ser una de las formas por las que el estudiante cree su propia imagen de ciencia más que recibir una imagen distorsionada de una fuente externa, como sus maestros, los libros de texto o los canales de difusión de información virtual como YouTube.

Con base en lo anterior es necesario hacer un llamado a la construcción de currículos que integren la indagación como estrategia de aprendizaje, pues según Eisenhart, Finkel y Marion; De Jong y Van Joolingen; Bransford, Brown y Cocking; McGinn y Roth (como se citó en Kuhn, D 1993) la enseñanza basada en la indagación tiene más incidencia en los alumnos, ya que los involucra en la investigación, logrando así potenciar habilidades intelectuales y superando la enseñanza tradicional, además de que Minner *et al.*, (citado

en Harlen, 2011) encontró evidencias de que es más probable lograr una mayor comprensión de las ciencias mediante enfoques que se basan en la indagación. También afirman Kuhn, (1993) y Harlen (2011) que la enseñanza que integre la indagación, tiene ciertas implicancias como el desarrollo de habilidades para buscar, hallar y escoger los temas que desean, pues esta actividad de indagación integra tareas como examinar, interpretar, analizar, reflexionar, cuestionar, inferir y aplicar lo aprendido en su vida diaria.

Para que se puedan desarrollar dichas habilidades y se aplique lo aprendido como afirma Harlen (2011) es necesario que:

Sus indagaciones tengan que ver con algo real en su experiencia y que los estudiantes consideren pertinentes y atractivas, y que se sumen a su experiencia y sus ideas pre-existentes. (...) Lo más importante es que sus indagaciones deben ser respecto a algo cuya respuesta los estudiantes desconocen. Con mucha frecuencia las actividades parecen aburridas porque la “indagación” es para “descubrir” algo que está predeterminado o que ya se sabe. Esta situación se produce usualmente porque el profesor impone las preguntas, quizás extraídas de materiales curriculares concebidos por externos, en vez de que los niños sean quienes hagan las preguntas. Estas actividades no pueden ser descritas como indagación. (p.9)

Para terminar es necesario decir que bajo este compromiso de enseñar a pensar, desde la didáctica de las ciencias se debe procurar el desarrollo de ciertas habilidades, puesto que, así como es necesario aprender el “qué” de las ciencias también lo es, participar en su forma de trabajar y enfrentarse a los problemas mediante sus diversas metodologías; pues no basta con que los estudiantes aprendan los conceptos estructurantes de las ciencias,

sino que también deben ser capaces de escoger las diversas metodologías planteadas en las ciencias y justificar dicha elección, algo que implica varios procesos de razonamiento, entre estos la argumentación (Aleixandre *et al.*, 2005).

Capítulo 2

6.2. Medios y Recursos didácticos

Al realizar una búsqueda en el sitio web Google con las palabras “material didáctico para la enseñanza de las ciencias” aparecen cerca de 6.640.000 resultados, los cuales se encuentran distribuidos en trabajos de investigación, blogs, redes sociales, páginas de audio y video, revistas electrónicas, bases de datos, páginas académicas, entre otros; lo cuestionable de esto no es la información que allí aparece y mucho menos los posibles errores conceptuales que presentan algunos, lo que debe ponerse en cuestión en esta situación, es el uso que se está haciendo de estos medios y de la información que allí está contenida.

Desde la didáctica de las ciencias diversos investigadores han realizado trabajos que aportan al desarrollo de la enseñanza de las ciencias, estas investigaciones según Pérez *et al.* (2009) han tenido que ver con, la formación de profesores y estudiantes, el papel del contexto, la diversidad cultural, la gestión escolar, la relación ciencia, tecnología y sociedad, las teorías, problemas y prácticas y el papel del medio en la enseñanza, el cual se abordará en este apartado.

El medio y el recurso se puede entender de diferentes maneras, tal es el caso que según Graells (2000) un medio didáctico “es cualquier material elaborado con la intención de

facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje” (p.1). Algo que en gran medida lleva a pensar de manera instrumental el medio didáctico en tanto no se haga un profundo análisis de este tipo de definiciones, aun así, es una manera de entender el medio didáctico desde su aporte a la enseñanza, por otro lado, Brousseau (2007) propone que el “medio didáctico es un subsistema autónomo, antagonista del sujeto, (...) para enseñar un conocimiento determinado se utilizan “medios” (p.17).

Con base en esta forma de entender el medio didáctico Brousseau (2007) lo distingue de dos maneras diferentes.

- Medio material, cuando el profesor prepara su clase organiza un medio que incluye las reglas que definen el éxito y el fracaso, llamado “medio material” (aun si no hay objetos concretos). Debe considerarse también las interacciones de un sujeto con este medio.
- Medio objetivo, es movilizado en una situación de acción donde este es o bien el medio efectivo sobre el cual se exige al alumno actuar o bien un medio ficticio cuyo funcionamiento o transformaciones debe imaginar para responder a una pregunta. En los dos casos es un actor que opera en función de sus modelos implícitos de acción. (p.54)

Para este caso se tienen en cuenta tanto medios didácticos como recursos educativos, pues no todos los medios que se toman en la escuela para la enseñanza son diseñados con el propósito de enseñar y aun así se llevan a la escuela. Partiendo de esto, es de aclarar que el recurso educativo, según Graells (2000), se entiende como “cualquier material que, en un contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para

facilitar el desarrollo de las actividades formativas” algo que puede tener incidencias no esperadas en la enseñanza, pues aunque dichos materiales se usen con fines educativos, los objetivos que orientaron su construcción responden a otros contexto que no es precisamente el de la enseñanza, más aún cuando Brousseau (2007) afirma que “un medio sin intenciones didácticas es incapaz de inducir en el alumno todos los conocimientos (...) que se desea que adquiriera. (p. 32)

Establecida la distinción anterior, lo cuestionable es que como ya se ha mencionado, en algunos medios o recursos implementados en la enseñanza, como los libros de texto y los videos para este trabajo abordados, por lo general no se abordan los contenidos de la manera en que la enseñanza los requiere, por lo que aun cuando los profesores intenten hacer un uso didáctico de estos resultara dificultoso en tanto desde su elaboración no estuvieron pensado para la enseñanza o aun cuando se pensaron para la enseñanza, tiene una estandarización preestablecida que dificulta su uso en diversos contextos, más aun teniendo en cuenta que Graells (2000) afirma que uno de los aspectos a tener en cuenta al momento de seleccionar o elaborar los medios didácticos son, los objetivos educativos que se pretenden lograr, los contenidos que se pretenden abordar, las características de los estudiantes que los utilizarán, las características del contexto y las estrategias didácticas que se pueden diseñar considerando la utilización del material, aun así pareciese que aquellos que elaboran los medios y recursos creen que estos funcionan en cualquier situación pasando por alto los aspectos antes mencionados. Situación contraria debería suceder con los profesores pues según Barbero (2007), los medios didácticos deben surgir de la reflexión que éste haga sobre su quehacer profesional.

Ahora bien, entendido el medio didáctico desde esta perspectiva se pueden integrar diversos medios y recursos que están presentes en la cotidianidad de maestros y

estudiantes, alrededor de los cuales se han conformado grupos de personas que comparten un gusto por estos. De los que mayor aceptación y distribución tienen, se pueden mencionar videojuegos, videos, canales, blogs, redes sociales, libros, cartillas, unidades didácticas, ovas, herbarios, huertas, modelos a escala, imágenes, infografías, entre muchos otros que pueden resultar muy adecuados como medios didácticos gracias a la amplia aceptación que tienen en la vida cotidiana, lo cual resultaría una ventaja en términos de acercamiento con la población, algo que podría potenciar la relación profesor, saber enseñado, estudiante.

Cabe resaltar que aunque el medio didáctico puede ser cualquier material, Graells (2000) menciona que estos tienen ciertos componentes estructurales que los caracterizan, tales como, un sistema simbólico, los contenidos implícitos o explícitos, la plataforma tecnológica, y el entorno de comunicación con el usuario; además de que según Rickenmann (2006) “las características materiales y simbólicas del medio didáctico están directamente relacionadas con los contenidos de enseñanza/aprendizaje, y es a través de la modificación de este medio que los alumnos movilizan o construyen nuevos conocimientos” (p.5). Por lo que cada medio didáctico ha de tener determinada incidencia según en el contexto en el que sea implementado, esta incidencia puede representar ventajas u obstáculos para el aprendizaje, por lo que es necesario realizar todo un proceso de investigación que involucre los componentes estructurales ya mencionados y otros de ser necesario a fin de que sean más ventajas que desventajas las que brinden estos medios en la enseñanza de las ciencias; por lo que es pertinente como afirman Ojeda y Perales (2011) que los profesores no tomen posturas a favor o en contra de los medios, sino que por el contrario dispongan de criterios y conocimientos para seleccionar el medio más apropiado y cercano a su acción didáctica y grupo de estudiantes, pues esto será

fundamental a la hora de implementar adecuadamente el medio seleccionado o elaborarlo si de ser posible.

6.2.1. Tutoriales: Las actividades prácticas en YouTube ¿Qué las hace tan llamativas?

Las tecnologías de la comunicación y la información han empezado a tener una gran influencia en la sociedad desde hace varios años (Ojeda y Perales, 2011). Pues a través de estas es posible el procesamiento y la difusión de la información, en este caso YouTube es un portal que permite subir y visualizar vídeos a nivel mundial por lo que es uno de los sitios de internet más utilizados actualmente, esto se debe a que en este se puede encontrar todo tipo de contenido con un sinnúmero de temas abordados de diferentes maneras y por diferentes personas en el mundo. Las ventajas más representativas de este portal tienen que ver con la posibilidad que tienen los usuarios de reproducir en repetidas ocasiones el contenido, se pueden crear canales personalizados para subir información que a su vez puede ser compartida en diferentes redes sociales lo que aumenta la posibilidad de que dicho contenido tenga más visualizaciones, solo es necesario tener acceso a internet desde cualquier equipo que tenga compatibilidad con el portal para que pueda ser usado en cualquier parte del mundo.

En cuanto a contenido se refiere, vale la pena destacar que con el pasar de los años los llamados YouTubers han puesto en marcha diferentes estrategias para lograr suscriptores y visualizaciones, entre estas estrategias está, el manejo del lenguaje, el uso de diversos recursos electrónicos, abordar diversos contenidos, los cuales pueden ser, discusiones, consejos, procedimientos, entre otros, por mencionar algunos contenidos que para este caso interesa, se puede encontrar enseñanza de matemática, física, química, genética, biología, pedagogía, didáctica, trabajos prácticos como, laboratorios,

“experimentos”, entre otros; además de que también hay explicaciones sobre cómo elaborar trabajos de todo tipo; en pocas palabras en este portal existe un video casi para cualquier tema que al usuario se le pueda ocurrir, algo que no es extraño pues se suben millones de vídeos a diario en todo el mundo.

Muchos sitios web están logrando transformar las relaciones entre los seres humanos y con ellas las formas de enseñanza y aprendizaje, tal es el caso que, “En los últimos años gracias a YouTube se han desarrollado una serie de herramientas para la difusión de videos y la producción de pequeños canales de televisión con temática científica y educativa a través de la red” (Ojeda y Perales, 2011, p.133). Por ejemplo, al realizar una búsqueda en YouTube con las palabras “experimentos de biología”, aparecen videos que abordan procedimientos como la extracción de ADN, fotosíntesis, transpiración de las plantas, germinación crecimiento bacteriano, entre otros, (ver anexo), cada uno de estos videos cuenta con cientos de visualizaciones, que si lo pensamos bien, no se trata más que de millones de personas viendo procesos en los que se muestra alguna práctica con poco o nada de fundamento o reflexión acerca de lo que se está haciendo. un ejemplo concreto de este tema tiene que ver con un joven estadounidense de quince años que murió electrocutado, según reportaron las autoridades de ese país al intentar reproducir un “experimento” que vio en YouTube, en el cual se pretende reproducir la escalera de Jacob (producir el arco eléctrico).

Una vez más, se aclara que no se puede generalizar, pero que, si es necesario enseñar ciencias de manera significativa y reflexiva a los estudiantes, pues en este siglo es más asequible la información y los jóvenes son cada vez más diestros en el manejo de los medios que la difunden; por lo que no se puede seguir reproduciendo procedimientos sin ningún tipo de análisis y reflexión. Esta situación que aquí presento pone en evidencia

que la responsabilidad no es de aquellos que suministran la información, pues su interés radica en seguir el curso de los sitios web, que tiene que ver con conseguir visualizaciones, likes y seguidores; por el contrario, la responsabilidad si es de aquellos que se remiten a ella, aclaro nuevamente que no es una generalización pero que las cifras nos dan pistas acerca de lo que está sucediendo.

Por poner un ejemplo al buscar canales que estén relacionados con la Biología, se pueden encontrar canales de YouTube como, ciencias dinámicas, educatina, unProfesor, Tesla Wegener, Alberto Sanagustín, Unabtv, Aula de Biología y Genética Francisco Bueno, Biología com Samuel Cunha, iBioMovies - Canal de Biología #SVBR, Biología Total com Prof. Jubilut, Aula De, canal do pirula; por mencionar algunos y sin tener en cuenta que existen canales para la enseñanza de matemáticas, física, química, historia, entre otros. Dicho esto, vale la pena hacer una aclaración acerca de la inclusión de los videos en la escuela, pues tal como menciona Cabrero (citado en Navarro, 2013) existe el vídeo didáctico, que ha sido diseñado para propiciar el aprendizaje de contenidos y el desarrollo de habilidades; por el contrario, la utilización didáctica de los videos tiene que ver con las diversas formas de utilización de estos en la enseñanza. Por lo que cabe resaltar que no todo video es apropiado para enseñar y aprender. Por lo que es en estos casos donde el maestro debe tener el criterio, la formación y la experiencia para seleccionar y enseñar sus estudiantes a analizar críticamente aquello que circula de manera masiva y que de una u otra manera llega a hacer parte del aprendizaje.

6.2.2. Las actividades prácticas en los libros de texto. ¿Qué las caracteriza?

Los libros de texto, son quizá uno de los recursos más inmediatos, pues según Chamizo

(2014) “la mayoría de los profesores en todo el mundo utilizan los libros de texto como la principal (y a veces la única) fuente de información” (p.96), incluyendo a aquellos que no tienen una formación profunda en la enseñanza de las ciencias, que no dedican demasiado tiempo a la elaboración de los programas de clase, o que simplemente los usan por tener una estructura llamativa para la enseñanza; cabe aclarar que algunos de estos textos son elaborados por profesionales de los diferentes campos del conocimiento como lo son biología, educación, psicología, matemáticas, estadística, física entre otros; por lo que es necesario fijar la mirada en la forma como son abordados los contenidos en dichos textos y la incidencia que esto tiene en la enseñanza de las ciencias, pues como afirma Izquierdo (citada en García y Estany, (2011) :

Los textos utilizados en la enseñanza de la ciencia (...) expresan una retórica; esto es, las intenciones que hay detrás por parte del autor y el mensaje que quieren transmitir, la idea de ciencia que se promulga, la forma de persuadir al lector, influyendo en su forma de pensar la ciencia y transformando su mundo. (p.14)

Lo anterior se materializa mediante una revisión documental, pues al llevar a cabo la exploración de tres editoriales muy conocidas, se evidencian aspectos como que, aunque abordan algo de historia de las ciencias la presentan desde los acontecimientos “más relevantes”, dejando de lado diversos procesos importantes en la construcción de los diferentes campos del conocimiento, por otro lado, las actividades experimentales se basan en un único método científico, por lo general, el hipotético deductivo, lo cual desdibuja totalmente el proceso de razonamiento del estudiante, incluso sabiendo que como menciona Peters (citado en Castro, 2011) el razonamiento tiene un rol central en la educación puesto que no existe una única forma de razonar. Además de que como afirma

Galison (como se citó en García y Estany, 2011) “en la experimentación existe una forma de argumentar y de conocimiento diferente (...) al de la deducción (p. 13). Por último, en la mayoría de casos se reducen los temas a conceptos desarticulados, pues tal como afirma García y Estany (2011):

Prevalen las leyes y teorías como verdades reveladas y el experimento como subsidiario de ésta. Esta manera de presentar la ciencia como un “producto” sin reconocer los procesos que se han llevado a cabo en la construcción del conocimiento han terminado por afectar la relación enseñanza – aprendizaje.
(p.15)

Enunciado lo anterior se puede afirmar que por estas razones la construcción del conocimiento se da de manera fragmentada, por lo que los estudiantes no logran hacer relaciones entre los fenómenos y las estrategias por las que acceden a su comprensión.

6.2.3. De los medios a las mediaciones en la escuela. Un análisis desde la propuesta de Jesús Martín Barbero

A lo largo de la historia se ha construido conocimientos y saberes que han sido difundidos de diversas maneras y con variadas intenciones, pero es en especial en esta época donde la comunicación toma una importante posición, pues aunque a lo largo de los años las personas se han comunicado es a partir del desarrollo de nuevos medios que la comunicación se ha hecho extensiva y accesible para la población en general, por encima de situaciones políticas, económicas, sociales o de cualquier otro tipo. Ahora bien, es

claro que esas nuevas formas de comunicación han tenido incidencias en la cultura y la cultura ha tenido incidencia en las nuevas formas de comunicación pues se han transformado multidireccionalmente, pues como afirma Barbero (2014) los medios no actúan de la misma manera en los múltiples contextos. Por lo que es pertinente preguntarse ¿basta con que la población acceda a los diversos medios de comunicación, como para asegurar que se aprenda, se enseñe, se interactúe y reconstruyan las relaciones sociales?

Según Barbero (2014) no se trata únicamente de centrarse o referirse a los medios o a las personas si no de ver qué hay entre los dos, es decir qué hacen los medios con las personas y viceversa; pues aun cuando las TIC están conectando a la población mundial a través de nuevas formas de socialización, no se trata de que en la escuela se integren estas como una forma estratégicamente acelerada de ponerse a la vanguardia con el fin de buscar alternativas desesperadas a las diversas problemáticas que en esta se presentan, pues por más acogida que las TIC tengan, por si solas no representan una alternativa para la enseñanza pues lo que realmente vale la pena ver son las relaciones que entre estas y las personas se entretienen, para transformar la cultura, que en palabras de Barbero (2012) es transformar las formas de vida, en tanto la cultura no es otra cosa que un terreno en el que luchan y negocian los distintos actores y grupos que componen la sociedad, lo que de una u otra manera ya había sido concretado por Barbero (1987) en su obra “de los medios a las mediaciones” en la que sitúa los medios en el ámbito de las mediaciones, es decir, “en un proceso de transformación cultural que no arranca ni nace de ellos, pero en el cual estos si tienen un papel importante a partir de los años veinte.

Con base en lo anterior y haciendo énfasis en el contexto educativo, se podría decir que son diversas las dificultades en cuanto a lo que se lleva a la escuela para enseñar, pues muchas veces en las escuelas se cree que basta con ingresar en las aulas las innovaciones

sociales, educativas, tecnológicas y de otra índole como solución a las diversas problemáticas que se encuentran al interior de estas y peor aún se cree que dicha introducción dinamizara la enseñanza, el aprendizaje y por ende se garantizara que estos dos procesos se lleven a cabo, la pregunta es, ¿será que basta con introducir desconociendo lo que pasa antes durante y después de dicha introducción?

En este caso si hablamos por ejemplo de los videos que hacen parte de las TIC, por un lado, se puede ver que, o bien, se niega el potencial que estos pueden tener en la enseñanza por sus contenidos audiovisuales, o bien, aunque se reconoce su importancia, se llevan a la escuela de manera fragmentaria, sin dar cuenta de las mediaciones que en este tránsito suceden, lo que lleva a que estos sean instrumentalizados. Peor aún, es que se crea que estos por si solos pueden garantizar la enseñanza y el aprendizaje, aun sabiendo que como afirma Savater (2001) no son los medios sino el cuerpo a cuerpo lo que tiene significado en cada mediación escolar.

Capítulo 3

6.3. Experimentación en biología, fenómenos que solo pueden ser estudiados desde este campo de conocimiento.

La autonomía de la biología pudo ser reconocida según Mayr, (2006) gracias a la refutación de algunos principios erróneos, como la creencia en la teleología cósmica y el vitalismo, la demostración de que algunos principios de física no son aplicables a la biología y de que algunos principios de la biología (pensamiento poblacional, procesos, biológicos, programas genéticos, entre otros), no son aplicables a lo inanimado, por lo que se coincide con Rosenberg (citado en Dieguez, 2012) quien cree que la complejidad

de los fenómenos biológicos sólo pueden ser tratados desde la biología; pues este campo de conocimiento presenta según Diéguez (2012) diferencias estructurales y metodológicas con respecto a otros campos, además de que como afirma Mayr (2006):

Todos los procesos vivientes obedecen a dos causalidades. Una de ellas está constituida por las leyes naturales que, junto con el azar, controlan completamente todo lo que tiene lugar en el mundo de las ciencias exactas. La otra causalidad consiste en los programas genéticos que caracterizan el mundo viviente de forma tan singular. No existe un solo fenómeno ni un solo proceso en el mundo viviente que no se halle en parte controlado por un programa genético contenido en el genoma. No existe una sola actividad en cualquier organismo que no se vea afectada por un programa semejante. En el mundo inanimado no hay nada comparable con esto. (p.48- 49)

Teniendo en cuenta las causalidades anteriores es necesario reconocer que por la diversidad de los fenómenos que estudia la biología es necesario abordar la diferenciación que realiza Caponi (citado en Chávez, 2010) en cuanto a los enfoques de la biología, en tanto por un lado está la biología funcional que estudia las causas próximas a través de la tradición experimental y la biología evolutiva que se encarga de las causas remotas mediante la historia natural, algo que puede ser cuestionable, pues aunque los fenómenos a estudiar sean diferentes en cuestiones de temporalidad, en ambos casos se estudian procesos característicos de los seres vivos tales como fisiológicos, comportamentales, u otros por lo que se puede decir como afirma Chávez (2010) que “la experimentación es una metodología característica más no única de la Biología funcional” (p.141). Es decir, para los dos enfoques de la biología son necesarios tanto la experimentación como la

historia de la biología, solo que el requerimiento de estos será mayor o menor según el fenómeno estudiado.

Lo que sí se puede decir es que la experimentación en biología aun cuando comparte algunas características de la experimentación llevada a cabo por otros campos del conocimiento, son los fenómenos que estudia lo que le confiere sus características particulares pues como afirma Chávez (2010):

Este tipo de experimentación, en muchos casos no cumple con la concepción de experimento (en sentido estricto), como en la física o la química, en la que se pueden aislar o manipular variables, lo cual es muy difícil de realizar en la experimentación biológica debido al carácter único del fenómeno estudiado por la Biología (fenómeno de lo vivo), que posee entre muchas características las siguientes: que las poblaciones están conformadas por organismos únicos, existen interacciones entre los organismos y su entorno, e incluso un organismo no es el mismo a lo largo del tiempo y mucho menos cuando sobre un organismo se ha realizado algún procedimiento, como una ablación por ejemplo (p.141)

6.3.1. Las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología

Partiendo de que según Del Carmen, Barberá y Valdés (como se citó en Amórtegui y Correa, 2009) afirman que los trabajos prácticos se caracterizan por ser realizados por los estudiantes con un grado de participación variado, para lo cual se requiere de diversos procesos científicos y aproximación diferencial según los estudiantes y el contexto. También se debe tener en cuenta que estos trabajos prácticos requieren de la preparación de ciertos elementos que solo pueden ser establecidos por el profesor de la ciencia en

concreto que se desee enseñar en este caso el licenciado en biología, pues es él quien tiene el conocimiento didáctico requerido para plantear dichos trabajos prácticos.

Aun cuando Cano y Cañal (como se citó en Luna, 2011) afirman que existen diversas problemáticas en torno a la realización de las prácticas experimentales en clase, tales como, el exceso de alumnos por clase, la falta de recursos e infraestructura, la poca formación de los profesores en este tipo de actividades, y la falta de tiempo para abordar el exceso de contenidos. Además de que según Giraldo (2016) cuando se realizan prácticas experimentales en biología, su fin es demostrativo y corroborativo por lo que según Luna (2011), “es necesario que los profesores vayan más allá de las actividades prácticas comprobatorias de la teoría” (p.78). Pues según Abou y Godoy (2007) la biología no puede seguir siendo enseñada únicamente de manera expositiva, en tanto esto puede llevar a que los estudiantes no la comprendan. Por lo que se requiere la integración de clases experimentales, pues su objetivo es ampliar y mejorar la forma en que se ha abordado el contenido de Biología Bizzo (citado en Abou y Godoy, 2007).

Algo con lo que definitivamente no se puede estar de acuerdo es con la afirmación de Luna (2011), acerca de que los experimentos son ilustrativos en la medida en que son realizados únicamente por el profesor y están destinados a ilustrar un principio, o poner en evidencia la relación entre variables, que ilustran o corroboran la teoría. Por tal razón, se requiere transformar esta visión del experimento pues según Moreira y Diniz (2003), es incuestionable la relevancia de las actividades experimentales en la enseñanza de la biología, pues según Abou y Godoy (2007) las aulas prácticas pueden representar una opción de transformación, para estimular los sentidos, la curiosidad, la reflexión la creatividad y la interpretación de la realidad, potenciando en los estudiantes el raciocinio y la investigación mediante la integración de clases expositivas y experimentales, de tal

manera que la experimentación sea una oportunidad y un recurso para que el sujeto entienda mejor la biología como consecuencia de su acción sobre el experimento. Además, que Krasilchik (citada por Mamprin, Laburú, y Barros, 2008) cree que el valor de las actividades experimentales en la enseñanza de la biología radica en el hecho de que los alumnos tienen contacto directo con los organismos, al observarlos y manipularlos con equipos e instrumentos, de tal manera que los estudiantes se puedan encontrar con resultados no previstos, desafiando su imaginación, interpretación y razonamiento.

6.3.2. El experimento no es como lo pintan en algunos medios y recursos de enseñanza

Como afirma Castro (2013) “a diferencia del saber teórico, que se puede aprender leyendo libros de texto (u otros documentos) o escuchando al maestro o viendo un documental, el conocimiento práctico requiere ser practicado” (p.119). De tal manera que se sobreentiende que las habilidades que se pueden desarrollar por medio de las prácticas experimentales sólo han de potenciarse mediante la práctica, por lo que es cuestionable, que aun cuando en las ciencias, enuncian diversos elementos que integran el experimento, parece ser que aquellos que se encargan de la elaboración de material para la enseñanza han pasado por alto muchos de esos elementos y los que han incluido los han mostrado de manera procedimental. Esto se hace evidente en los textos avanza ciencias de la editorial norma, aplica ciencias de la editorial Sm y proyectos saber hacer de la editorial Santillana, en tanto se abordan los temas y los acompañan con un trabajo práctico, algunos son experimentos, laboratorios o salidas de campo; lo cual no diferencian y mucho menos le hacen ver al estudiante las diferencias y beneficios de cada una de estas prácticas; aun así los abordan todos bajo los mismos parámetros del “método científico” que en la

mayoría de casos corresponden al hipotético deductivo, situación que es pertinente poner en evidencia pues como afirma Hodson (citado en Fernández, 2013) “no todos los Trabajos Prácticos (TP) se llevan a cabo en un laboratorio, y no todos los Trabajos Prácticos de Laboratorio son experimentos” (p.2). Abordando así las actividades prácticas todo es dado al estudiante y pareciese que los fenómenos allí abordados se tratan solo de procesos corroborativos, por lo que se desdibuja el papel del experimento, pues no se da espacio para potenciar las prácticas practicando, además de que como afirma Izquierdo (2005):

Los hechos científicos de los que se nos habla (...) son experimentos de laboratorio reconstruidos mediante las entidades científicas que el texto introduce; y se da por supuesto que éstas existen ya para siempre y se pueden utilizar en cualquier circunstancia. (p.23)

En cuanto a los análisis de resultados y las conclusiones a las que hacen alusión en dichos textos están direccionados por preguntas elaboradas por personas ajenas al contexto de enseñanza, es decir nuevamente se evidencia como el razonamiento del estudiante se desdibuja, pues no es un proceso propio, además de que en ningún apartado dejan espacio para la reflexión, preguntas o respuestas propias del estudiante, casi que siempre se le encamina buscar explicaciones en algún medio externo a él. Por otro lado, además de lo ya mencionado, también se evidencia que en todos los procedimientos se le solicita al estudiante que registre sus observaciones, y que finalmente lo presente en resultados, algo que se puede decir que no es muy favorable para el desarrollo de la actividad experimental del estudiante pues como afirma Hacking (1996) “los resultados experimentales agotan lo que es importante en un experimento” (p.202), ya que como afirman Carrascosa, Gil, Vilches, y Valdés, (2006) estos son más propios de la

investigación en general; pues aun cuando la sola pretensión de que los estudiantes presenten resultados experimentales es cuestionable, lo es más el hecho de dichos resultados se formulan o están constituidos por medio de informes de observaciones sin ningún procesamiento por parte del experimentador, en este caso el estudiante; conllevando a que ellos no comprendan los conceptos, hagan poca relación con los experimentos y la experiencia sensible, lo que puede aumentar las dificultades para aprender y dar cuenta de los fenómenos estudiados García, 1999 y Viennot (como se citó en García y Estany, 2011).

La estructura que se le da a las actividades prácticas en los libros de texto de ciencias que se han revisado para este trabajo, presentan como menciona Izquierdo (2005), una retórica característica; entiéndase la retórica, como la persuasión mediante el argumento (López, 1995). Los elementos más reiterativos que se encuentran en los libros de texto según Izquierdo (2005) son, pasar de experimentos controlados a fenómenos naturales sin adecuar una justificación complementaria, integrar preguntas y respuestas a manera de hipótesis, mostrar los hechos y fenómenos más relevantes de las ciencias, poner definiciones científicas interpretadas por quienes elaboran dicho material; estas explicaciones están relacionadas con las más conocidas por los profesores, y el mayor interés es que los estudiantes las aprendan sin insistir en un profundo proceso de razonamiento, pues este solo debe estar dispuesto para escribir y aprender resultados de las actividades prácticas, no se establecen relaciones entre hechos, modelos e ideas, se describen y afirman algunos de los elementos que integran las actividades prácticas, no se tienen en cuenta los conocimientos previos y por consiguiente tampoco el razonamiento de los lectores y se pretende convencer del valor de la ciencia por su utilidad pues esta se impone al mundo.

Lo anterior requiere de un análisis permanente por parte de la comunidad académica, pues aun cuando según Otero y Caldeira (2005) “diversos estudios han puesto de manifiesto que los libros de texto (...) son uno de los recursos más importantes para la enseñanza de las ciencias” (p.5). Estos presentan dificultades que obstaculizan las actividades de clase en tanto según afirma Izquierdo (2005) “se ocupan de los hechos y, sin decirlo, de las teorías, pero olvidan las acciones” (p.31).

Esta dificultad se evidencia en las ya mencionadas editoriales, puesto que no se propicia el razonamiento de los estudiantes; por lo que conviene apropiarse desde la didáctica de las ciencias, las discusiones que se han presentado y que se siguen presentando hoy día acerca de lo que es el experimento, de los elementos que lo integran, de la importancia que este tiene en el desarrollo de las ciencias y a su vez el papel social que ha tenido; pues existe la necesidad de reconocer y reconstruir la actividad experimental desde la historia, para comprender la importancia de incluir prácticas como estas en la enseñanza de las ciencias; dicho reconocimiento del experimento y sus elementos tiene como interés la reestructuración e inclusión diferencial de este en la enseñanza, pues aunque existen diversas actividades prácticas, estas son presentadas a maestros y estudiantes de manera confusa como si se tratara de sinónimos, pues no se reconocen las diferencias que estos presentan y mucho menos los fines y objetivos que con estos se pueden lograr; por lo tanto no resulta muy provechoso tanto para estudiantes como para maestros llevar a cabo actividades sin una estructura clara en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Conviene advertir, que este reconocimiento no se puede lograr si como maestros

enseñantes de las ciencias no estamos contextualizados del desarrollo histórico y de las transformaciones que el experimento ha tenido desde que emergió en las ciencias. Cabe mencionar que para lograr esto hablaremos desde las consideraciones de la historia de las ciencias a través de voces muy reconocidas en este campo.

6.3.3. El experimento inicio y desarrollo

Para comenzar es de referir que el conocimiento científico también se asume como conocimiento práctico; pues sin este no sería posible intervenir e interactuar en el mundo con lo cual no sería posible la construcción de teorías o conceptos (Castro, 2013). Este conocimiento práctico no siempre fue tenido en cuenta en la actividad científica, pues en determinado momento se favoreció la deducción en contraposición de la actividad experimental, tal como se manifestó desde los aristotélicos; esta situación se transformó en gran medida en el siglo XVII con la revolución científica, pues el experimento se pensó por algunos como el camino hacia la construcción del conocimiento, de los cuales Francis Bacon además de observar creía que era necesario manipular el mundo para aprender sus secretos; aun así había quienes preferían los libros en lugar de observar el mundo que los rodeaba. Con dicha revolución se empieza a evidenciar en los trabajos presentados a la *Philosophical Transactions of the Royal Society*, que además de contener matemáticas y teoría, presentaba una recopilación de hechos, observaciones, análisis y deducciones a partir de experimentos. Hacking (1996).

Una vez que la actividad científica toma un rumbo diferente, algunos empiezan a entender e implementar el experimento de diversas formas y con múltiples intereses es así como según Romero y Aguilar (como se citó en Giraldo 2016), reconocen tres formas

que se le han dado a lo largo de la historia al experimento, por un lado se piensa que es el camino por el cual se construye conocimiento y se establecen teorías, pero también, se ha pensado el experimento como fuente de comprobación de teorías, y por último se le ha entendido a la par de la teorías como fuentes de construcción de conocimiento científico.

Por el contrario, Hacking (1996) tiene una concepción del experimento diferente a las anteriormente mencionadas, pues para él “experimentar no es describir o informar, sino hacer y no hacer cosas con palabras” (p.202). Para este caso además de hacer se cree que el experimento debe tener un profundo proceso de razonamiento acerca de lo que se está haciendo, pues como menciona Bernard en Rosenblueth (1971) el experimento integra observaciones razonadas, pues la actividad mental es fundamental para tratar el problema que se está abordando.

Con lo anterior, se puede decir que aunque el experimento ha sido interpretado e implementado de diversas formas y que aunque hoy día siga teniendo diversos significados para muchos estudiosos del tema, se cree para este caso, que el experimento es un conjunto de actividades que se articulan entre sí para comprender realidades a partir de la creación u observación de fenómenos por medio de los sentidos o instrumentos; cabe resaltar que este proceso estará mediado por análisis, preguntas, reflexiones, conclusiones, entre otros procesos propios del razonamiento. El experimento, entendido de esta manera, debe responder a unos requerimientos generales, aplicables a cualquier campo de conocimiento, pero también debe dar cuenta de un enfoque particular a cada campo en que se integre, pues los fenómenos que se estudian no son los mismos y por ende no deben tratarse de la misma forma; incluso dentro de la biología los fenómenos estudiados no pueden ser abordados de una única forma, pues habrá casos en los que se pueda recurrir a experimentos y otros en los que no. Esta particularidad a su vez

transforma aquellos elementos generales que lo integran; es decir lo general pasa a ser particular según el campo en que se esté integrando el experimento. Cabe aclarar que, aunque los fenómenos estudiados responden a un campo de conocimiento específico es necesario relacionarlos con otros campos a fin de generar un razonamiento multidireccionalmente articulado.

6.3.4. Algunos elementos del experimento científico, necesarios en las prácticas experimentales abordadas en la escuela para la enseñanza de la biología

Más que dar un significado elocuente para el experimento, es de mayor relevancia reconocer y analizar algunos de los elementos que lo componen a fin de caracterizar aquello que lo hace general a todos los campos del conocimiento y lo que a su vez lo hace particular a cada uno de los mismos pues como lo menciona Hacking (1996), “cualquier visión unilateral del experimento está seguramente equivocada” (p.194).

Al reconocer que el experimento está integrado por algunos elementos fundamentales es pertinente reconocer que Giraldo (2016) basándose en Hacking reconoce tres elementos fundamentales del experimento como son el aislamiento o control sobre el fenómeno biológico, la observación y la intervención; cabe aclarar que aunque Giraldo los enuncie en un orden de primero, segundo y tercero, se cree que estos son procesos que se llevan a cabo de manera simultánea a modo de complemento, es decir suceden todos al mismo tiempo y son posibles por la acción conjunta. Por otro lado, Pickering citado en (García y Estany, 2011), afirma que en cualquier producción experimental se encuentran tres elementos:

Un procedimiento material, un modelo instrumental y un modelo fenoménico. El procedimiento material supone disponer de los aparatos e instrumentos necesarios, verificar que funcionen y controlar su funcionamiento, todo lo cual encierra un conocimiento práctico. El modelo instrumental está implicado en el diseño, realización e interpretación del experimento, siendo fundamental la comprensión conceptual del funcionamiento de aparatos e instrumentos. El modelo fenoménico consiste en la comprensión conceptual de los aspectos del mundo fenomenológico, que están siendo estudiados por parte del experimentador, y sin los cuales los resultados carecerán de sentido y significación, y no podrían ser interpretados. (p.11)

También Castro (2013) refiere que “las prácticas son estrategias puntuales para intervenir científicamente en el mundo y, a veces, para transformarlo, materialmente hablando” (p.108), por lo que se caracterizan porque:

tienen un devenir histórico; corporizan conocimiento como el que está implicado en el aprendizaje de habilidades que permiten ejecutar las acciones en cuestión; muchas veces precisan de recursos materiales especializados como instrumentos o aparatos de laboratorio; y están reguladas por valores y normas de diferente tipo. (Castro, 2013, p.108)

Es necesario aclarar que estos elementos no han sido enunciados directamente como fundamentales en la actividad experimental por los autores que aquí se citan, pero que si los mencionan a lo largo de sus recopilaciones históricas, a la vez que los enuncian en repetidas ocasiones al hablar de la experimentación, por lo que se cree que así como para

los científicos que han llevado a cabo la actividad experimental han resultado necesarios, de igual manera resultan de esencial necesidad para aprender y enseñar ciencias, pues como menciona González (2010) la experimentación implica procedimientos que no son independientes a la subjetividad del experimentador. Es decir, todo aquello que se lleve a cabo en la práctica experimental estará orientado por las habilidades de quien experimenta, por lo que el desarrollo y mejora de dichas habilidades debe ser uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias.

6.3.5. La historia en la enseñanza de la Biología ¿Hay una sola forma de abordarla?

Quiero empezar por uno de los elementos que quizá resulte un poco más complejo de abordar en la escuela teniendo en cuenta los antecedentes de este en la enseñanza; este elemento es la historia, que, según la (RAE), Real Academia de la Lengua Española (2017) es la “narración y exposición de los acontecimientos pasados”. ¿Por qué digo complejo de abordar?, pues bien, complejo porque en la enseñanza nos hemos limitado a resumir la historia a una larga lista de fechas a las que atribuimos un “descubrimiento” de forma lineal a un personaje que realizó un trabajo relevante para la ciencia y para la humanidad, esta situación parece no ser nueva pues Kuhn (1962) identifica una tendencia en la que la historia de la ciencia se muestra como lineal y acumulativa, ocultando el proceso que se encuentra en la base de los episodios del desarrollo científico, ocasionado por mostrar de manera aislada, descontextualizada, y en el menor tiempo posible, experimentos, conceptos, leyes y teorías, lo que ocasiona que los estudiantes piensen que la ciencia tiene su actual desarrollo gracias a descubrimientos e inventos que se produjeron y agregaron individualmente al caudal de información que muestran los libros de texto. Kuhn (1971).

Agregando a lo anterior Izquierdo (2005) afirma que:

Los fenómenos se muestran según una determinada secuencia, se narran siguiendo una cierta “historia de intriga”, con la cual se impone la perspectiva adecuada para convencer al lector de que la explicación correcta de lo que pasa es precisamente la que le da el autor gracias a los conocimientos teóricos que se van exponiendo y que se imponen debido a la autoridad de alguien (la comunidad científica, el profesor, las personas que reflexionan...). Los datos (sean observaciones o resultados experimentales obtenidos en los laboratorios) se elaboran literariamente para que puedan ser aceptados por los diferentes colectivos a los que se dirige y que tienen diferentes objetivos: pasar un examen, incorporarse a la comunidad científica, saber cómo funciona el mundo, aprender a razonar... (p.13)

Así como aquellos que consultan los textos tienen ciertos intereses, también los tienen aquellos que los producen; estos intereses conllevan a que a estos textos se les aplique cierta estructura al momento de organizar y exponer los contenidos, algunas de las cuales han sido descritas por Izquierdo, 1997, 2000; Izquierdo y Rivera, 1997 (como se citó en Izquierdo, 2005) como narrativas que tienen una estructura y un fin particular, así, por ejemplo:

Las experiencias narradas de manera “apodíctica” muestran que “el mundo es así”. La narrativa magistral hace algo parecido, pero se refiere a un fenómeno idealizado o un conjunto de fenómenos agrupados de una determinada manera, que es la que conviene al autor para desarrollar el texto, y que constituye un epítome que funciona como modelo para el resto del texto. En la narrativa de

“duda retórica” se suscita una duda o se presenta un problema que luego será resuelto en el propio texto, gracias a las informaciones o reflexiones que son las que quería comunicar el autor; en cambio, en la narrativa de duda real el autor ofrece una interpretación tentativa de un conjunto de hechos difíciles de interpretar.

Es oportuno entonces, reconocer que la historia de las ciencias tiene un papel fundamental en la enseñanza, pues es a partir de esta se pueden comprender los procesos por los cuales se ha generado el conocimiento en los diferentes campos, además de que como afirma Banasco y Hernández (2014) el estudio de la historia de una ciencia es importante para comprender su génesis, las tendencias de su desarrollo y sus vínculos con la sociedad en general.

Para este caso interesa el conocimiento biológico, para el cual Martínez *et al.* (1998) ha encontrado que existen diversas formas de escribir y contar la historia y las explicaciones que se han construido a lo largo de los años en la biología; gracias a lo cual estudiantes y profesores, encuentran diversas alternativas para estructurar su propia imagen del conocimiento biológico, con el propósito de no seguir reproduciendo la imagen tergiversada que les ofrecen los productores de los medios de enseñanza bajo sus intereses particulares. Teniendo en cuenta esto, se cree que más que presentar la historia de la biología como una línea de tiempo que contiene eventos aislados, es pertinente tomar como eje la indagación para el aprendizaje de la historia, en tanto es esta la que permite rastrear eventos y conectarlos para comprenderlos. Pues como afirma Chamizo (2014) “nos hemos convertido, sin saberlo, ni seguramente tampoco quererlo...en profesores de historia de las ciencias. Lo que es peor (...) somos 'malos' profesores de historia, porque la ignoramos y porque no sabemos cómo enseñarla” (p.96). por lo que es necesario

reconocer que más que brindar información de contenidos, “la historia desempeñará un rol central en enseñarnos las diversas maneras en que los científicos investigan, mediante prácticas concretas, algunos aspectos del mundo” (Castro, 2013, p.107). Además de que Banasco y Hernández (2014) afirma que:

La historia de la biología permite ver con claridad (...) las transformaciones conceptuales fundamentales de la biología que se han realizado durante el decurso histórico de la humanidad, a la vez que los alumnos deben obtener una panorámica de la evolución de la biología, que les sirva para comprender las dificultades, los obstáculos de todo tipo que fue necesario franquear, sin olvidar, naturalmente, los contextos históricos que dieron un sentido a la evolución de los conocimientos biológicos. (p.76)

Además de que como afirma Granés y Caicedo (1997):

El recurso a la historia de las ciencias puede relativizar las formulaciones taxativas de los libros de texto, puede mostrar el origen de los problemas y puede ayudar a concebir la ciencia como una empresa que permanentemente problematiza, reformula y reorganiza sus hallazgos. (p.10)

6.3.6. Observación de los fenómenos, una relación fundamental en todo el proceso de experimentación

Hay quienes afirman que la observación y el experimento son diferentes, entre estos Hacking, efectivamente lo son, lo que no quiere decir que no estén ligados, pues, si bien se puede hacer observación sin experimentar dudo mucho que se pueda experimentar sin observar, pues la observación según Luna (2011) es un elemento importante en el trabajo científico; además de que como afirma González (2010) “los experimentos implican la

observación” (p.80). Y según Hacking (citado en Giraldo 2016) mediante la observación se describe el mundo y a través de la experimentación se transforma.

Entonces, partiendo de que según Hacking “la observación es una habilidad que está íntimamente relacionada con prestar atención y de que algunas personas tienen más desarrollada dicha habilidad debido a que se han entrenado en ella mediante la práctica, además de que según Caponi (citado en Chávez, 2010) la observación científica es una realización práctica metódica y ordenada, por lo que exige una activa búsqueda de lo que se debe y se quiere observar. Se puede decir que como afirma Rosenblueth (1971) la observación será completa, mejor, y valiosa, en tanto sea minuciosa y exacta. Si se logra que la observación sea de esta manera y se recurre al conocimiento adquirido en otras experiencias se facilitará la interpretación y comprensión de lo que se observa, pues como afirma Kuhn (1996) “Lo que ve un hombre depende tanto de lo que mira como de lo que su experiencia visual y conceptual previa lo ha preparado a ver” (p.179). Claro está que como afirma Hacking (1996), “por lo general observamos objetos o sucesos con instrumentos. Las cosas que se "ven" en la ciencia del siglo veinte muy pocas veces pueden verse directamente sin ayuda de aparatos” (p.195-196).

Para este caso de la experimentación en biología también es necesario aclarar que la observación es particular en este campo de conocimiento de tal manera que según Chávez (2010):

La observación en Biología, la podemos definir como una percepción intencionada e ilustrada, consiste en el examen atento de los hechos sobre los que se realiza una investigación determinada. De este modo, se puede analizar un objeto o fenómeno para encontrar sus particularidades o rasgos específicos. En

Biología se emplea la observación para identificar las características de los seres vivos y va relacionada con la comparación en Biología que consiste en el procedimiento que se utiliza para encontrar diferencias y semejanzas entre los objetos o procesos que se estudian. (p.140).

Con base en lo ya mencionado y teniendo en cuenta que aquí la observación no es tenida en cuenta desde ningún método en particular, es clave comprender que está siempre estará presente durante todo el proceso de experimentación por lo que no se puede reducir a narrar de manera escrita todo lo que sucede, sino que por el contrario se debe tratar de procesar mentalmente lo que se está observando, es decir de razonar por qué está sucediendo el fenómeno de la manera en que se observa, además de dar cuenta de lo que se está observando, a tal punto de ser capaz de saber si lo que se observa hace parte del fenómeno o es producto de la intervención instrumental del observador; por lo que es necesario que el experimentador sea como refiere Hacking (1996) un buen observador, alerta y sensible; pues la observación según González (2010), depende de lo observado y del observador, sus conocimientos y experiencias.

6.3.7. Son instrumentos en tanto su función los posiciona como tal.

García (2014) menciona que la Academia Nacional de Ciencias (EE.UU.) tomando como referencia a Clerk Maxwell quien definió inicialmente al instrumento científico como la parte de un aparato construido específicamente para realizar experimentos; refiere que un instrumento se define como tal por el uso al cual es sometido, mas no por su construcción o función. Enunciado que se relaciona con el propuesto por González y Tallón (2013) quienes realizan una clasificación de los instrumentos de acuerdo con la finalidad de utilización escolar de estos; de dichas clasificaciones se puede decir que las que son más

accesibles para la enseñanza de las ciencias en la escuela son:

1. Instrumentos multiuso. pueden emplearse en diversas actividades pues tienen una base menos científica.
2. Instrumentos de producción de agentes físicos. Desencadenan los fenómenos que quieren estudiarse.
3. Instrumentos de uso no científico. son de uso cotidiano y ayudan al ser humano a desempeñar algunas actividades.
4. Instrumentos recreativos. tienen una finalidad lúdica pues aun cuando se fundamentan en principios de las ciencias hacen atractiva una disciplina rigurosa (González y Tallón, 2013).

Bajo esta clasificación de los instrumentos vale la pena aclarar que, aunque no sean de tipo netamente científicos, si tienen una intencionalidad, en este caso la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por lo que también es necesario como afirma Hacking (1996) además de disponer de los instrumentos necesarios, se debe verificar que funcionen y controlar su funcionamiento, en el diseño, realización e interpretación del experimento, por lo que se debe desarrollar un conocimiento práctico. El cual según castro (2013) se logra en la práctica. Por lo que se sugiere que además del uso de instrumentos, se debe hacer énfasis en que los estudiantes construyan sus propios instrumentos.

6.3.8. En cuanto a lo metodológico. Enseñar ciencias no es seguir el “método científico”

Como menciona Hacking (1996) el crecimiento del conocimiento no puede estar atado al

“método de la ciencia”, entonces, de igual manera no se puede pretender que la enseñanza de las ciencias responda al planteado “método científico” pues tal como lo mencionan, Pérez (1998) y González (2010), hay quienes no creen que exista tal método, pues epistemológica e históricamente hablando no se ha encontrado un conjunto de prácticas, reglas o teorías que sean seguidas por la mayoría de los que se dedican a investigar, más aún cuando este esquema que se pretende estandarizar tiende a encaminar los procesos llevados a cabo en las ciencias hacia un empobrecimiento y tergiversación, por lo que es necesario referirse preferiblemente a un conjunto de diversas metodologías que integran múltiples estrategias que serán seleccionadas según las preguntas, intereses y objetivos que orientan el proceso. Por otro lado, según Pérez (1998) están los que afirman que, aunque en el pasado pudo predominar un “método científico”, en la actualidad no sucede lo mismo, pues la variedad de las ciencias se ha incrementado notoriamente por lo que para este tiempo existen muchos métodos científicos, estas postulaciones son respaldadas principalmente por biólogos teóricos, como Ayala, Dobshansky, Mayr y algunos racionalistas contemporáneos.

Aun planteado lo anterior, en la enseñanza de las ciencias se acostumbra llevar a los estudiantes a pensar y proceder bajo el dominio del “método científico”. Dicho método se ha estandarizado según Pérez (1998) en inductivo-deductivo (observaciones, generalizaciones y predicciones), el cual se caracteriza por aceptar que existe una realidad externa que el hombre es capaz de percibir y entender través de sus sentidos e inteligencia; a priori-deductivo (captura mental de una serie de principios generales, deducciones), hipotético-deductivo (conceptos, hipótesis iniciales, observaciones, conjeturas, observaciones y/o experimentos), en este caso la inducción no es evitada pues no juega ningún papel.

Pensarse la enseñanza basada en alguno de estos métodos resulta algo empobrecedor, en tanto según Bunge (2014) más que una receta, se trata de generar preguntas y múltiples respuestas, pues se puede decir que el pensamiento y el quehacer de los seres humanos no se lleva a cabo bajo un solo grupo de estándares; sino que en muchos casos responde a múltiples estrategias usadas para comprender la realidad; pues somos capaces realizar varios procesos de forma simultánea; es decir mientras se observa, se pregunta, mientras se pregunta se piensa en una posible respuesta, mientras se llevan a cabo los procesos anteriores, se está imaginando cómo sucede y si es el caso se lleva a cabo un experimento mental o material que posibilite aislar en un modelo el fenómeno que se quiere estudiar.

Capítulo 4

6.4. La imagen, una manera de hacer conocimiento a lo largo de la historia de la humanidad

A lo largo de la historia el ser humano ha logrado comprender la naturaleza a través de la razón, es decir a través de las relaciones que logra entre ideas, conceptos, teorías y todo aquello que le rodea, esto gracias a las formas de expresar y construir el conocimiento, tales como el lenguaje, la escritura y la imagen, entre otros. En este sentido es pertinente centrarse en una de esas formas de expresión y construcción del conocimiento como lo es la imagen, en tanto en el presente histórico del ser humano su importancia está tomando cada vez más fuerza y aceptación, en parte gracias a que como menciona Casanueva (2009), aun cuando la imagen ha acompañado al ser humano en la construcción y representación de conocimientos y saberes de casi todas las culturas del planeta, esta es la primera generación en la que se extiende a gran escala gracias a los recursos con los que se cuenta.

Aun cuando la imagen toma posición en la vida de los seres humanos desde el paleolítico, y ha tenido gran importancia a lo largo de la historia, solo en tiempos recientes se ha transformando la forma en que es entendida, gracias a que según Martínez (2009) “diferentes trabajos examinan diferentes maneras en que las imágenes ya no se consideran meras ilustraciones o mera tecnología, y pasan a entenderse como maneras de hacer conocimiento” (p.98). Algo que aún no es reconocido o aceptado.

Quizá una de las razones para que la imagen pasara por tantos acontecimientos antes de ser aceptado como una forma de construir conocimiento tenga que ver con el hecho que como afirma Gómez (2009) en los siglos XVI y XVII la ciencia necesitó referirse a formas y procesos de conocimiento nuevo para el cual no existían palabras que los representara y mucho menos descripciones verbales claras, por lo cual se recurrió a las diversas formas de expresión de la imagen existentes hasta el momento para representar la naturaleza a manera de mimesis; de tal manera que cuanto mejor se imitara la realidad, mayor era la coincidencia con las cosas reales. Cabe resaltar, que si bien esta fue una concepción poco apropiada para la imagen, fue precisamente los trabajos llevados a cabo desde la ciencia con intenciones de representar la realidad lo que le abrió los primeros pasos a la imagen para tener un reconocimiento dentro de la construcción del conocimiento, pues según Gómez (2009) fue durante aquellos siglos que se abrió un nuevo horizonte de visibilidad y la ciencia tuvo que defender que las ilustraciones a través de la observación directa y de instrumentos eran representaciones de lo real y correspondían a la realidad del mundo.

A pesar de esto, la imagen fue superando diversas situaciones a lo largo de la historia, pues la forma en que se concibió originalmente se transformó a finales del siglo XVII

momento en el que esto ya no era un obstáculo representativo, en tanto la copia mimética de la naturaleza fue desapareciendo para pasar a cargar de teoría la ilustración, es decir además de la observación, también influía el conocimiento de quien ilustraba, de tal manera que la ilustración paso de presentar miméticamente la naturaleza a representarla (Gómez, 2009). Aun así, en la actualidad, muchas de las técnicas utilizadas para capturar imágenes, emplean con el propósito de mantener una mimesis de la realidad.

Entendiendo que la imagen ha pasado por diferentes acontecimientos a lo largo de la historia, existen quienes reclaman una transformación en la forma de entenderla, tal es el caso de Mitchell (2009) quien se refiere a dicho cambio de paradigma como el giro pictorial argumentando que:

No se trata de una vuelta a la mimesis ingenua, a teorías de la representación como copia o correspondencia (...), se trata más bien de un redescubrimiento post lingüístico de la imagen como un complejo juego entre la visualidad, los aparatos, las instituciones los discursos, los cuerpos y la figuralidad. Es ese descubrimiento de que la actividad del espectador (la visión, la mirada, el vistazo, las prácticas de observación vigilancia y placer visual) pueden constituir un problema tan profundo como las varias formas de lectura. (p. 23)

En ese sentido Martinez (2009) manifiesta que:

El reconocimiento de la cultura visual de la ciencia como parte integral de la generación de conocimiento científico, debe (...) ser tomada en cuenta en una epistemología que reconoce la importancia de diferentes tipos de representaciones

pictóricas como parte del acervo representacional sobre el que se asienta el crecimiento del conocimiento. (p.98)

Entendiendo que la ciencia también hace parte y es construcción de los seres humanos, la imagen desde el planteamiento de Mitchell (2009), ha de jugar un papel epistemológico importante en la ciencia según Martínez (2009) por dos razones:

Una razón es que nos ayudan a diagnosticar el origen de errores o confusiones y por lo tanto permiten calibrar nuestros criterios de lo que es una buena inferencia o una buena explicación (...) otra razón relacionada es que las imágenes (...) muchas veces guían la integración de saberes, y en la medida que esa integración constituye muchas veces un nuevo saber llegan a ser parte constitutiva de un nuevo saber. (p.96)

6.4.1. La imagen en la construcción del conocimiento biológico

Si se hace una revisión de la historia de la biología, se puede ver como existen diversos momentos que han contribuido a la construcción del conocimiento biológico, esto gracias a investigaciones que se han generado al interior de cada una de las ramas de la biología, entre los cuales se pueden mencionar los trabajos de Charles Darwin, José Celestino Mutis, Francisco José de Caldas, Jorge Tadeo Lozano, Alexander von Humboldt, Carlos Linneo, Lynn Margulis, Stephen Jay Gould, Richard Dawkins, John Burdon, Sanderson Haldane, entre otros; qué tienen en común dichos acontecimientos?; se puede decir que uno de los aspectos en común es la construcción y comunicabilidad del conocimiento científico, en los cuales la imagen ha mantenido un papel fundamental desde sus

diferentes maneras de interpretación y representación; un ejemplo de esto han sido las ilustraciones científicas; gracias a las cuales fue posible reconstruir la historia de los organismos vivos, comparar sus estructuras, construir árboles filogenéticos (diagramas), entre otros, que dan cuenta de relaciones evolutivas, representan las características de los organismos y del ambiente en el que se encuentran y posibilitan la construcción del conocimiento del mundo a partir de ello.

Otro ejemplo lo constituyen los diagramas que según Martínez (2009) es un tipo de imagen que contribuyen al entendimiento, por lo que “juegan un papel muy importante en la constitución de saberes en la ciencia, en la medida que contribuyen a dar cuenta de la estructura lógica de formas de razonamiento que no se representan de forma exclusivamente lingüística” (Martínez, 2009, p.104).

En muchos casos cuesta pensarse la biología sin la imagen en su construcción, ¿cómo hablar de la diversidad, de las características fenotípicas, los ambientes, y muchos fenómenos que estudia la biología sin la imagen que reconstruya dichos fenómenos?; ¿cómo dar cuenta a la humanidad en general acerca de dichos fenómenos sin la imagen como forma de entendimiento y construcción de conocimiento alrededor de dichos fenómenos?, es casi impensable.

En este sentido, Martínez (2009) pone el ejemplo del origen de las especies que al respecto de este trabajo funciona contundentemente en lo que refiera a la construcción del conocimiento biológico, en tanto en el origen de las especies se integran saberes de diferentes campos del conocimiento que dan cuenta de las relaciones entre los seres vivos y el mundo que les rodea; para lo cual, el diagrama, siendo un tipo de imagen, actúa como un tipo de representación que contribuye a la resolución de diversos problemas del mundo y que de una u otra manera llevan al entendimiento de dicho tipo de conocimiento, tomando un papel fundamental en tanto resulta pertinente para entender la integración de

esos diversos saberes, sus limitaciones y relaciones, logrando integrar conocimientos en un todo fácilmente comunicable; algo que funciona como argumento para referirse a la imagen no como aquello que acompaña, sino como un tipo de conocimiento.

6.4.2. El Papel de la imagen en la enseñanza de la biología

Casanueva y Bolaños (2009) las representaciones de muchos procesos biológicos por lo abstractos que son se representan a través de la imagen, a lo cual se puede decir que, no solo se representan, sino que se construyen y no solo por lo abstractos sino por lo diversos, para lo cual el lenguaje verbal se queda corto.

A este respecto vale la pena pensar que si resulta abstracta la construcción del conocimiento biológico para aquellos inmersos en esta ciencia constantemente, como será para los estudiantes de las diversas instituciones educativas entender y construir cualquier conocimiento biológico sin contar con un amplio bagaje al respecto, y más aún cuando se tienen que construir muchos otros conocimientos a lo largo de su vida, y más complejo aun si se piensa que esto solo sucede a través del lenguaje verbal al cual la imagen solo acompaña; resulta algo complejo de aceptar más aun cuando Águila (2007) asegura que:

Palabras e imágenes están condenadas a vivir juntas. Nosotros somos animales verbo visuales. Para nuestra especie, desarrollarse es tanto aprender a hablar y escuchar como aprender a imaginar y ver. (p.97)

En este sentido, Gottfried (citado en Varas 2011) refiere que existen espacios de visualidad, tonalidad, gestualidad, mímica y movimiento que toman sentido más allá del lenguaje y no necesitan ser justificados o mejorados a través de la palabra la palabra.

Esto sin duda también sucede en interacción con el mundo y con los otros algo que claramente sucede en la escuela pues lo estudiantes a través de lo que ven y viven en la escuela aprender acerca del mundo y construyen conocimientos acerca de este verbalizando e imaginando, en tanto como afirma Águila (2007):

Nombrar no es un acto puramente intelectual, ajeno a la visualización y a las imágenes concretas. (...) [A]l ver, imaginar o reproducir visualmente un objeto recurrimos a nuestro acervo conceptual a fin de identificar y entender aquello que se presenta a la mirada o es producto de la imaginación, habitualmente, nosotros no vemos, sino que miramos. Y la mirada no es posible más que cargada de diversos saberes: lingüísticos, estéticos, científicos, prácticos... Toda mirada lleva palabras adheridas. (p.97)

Ahora bien, pensando en las generaciones que han tenido acceso a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación donde la imagen según Varas (2011) está siendo un núcleo central de su cultura, en especial de sus formas de comunicación, pensamiento e historia, la imagen debe ser reconocida no como un elemento auxiliar que presenta un tipo de información, pues como refiere Gonzáles (2016) en esta época, en la que la comunicación es mundial, no basta con acompañar o aclarar la información con imágenes, sino que la imagen debe ser entendida como información en sí misma.

7. Metodología

En el presente capítulo se abordan los aspectos metodológicos de este trabajo de investigación; en el primer apartado se sustenta todo lo referente al paradigma, enfoque y método de investigación; en el segundo apartado se encuentran los instrumentos mediante los cuales se recogió la información y en el tercer y último apartado se presentan las categorías de análisis que orientaron y dieron sentido a la investigación.

En este sentido, en el presente trabajo de investigación se entiende la metodología desde la perspectiva de sabino (1992), quien la define como el estudio de los métodos; estando integrada por elemento como la justificación, discusión y análisis de las características, cualidades y debilidades de las investigaciones; además de los procedimientos que se emplean en estas. Por lo tanto, ésta desde el punto de vista de sabino (1992) “la metodología, (...) no es realmente una ciencia, sino un instrumento dirigido a validar y a hacer más eficiente la investigación científica” (p.4). Teniendo como eje de orientación el paradigma hermenéutico interpretativo (Vargas, 2011), un enfoque cualitativo (Bonilla y Rodríguez, 1997); además de que la sistematización e interpretación de la información se hace a través del método de análisis de contenido (Krippendorff, 1990) y la triangulación de las técnicas de recolección de información (Vasilachis, 1992).

Lo anterior con el fin de realizar un análisis de la mirada de cinco profesores de biología, respecto a los elementos conceptuales y metodológicos que contribuyan a la mediación del trabajo experimental en la enseñanza de la biología; de estos profesores, cuatro son egresados del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional y uno se graduó del mismo programa de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Para este propósito, se estableció un sistema de categorías y subcategorías como producto de los diversos referentes teóricos, conceptuales y

metodológicos que se tuvieron en cuenta durante todo el proceso de investigación.

7.1. El paradigma Hermenéutico interpretativo

Según Rivera (citado en Vargas, 2011) “Un paradigma epistemológico, “es un conjunto de teorías y/o ideas apropiadas para el desenvolvimiento de una investigación” (p.11) mientras que para Briones Cerda (1993) el paradigma en la investigación “se constituye en un punto o una concepción intermedia entre una concepción filosófica y la actividad o los procedimientos metodológicos propios de la investigación” (p.28). En este sentido, solo a través de los procedimientos que utiliza la investigación, la concepción filosófica puede convertirse en una alternativa metodológica u operativa de una investigación Briones (citado en Cerda, 1993).

Con base en lo anterior se cree que esta investigación debe estar orientada por el paradigma Hermenéutico interpretativo en tanto según Vargas (2011):

En este se asume una postura epistemológica hermenéutica (que también puede ser llamada “interpretativa”) (...) Bajo este paradigma el conocimiento es la construcción subjetiva y continua de aquello que le da sentido a la realidad investigada como un todo donde las partes se significan entre sí y en relación con el todo. (p.12)

Además de esto, refiriéndose a lo interpretativo, según Erlandson *et al.* (citado en Gonzales, 2008) tiene como sentido tratar de comprender la realidad, tratando de develar lo individual y distintivo de un fenómeno a partir de estudio de múltiples realidades que presentan diferencias entre si y que por lo tanto no pueden ser entendidas desde otro tipo

de paradigmas. Algo que de una u otra manera caracteriza el contexto educativo u por lo cual se toma como referente este paradigma. Para lo cual, según Gonzales (2008) se debe intentar indagar por la subjetividad, las creencias, los valores y las motivaciones de los sujetos.

7.2. Enfoque de la investigación

Esta investigación se orienta a través del enfoque cualitativo, el cual según Sabino (1992) permite estudiar la complejidad del medio que rodea al sujeto humano, en tanto este es el objeto de estudio en la mayoría de los casos y las características particulares que presenta por lo general no pueden ser estudiadas ni analizadas por medio de un enfoque cuantitativo, como es el caso de esta investigación. A este respecto Mooney y Singer (como se citó en Bonilla y Rodríguez, 1997) refieren que una característica fundamental del enfoque cualitativo tiene que ver con la conceptualización que a través de este se hace de lo social como una realidad construida regida por leyes sociales (normatividad cultural), diferentes a las naturales. Además de que según Bonilla (citada en Bonilla y Rodríguez, 1997) afirma que:

La investigación cualitativa intenta hacer una aproximación global de las situaciones globales para explorarlas, describirlas y comprenderlas (...) a partir de los conocimientos que tienen las diferentes personas involucradas en ellas (...) esto supone que los individuos interactúan con los otros miembros de su contexto social compartiendo el significado y el conocimiento que tiene de sí mismos y de su realidad. (p.70)

Además de lo anterior, es preciso mencionar que este enfoque toma sentido fundamental para esta investigación en tanto como mencionan Sampieri, R., Collado, C y Lucio, P. (2010) ayuda mucho en los casos en que el tema de estudio en un grupo social ha sido poco explorado. Como es el caso del tema que atañe a esta investigación; algo que se hace evidente a través de los antecedentes revisados; encontrando que el país donde más se ha estudiado sobre las prácticas experimentales en la Enseñanza de la Biología ha sido Brasil y en menor medida en Colombia, siendo el trabajo de Giraldo (2016) uno de los pioneros. En este sentido el enfoque cualitativo permite comprender las perspectivas, experiencias, opiniones y significados de los profesores participantes, frente al objeto de estudio de esta investigación gracias a que como menciona Grinnell (como se citó en Sampieri *et al.*, 2006) (...) “incluye una variedad de concepciones, visiones, técnicas y estudios no cuantitativos” (p.8).

Establecido el enfoque de la investigación, se propone una serie de técnicas para la indagación a los profesores de biología, entre las cuales se encuentra un taller comprendido en dos fases y una entrevista semiestructurada, la cual se apoyó en la grabación de audio para captar la información.

7.3. La entrevista

La entrevista cualitativa es más íntima flexible y abierta King y Horrocks (como se citó en Sampieri *et al.*, 2010, p. 418). Sumado a esto, en palabras de sabino (1992):

La entrevista es una técnica de recolección (...), es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación. La

ventaja esencial de la entrevista reside en que son los mismos actores sociales quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas, opiniones, deseos, actitudes y expectativas, cosa que por su misma naturaleza es casi imposible de observar desde fuera. Nadie mejor que la misma persona involucrada para hablarnos acerca de todo aquello que piensa y siente, de lo que ha experimentado o proyecta hacer. (p 116)

De esta manera la entrevista conlleva a una conversación informal entre el entrevistador y el o los entrevistados, de tal manera que se pueda recabar la mayor cantidad de información posible; claro esta eso también va a depender del tipo de entrevista que se implemente. Para este caso, la semiestructurada, que se caracteriza según Sampieri *et al.* (2010), porque “se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (es decir, no todas las preguntas están predeterminadas)” (p.418).

La entrevista se estructuro desde diez preguntas que correspondían con las categorías y subcategorías de análisis establecidas para la investigación, en un primer momento las preguntas fueron validadas por dos expertos pertenecientes a una de las líneas de investigación del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, y posteriormente fueron realizadas a los cinco profesores de Biología en un solo momento de entrevista. Una vez realizada la sistematización de la información, se encontró que las preguntas establecidas para cada categoría de análisis apporto información para las demás categorías algo que enriqueció el análisis de la información. Ver anexo de entrevista.

7.4. Taller

Con el fin de obtener la mayor cantidad de información posible acerca sobre lo que refieren los profesores acerca de las prácticas experimentales en la Enseñanza de la Biología, se realiza un taller, que se estructura en dos partes, el cual según Torres citando en .(Amórtegui, 2011) es una técnica práctica, de tipo operativo, que permite el desarrollo de un sinnúmero de actividades de manera flexible, a través del encuentro comunicacional establecido comúnmente por los participantes alrededor de un tema de interés, para el caso, los elementos conceptuales y metodológicos en la mediación de las prácticas experimentales en la Enseñanza de la Biología. Este taller se estructuró en dos momentos, con lo cual se busca encontrar elementos metodológicos y diversas reflexiones y reflexiones acerca de las metodologías que ofrecen medios y recursos de circulación masiva como libros de texto y videos cuando de “prácticas experimentales” se trata.

Primer momento

La primera parte integrada por trece imágenes las cuales se organizan y se les asigna un nombre según la actividad que según el profesor crea se esté realizando y corresponda con la forma y los elementos que tiene en cuenta al momento de estructurar sus prácticas experimentales. Luego de organizar las imágenes cada profesor debe dar cuenta del porqué de la organización que realiza y las razones por las cuales agrega o elimina imágenes dentro de la estructura que llevo a cabo. Cabe mencionar, que la organización no es dirigida o influenciada por el investigador, las dos partes del taller se llevan a cabo de manera individual y el profesor recurre al tiempo necesario para su realización. Ver anexo taller.

Segundo momento

El segundo momento consiste en analizar una “práctica experimental” abordada en dos recursos diferentes, el primero es un libro de texto de grado séptimo de la editorial norma, el segundo es un video de un canal de YouTube, en estos dos recursos se pretende abordar el tema “movimiento del agua y los solutos a través del cuerpo de la planta desde el suelo a las partes aéreas”. El profesor debe revisar minuciosamente la práctica en cada recurso, compararlas entre sí, en el marco de lo que considera que debe incluir conceptual y metodológicamente una práctica experimental. Luego del análisis el cada profesor proceda a llenar la tabla anexada “Matriz comparación Recursos (libro de texto Vs Video YouTube)” en la cual se obtener información acerca de los elementos conceptuales y metodológicos que son o no tenidos en cuenta es cada proceso, las ventajas y desventajas de cada recurso de enseñanza, además de la incidencia de estos en la enseñanza y el aprendizaje de la biología.

7.5. Sistematización e interpretación de la información

7.5.1 Triangulación

La Triangulación es definida por Denzin (citado en Vasilachis, 1992) “como la combinación de metodologías para el estudio del mismo fenómeno” (p.36). La cual según Sampieri (2006), es pertinente para tener varias fuentes de información y métodos para recolectar los datos” (p.439). Puesto que esto ayudara a que la riqueza amplitud y profundidad de la información.

En esta medida, para este trabajo de investigación se recurrió a la entrevista y el taller como técnicas de investigación, además que desde la revisión de antecedentes se tomaron libros de textos de tres editoriales y videos de circulación masiva, la triangulación toma sentido en tanto posibilita entrecruzar la información obtenida para un mejor análisis a fin de como menciona Vasilachis (1992) lograr una mayor confiabilidad en los datos.

7.5. 2 Análisis de contenido

Esta investigación se orientó a partir del método de análisis de contenido, en tanto según Krippendorff (1990) integra un conjunto de métodos y técnicas de investigación, con el fin de facilitar la sistematización e interpretación de todo tipo de mensaje; de tal manera que se logren formular inferencias desde los datos reunidos.

En este sentido y teniendo en cuenta las técnicas de recolección de información implementadas para la recolección de la información, se procede con el análisis de contenidos que según Krippendorff (1990), tiene como fin dar una forma analizable a la información que no está estructurada. Este proceso está integrado por varios pasos; Iniciando con la formulación de los datos, (unidad de información registrada en un medio duradero).

La forma en que se llevó a cabo el análisis de contenido en este trabajo, consistió inicialmente en la identificación de las unidades de muestreo, que según Abela (2002) citando a Krippendorff “son aquellas porciones del universo observado que serán analizadas” (p.13). Para este caso correspondieron con la información recabada en las entrevistas y los talleres realizados a los profesores. Posteriormente, se procedió a ubicar

las unidades de registro que según Holson (citado en Krippendorff 1990) es un “segmento específico de contenido que se caracteriza al situarlo en una categoría determinada” (p. 84). Esta puede ser una frase, oración, o párrafo. Finalmente se asignó un código a cada unidad de registro como forma de organización para la sistematización. Luego de culminar el proceso anterior se prosiguió a sistematizar las unidades de registro en las categorías que habían sido preestablecidas a partir del marco de referencia.

7.5.2.1. Codificación

Como se mencionó anteriormente una de las formas de dar organización a las unidades de registro consistió en codificarlas que según Abela (2002) “tratar el material es codificarlo. La codificación consiste en una transformación mediante reglas precisas de los datos brutos del texto” (p.14). Para dicho tratamiento se pueden hacer combinaciones alfanuméricas como es el caso de los códigos de esta investigación.

Tabla 3

Codificación profesores

seudónimo	Significado	Código
Sandra	Licenciada en Biología universidad Distrital Francisco José de Caldas	P1
Miller	Licenciado en Biología universidad Pedagógica Nacional	P2
katalina	Licenciada en Biología universidad Pedagógica Nacional	P3
Mario	Licenciado en Biología universidad Pedagógica Nacional	P4
Diedier	Licenciado en Biología universidad Pedagógica Nacional	P5

Fuente: propia (2017)

Tabla 4

Codificación Fuentes de información de la investigación

Fuente de información	Descripción	Código
Taller	Aplicado a los 5 licenciados en biología. (1) Organización de una práctica experimental mediante imágenes y (2) comparación de una “práctica experimental” desarrollada de formas distintas en dos recursos diferentes.	TI: Taller parte uno TII: Taller parte dos
Entrevista	Entrevista con cada uno de los profesores participantes, mediante preguntas iniciales, a partir de las cuales se fueron realizando otras que surgieron a lo largo de la entrevista.	ES: Entrevista semiestructurada

Fuente: propia (2017)

Además de la codificación de los profesores participantes, (tabla 3) y de las técnicas de recolección de información, (tabla 4), también se numeraron las unidades de registro según fueron organizadas en las categorías de información con el fin de su fácil ubicación dentro de la matriz de condensación de la información y dentro de los análisis de resultados, como refiere:

P5.TII. 19: “El desarrollo del contenido está dado en cuatro pasos, sin embargo, se pueden emplear más”.

7.6. Categorías de análisis

La categorización según Bardin (citado en Abela, 2002) consisten en realizar una clasificación por diferenciación de ciertos elementos que unidos hacen parte de un todo o conjunto, esta agrupación se hace con base a la relación de semejanza que los elementos de interés comparten.

De esta manera, las categorías que aquí se establecen y definen, están relacionadas con un proceso de indagación que da cuenta de los elementos conceptuales y

metodológicos que acompañan las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias en la escuela, a partir de esto se definen grupos de subcategorías que están relacionadas con la enseñanza de las ciencias en general y otras que son propias de la enseñanza de la Biología, como se muestra en la (tabla 5). Esto correspondiendo por una parte con las características contextuales en general, pues se ha encontrado que se habla de la enseñanza de las ciencias y por otro lado correspondiendo a los enfoques de la Universidad Pedagógica Nacional en la que se mantiene en la Facultad de Ciencia y Tecnología la Licenciatura en Biología de manera independiente a las demás licenciaturas.

7.6.1. Categoría 1: prácticas experimentales en la Enseñanza de la Biología

En esta categoría se tienen en cuenta elementos que den cuenta de las formas en que se entienden las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, los elementos que las integran, el sentido de integrarlas en la enseñanza y el impacto que estas pueden tener para estudiantes y maestros, además de que se pretende ver cómo juega la bioética en los experimentos en tanto el fundamento de la biología son los seres vivos.

Como ya se ha venido planteando a lo largo de este trabajo, las prácticas experimentales representan una ventaja para la enseñanza de las ciencias en las escuelas, en tanto dinamizan los contenidos de enseñanza y propician el desarrollo de ciertas habilidades científicas en los estudiantes, algo que hasta el momento no ha sido muy aceptado y reconocido por la comunidad académica pues Carrascosa *et al.* (2006) afirma que:

El trabajo experimental, no sólo tiene una pobre presencia en la enseñanza de las ciencias, sino que la orientación de las escasas prácticas que suelen realizarse contribuye a una visión distorsionada y empobrecida de la actividad científica. Es preciso, pues, proceder a una profunda reorientación. (p.136)

Dicha reorientación está relacionada con lo que Suart y Marcondes (como se citó en Farias, Araújo, Rodrigues, y Dias, 2011) refieren acerca de que las actividades experimentales no pueden llevarse a cabo como recetas en las que los profesores presentan los procedimientos y los estudiantes los realizan, sino que por el contrario deben ser planificadas y ejecutadas favoreciendo la participación de los estudiantes y el desarrollo de sus habilidades cognitivas.

Partiendo que según Hacking (1996) “Un fenómeno es notable. Un fenómeno es discernible. Un fenómeno es, por lo general, un suceso o proceso de un cierto tipo que ocurre regularmente en circunstancias definidas” (p.250). La característica particular del experimento en biología tiene que ver con los fenómenos que se estudian, es decir los procesos que llevan a cabo los seres vivos gracias a sus programas genéticos; aun así es pertinente aclarar que aunque algunos de esos procesos se pueden realizar artificialmente desde la química, la física, u otras ciencias, estos son propios de los seres vivos y aunque se aíslen y estudien, de manera independiente no funcionan igual fuera de los organismos que dentro de ellos. También, se debe tener en cuenta que dichos procesos conllevan a interacciones biológicas de los organismos entre sí y con su ambiente, por lo que en este caso en la experimentación en biología no han de pensarse los fenómenos aislados de los organismos, sino que deben entenderse como propios de estos y como resultado de su conformación de organismo vivo. Claro está que es necesario apoyarse en otros campos

del conocimiento como la física, la química, la estadística o cualquier otra que aporte a la explicación y comprensión de dichos fenómenos, que, aunque propios de los seres vivos, responden a las leyes naturales.

7.6.1.1. Subcategoría 1.1: Formas de entender las prácticas experimentales

En esta subcategoría se pretende abordar algunas de las formas de entender el experimento en la enseñanza, partiendo de que se cree que dichas formas de entenderlo han sido producto de diferentes fuentes, incluso de la ciencia misma; algo que tendría que ver como menciona Porlán (1998), con transferir los contenidos de las ciencias directamente a la escuela sin ningún procesamiento previo; tal es el caso, de la concepción de que existe el método científico y es uno en particular, además de que también está pensado como una receta.

Lo que ha llevado a que uno de los aspectos discutidos en la didáctica de las ciencias es si existe un solo método científico Gonzales (2010). Pues dicho método se ha extendido en todos los aspectos de las ciencias incluyendo las prácticas experimentales, por esta razón vale la pena cuestionar si es pertinente que las prácticas experimentales sigan siendo estructuradas a partir del método científico pues por un lado no existe un único método científico y por otro, el tradicional método científico está enfocado a las investigaciones científicas, a lo que cabe resaltar que las prácticas experimentales son solo una de las tantas actividades que se llevan a cabo en las ciencias pero no es una investigación científica, por lo cual se requiere otro tipo de tratamiento que no depende necesariamente de un método científico estandarizado pues la actividad experimental demanda además de un saber hacer un saber pensar, que corresponde según González (2010) tanto a la actividad científica como a la vida cotidiana.

Una de las situaciones a tener en constante vigilancia tiene que ver con la forma indiscriminada que se está usando el concepto experimento, pues como ya se ha dicho en otro apartado de este trabajo, en algunos medios de enseñanza se llama experimento a casi cualquier actividad práctica que tenga que ver con trabajo en el laboratorio, prácticas al aire libre, o incluso a actividades de papel y lápiz, por lo que es necesario aclarar como menciona Fernández (2013) que “(...) no todos los Trabajos Prácticos (TP) se llevan a cabo en un laboratorio, y no todos los Trabajos Prácticos de Laboratorio son experimentos” (p.2).

Otro punto a tener en cuenta, es que cuando se realiza una actividad que se acerca en algunos aspectos a una práctica experimental no se le da la importancia correspondiente en la enseñanza pues se espera que el maestro haga una receta para que los estudiantes observen lo que pasa y acepten que lo que observan, pues sucede como se espera y es correcto porque proviene de la ciencia; además de que tanto profesores como estudiantes no tienen claros los propósitos de dicha práctica experimental por lo que no es de esperarse ningún proceso cognitivo de este proceso más que aceptar que la ciencia funciona como debiera. Enunciado todo esto, es necesario transformar las formas en que se está entendiendo la actividad experimental en la escuela, en los que se cree como menciona Giraldo (2016), que el experimento es una receta de tipo corroborativa; en tanto esto no suceda no valdrá la pena seguir con prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias, pues como otras formas de enseñanza, no tendrá sentido para maestros o estudiantes.

7.6.1.2. Subcategoría 1.2: Elementos de las prácticas experimentales

En esta subcategoría se tiene en cuenta que, de los diversos elementos que pueden ser considerados en las prácticas experimentales en otros campos del conocimiento, es pertinentes para la enseñanza de la biología, abordar necesariamente observación, historia, instrumentos, y fenómenos biológicos, que bajo diversas metodologías acordes con los estudiantes, posibiliten procesos cognitivos como el razonamiento a través de habilidades científicas como argumentar e indagar, de tal manera que se lleve a cabo en los estudiantes procesos de saber pensar y saber hacer. Vale la pena aclarar que varios de estos elementos han sido destacados como necesario en la actividad científica, por diversos investigadores como Hacking (1996); Rosenblueth (1971); Pickering (citado en García y Estany, 2011); Kuhn (1971); González y Tallón (2013). Además de que estos elementos desde la perspectiva de Hacking pueden llegar a ser considerados como habilidades, en tanto cuanto más estén inmersos los estudiantes en el aprendizaje de la biología mediante prácticas experimentales más hábiles serán en el manejo de estos elementos de la actividad científica.

7.6.1.3. Subcategoría 1.3: El sentido de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología

El experimento debe ser integrado en la enseñar la biología, Luna (2011); Giraldo (2016); Abou y Godoy (2007); Moreira y Diniz (2003). En tanto implica un saber hacer y un saber pensar acerca de lo que se está haciendo, por lo que es importante que los profesores de biología se mantengan en constante reflexión en lo que a enseñanza se refiere, pues es de esta manera y no de otra se puede llegar a transformar los modelos tradicionales de enseñanza; es de aclarar que no basta con la reflexión, pues además de ello, es necesario así como en la experimentación intervenir, ¿con qué fin?; podría decirse que con el fin de

llevar como afirma Brousseau (2007) a que esas reflexiones sean transformadas en medios didácticos que estén encaminados a fortalecer la enseñanza y el aprendizaje, no de contenidos, sino de reflexiones frente a esos contenidos, en este caso los concernientes a la biología.

Desde esta perspectiva de reflexión es que el experimento toma una posición fundamental en la enseñanza de la biología por lo que se requiere como afirma Castro (2013) que “en la didáctica de la biología se deba hacer hincapié en los contenidos procedimentales, pues estos nos permiten comprender de una mejor manera no solo cómo se hace biología, sino cómo se aprende y se enseña esta ciencia” (p.106-107). Esto con el fin de que los elementos que lo integran posibiliten diversos procesos de razonamientos en aquellos que se integren en prácticas de tipo experimental, dichos proceso de razonamiento implica algo más que la retención información, pues como afirma Castro (2013) “el saber científico también es, en gran medida, saber práctico, saber-hacer o saber-cómo” (p.106). Por lo que “resultará imprescindible poner el acento en los contenidos procedimentales, si queremos fundamentar una didáctica de la biología que esté más acorde con la naturaleza de la ciencia de lo viviente” (Castro, 2013, p.106). Además, que como afirma Gil y Vilches (2006) “la investigación está mostrando que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos” (p.45).

7.6.2. Categoría 2: Didáctica de las ciencias (Biología)

Es importante destacar que la didáctica de las ciencias constituida como disciplina emergente, ha generado investigaciones en las cuales se han detectado algunas de las

problemáticas en la enseñanza de las ciencias, entre las que destacan según (Porlán y Martín, (como se citó en Porlán, 1998), convertir directamente contenidos científicos en contenidos curriculares favorecer una visión fragmentada, acumulativa e incuestionable de la ciencia y de los contenidos, ignorar los aspectos propios de la educación, considera a los alumnos receptores pasivos de información, separar ignorar la dimensión contextual del aprendizaje, además de usar la evaluación de forma selectiva y sancionadora, favoreciendo aprendizaje memorístico. Luego de detectar estas y otras problemáticas se han propuesto líneas de investigación al interior de la didáctica con el fin de generar propuestas que brinden posibles soluciones a estas dificultades detectadas en la enseñanza de las ciencias, aun así, existen muchos otros procesos necesarios para transformar la enseñanza de las ciencias.

7.6.2.1. Subcategoría 2.1: Transposición didáctica y recontextualización del conocimiento

El estudio de los organismos vivos representa el fundamento de la biología, por lo que se esperaría que los seres humanos, al ser organismos vivos y llevar a cabo procesos propios de estos, que el estudio y comprensión de dichos procesos presentara menor dificultad. Claro está, haciendo referencia únicamente a procesos de los seres vivos, ahora bien, si se piensa por ejemplo en temas como evolución cuando es necesario tener en cuenta tiempos remotos y organismos de hace millones de años, que se puede esperar al momento de enseñar contenidos como estos en la escuela.

Por tal razón, es necesario tener en cuenta que muchas veces los conceptos y explicaciones provenientes de la biología están llevados a un nivel de abstracción tan alto que resultan difícilmente familiares para los estudiantes, por lo que resulta pertinente el

proceso de transposición didáctica que en palabras de Chevallard (1998) lleva a la transformación del saber sabio al saber a enseñar, o en palabras de Granés y Caicedo (1997) recontextualización del saber. Esta recontextualización es posible gracias a la constante reflexión de la enseñanza por parte del profesor (Mellado 2011). Se esperaría que con base en la transposición didáctica no hubiera ese tipo de dificultades a la hora de enseñar contenidos científicos en las escuelas, pero como ya se mencionó dichas dificultades no se han superado porque los implicados en la enseñanza pocas veces se implican en investigación o diseño de los currículos y quienes diseñan los currículos e investigan están en contextos lejanos a la escuela.

7.6.2.2. Subcategoría 2.2: Las habilidades científicas en la escuela

Como ya se ha mencionado a lo largo de este trabajo, las prácticas experimentales en las escuelas entendidas no como recetas observacionales, pueden contribuir al desarrollo de habilidades científicas, entre las cuales se encuentra según Abruscato, Friedl y Koontz, Chiappetta y Koballa, Martin *et al.*, Kovalik y Olsen y M.E.N (como se citó en García y Reyes, 2014); Kuhn (1993); Carrascosa *et al.* (2006), y Harlen (2011), indagar (Examinar, interpretar, analizar, formular preguntas) y argumentar (inferir, comparar, reflexionar, relacionar, justificar). Si se pensara en una visión reduccionista de lo que implica una práctica experimental en cuanto al saber hacer y saber pensar, sería desde la perspectiva de Chona *et al.* (2006) quien afirma que:

El desarrollo de habilidades de carácter experimental hace referencia principalmente a la manipulación de material de laboratorio, lo cual permite el uso apropiado de instrumentos a partir de seguimiento de instrucciones y la ejecución

de algunas tareas sencillas en relación con habilidades procedimentales propias de las ciencias. (p.66)

Reduccionista en tanto como ya se ha mencionado una práctica experimental implica procesos propios de los seres humanos tales como saber pensar y saber hacer, además de que no toda práctica experimental implica trabajo en laboratorio y posee características únicas que le distinguen de otras actividades prácticas por lo que es pertinente tener en cuenta como afirma Carmo y Schimin (2013) que los estudiantes y los científicos presentan diferencias en cuanto a las prácticas experimentales en tanto los propósitos, las implicaciones afectivas y los conocimientos específicos son diferentes. Pero si es posible lograr el desarrollo de ciertas habilidades mediante diversos procesos de educación entre estos las prácticas experimentales.

7.6.3. Categoría 3: Medios y recursos didácticos en la enseñanza de la biología

Partiendo de que Graells (2000) afirma que un medio didáctico es cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje (p.1). Además de que Brousseau (2007), afirma que en la relación ternaria de conocimiento-profesor-estudiante, debe haber otro elemento, en este caso el medio didáctico, el cual según Rickenmann (2006), va a estar caracterizado por la relación que establezca con los contenidos, algo que posibilita que sean utilizados por el profesor para enseñar.

Cabe mencionar que para este caso se habla de recursos y medios porque según Graells los recursos no necesariamente han sido diseñados con propósitos de enseñanza mientras que los medios si, de lo cual se puede decir que muchas veces los profesores

llevan a sus clases algunos recursos que no han sido diseñados para la enseñanza y sin tener conocimientos profundos en el diseño de medios didácticos intentan adecuarlos para enseñar un tema determinado, lo que muchas veces termina convirtiéndose más en un problema que en una solución.

También, es pertinente mencionar que desde el programa curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional y las universidades que aún conservan la licenciatura en biología, se ha logrado un historial de investigaciones que incluyen estrategias, medios y recursos didácticos, entre otros, que tienen como fin la enseñanza de los contenidos de la biología en la escuela, entre algunas de estas investigaciones se puede destacar la elaboración de unidades didácticas, aplicaciones para celular, ovas, cómics, vídeos, aulas vivas, entre otros.

Estas investigaciones han sido publicadas principalmente en la revista electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional Biografía (escritos sobre la biología y su enseñanza; y conservadas en el repositorio de la biblioteca de la universidad, por lo que vale la pena volver a las preguntas ¿cuántas de estas investigaciones han llegado a más de una institución educativa? y ¿será que aparte de los involucrados en la investigación hubo otros maestros, incluso de la misma licenciatura que hayan accedido a dichas investigaciones para tomarlas como referente para su quehacer profesional? , estas son cuestiones que vale la pena abordar cuando se habla de la presencia de las formas de enseñanza tradicional en la escuela, pues uno de los factores a estudiar tiene que ver con la circulación de las innovaciones en educación.

Cabe resaltar que independientemente de los obstáculos que se presenten en la enseñanza de las ciencias, en este caso la biología y que, aunque existan diferentes términos para referirse a aquello que posibilita la mediación entre profesores, estudiantes y conocimiento, es claro que el fin de dichos elementos de mediación es la enseñanza y el aprendizaje de la biología por lo que es pertinente continuar las investigaciones para potenciar dicha mediación.

En este caso en el que se piensa el experimento como una forma de enseñar la Biología, es pertinente destacar la importancia de los medios didácticos en el plan la difusión de las prácticas experimentales, porque aunque las instituciones educativas no presenten los espacios adecuados para llevar a cabo a cabo prácticas experimentales, si existen ciertos medios didácticos que han intentado abordar experimentos propios de la biología, la ventajas de dichos medios didácticos es que pueden ser encontrados en la web y solo basta conexión a internet para acceder a estos, algunos de estos medios didácticos son software desarrollados para explicar temas abstractos de la biología, en los cuales la experimentación toma bastante tiempo, como es el caso del cruce de cepas de *Drosophila melanogaster*, cabe resaltar que además de la ventajas que representan en términos de espacio, tiempo e instrumentos, ayudan a manejar temas de bioética, incidencia ambiental, y manejo de residuos, por la misma estructura del medio didáctico. Lo que se tendría que entrar a estudiar en profundidad, sería la estructura interna de dichos medios, el manejo de los contenidos, las posibilidades de intervención que brinda a estudiantes y profesores, además de su incidencia en la enseñanza.

Es preciso decir que esta es una de las tantas alternativas en temas de medios didácticos para la Enseñanza de la Biología que se pueden encontrar actualmente, y que dejan ver una vez más que uno de los obstáculos en la enseñanza de las ciencias es

precisamente la falta de comunicación entre el contexto de producción de las investigaciones y los destinatarios finales es decir profesores y estudiantes.

7.6.3.1. Subcategoría 3.1: “prácticas experimentales de biología” en medios y recursos

Partiendo de que según (Ojeda y Perales (2011) las TIC han tomado una importante posición en la sociedad y de que según Izquierdo (2005) y Vargas (2011) el libro de texto es uno de los medios más usados por los maestros, en tanto, estos presentan una estructura bastante desarrollada como para que el trabajo de preparación de clases del maestro tenga que ser mínima, por ejemplo en la revisión que se realiza en este trabajo se encuentran más de ciento cincuenta trabajos prácticos que corresponden a diferentes temas. En cuanto a “prácticas experimentales” albergadas en canales de YouTube en videos de difusión masiva; aun cuando sólo se seleccionan diez videos y un promedio de cinco canales, la cantidad de videos con estos contenidos también es innumerable, pues como hacen ver (Ojeda y Perales (2011), las TIC presentan constantes alternativas a los maestros para enseñar diferentes temáticas; por lo que no es cuestionable que los profesores de ciencias acudan a estos medios y recursos para enseñar, lo que sí es claro es que en algunos casos estos medios y recursos sin han sido enseñados con propósitos educativos y en otros no. Por lo que es necesario ver y cuestionar el hecho de que estos están llegando a las clases y los maestros además de saber de contenidos, también deben estar preparados desde la didáctica de las ciencias para evaluar y discriminar dichos medios y recursos pues el mal uso de estos puede representar un problema para el aprendizaje más que una alternativa.

7.6.3.2. Subcategoría 3.2: Medios y mediación

A través de esta categoría se pretende dar cuenta de los procesos de mediación que llevan a cabo los profesores de biología en la escuela frente a las prácticas experimentales que toman de medios y recursos de circulación masiva como los videos de YouTube y los libros de texto, en este sentido dar cuenta de si estos se llevan directamente o transforman además de dar cuenta de las incidencias y exigencias conllevan hacer o no un proceso de mediación. En palabras de Barbero (1987), dar cuenta de lo que hacen los medios con las personas y las personas con los medios.

7.6.4. Categoría 4: El lugar de la imagen en la construcción del conocimiento

Partiendo de que según Casanueva (200) la imagen nos ha acompañado desde el paleolítico y que esta no se reduce únicamente a la presentación sino que por el contrario se constituye como un vehículo conceptual en tanto según Martínez (2009) juega un papel epistemológico en las ciencias, pues pueden generar entendimiento, configurando un tipo de razonamiento específico generando una forma de construcción de saberes en la ciencia con estructuras que no se presenta exclusivamente de forma lingüística. Es por esto que la imagen ha tenido que sortear diversas problemáticas a lo largo de la historia empezando una visión de mimesis de esta en el siglo VII, en cuyo pensamiento la función de la imagen era presentar la naturaleza de la manera más precisa posible, además de que con la apertura que tuvo la ciencia hacia nuevos conocimientos para los cuales no existía una representación lingüística y para las cuales las descripciones se quedaban cortas no quedaba otra cosa que el uso de la imagen; por lo que la imagen cada vez se alejó de esta mimesis de la realidad debido a que se empezó a cargar teóricamente. Por lo que es gracias

a estas situaciones que ha sorteado la imagen en la humanidad que según Martínez (2009) pasó de considerarse ilustración o tecnología para posicionarse como una de las diversas maneras de hacer conocimiento o en palabras de Casanueva (2009) “las imágenes sirven hoy para justificar, explicar y constituir las formas más sólidas de conocimiento” (p.24).

7.6.4.1. Subcategoría 4.1: La imagen en la construcción del conocimiento biológico.

Si se hace una revisión de la historia de la biología, se puede ver como existen diversos momentos que han contribuido a la construcción del conocimiento biológico gracias a diversas investigaciones que han tenido en común la construcción del conocimiento biológico a través de la imagen pues como afirma Casanueva (2009) lo abstracto de los fenómenos biológicos llevan a su representación en imágenes. En palabras de Gómez (2009) no se trata solo de presentar sino de representar pues existe un conocimiento implícito que contribuye a la selección y representación de rasgos esenciales. De tal manera que la construcción del conocimiento biológico en gran medida ha estado acompañada por imágenes, gracias a las cuales ha sido posible construir un conocimiento sobre los organismos vivos, comparar sus estructuras y construir árboles filogenéticos que dan cuenta de las relaciones evolutivas; estudiar su fisonomía para comprender sus procesos fisiológicos además de estudiar las características del ambiente en el que se encuentran.

7.6.4.2. Subcategoría 4.2: La imagen en las prácticas experimentales de biología en la escuela

Según Varas (2011), las imágenes son un lugar del pensamiento por lo que tienen un papel central en la comunicación y la cultura actual; pues como afirma Casanueva (2009), aun

cuando éstas nos han acompañado desde el paleolítico, esta es la primera generación que posee los conocimientos científicos y tecnológicos suficientes para su construcción y difusión masiva; de tal manera, que desde la perspectiva de que la educación debe estar acorde con el contexto social e histórico de la humanidad, es preciso tener en cuenta que además de las palabras, la imagen tiene gran importancia en la construcción del conocimiento escolar, pues como afirma Águila (2007), “Palabras e imágenes están condenadas a vivir juntas. Nosotros somos animales verbo visuales” (p.97).

Una vez enunciada esta relación, es necesario reconocer que precisamente esa importancia de la imagen en la construcción del conocimiento es lo que hace tan esencial los procesos prácticos en el aprendizaje de las ciencias, en este caso las prácticas experimentales representan una manera de crear conocimiento mediante la práctica, mediante el observar lo que se hace, pues en palabras de González (2016) no es suficiente apoyar la información o aclararla con imágenes, pues la información debe ser imagen en sí misma. Además de que la imagen debe ser entendida y aceptada como una forma de construcción de conocimiento es decir conocimiento en sí.

Tabla 5

Categorías de Análisis

Categorías		Subcategorías		Preguntas	
1	Prácticas experimentales en la enseñanza de la biología	1.1	Formas de entender las prácticas experimentales	1.1.1	¿Cómo asume usted las prácticas experimentales de biología?
		1.2	Elementos de las prácticas experimentales	1.2.1	¿Qué se debe tener en cuenta al momento de estructurar una práctica experimental para enseñar biología?

		1.3	El sentido de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología	1.3.1	¿Qué posibilidades puede presentar una clase de biología en la que se abordan prácticas experimentales con respecto a una clase magistral?
				1.3.2	¿Qué incidencia pueden tener las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología y de qué depende dicha incidencia?
2	Didáctica de las ciencias (biología)	2.1	Transposición didáctica y recontextualización del conocimiento	2.1.1	¿Cree usted que las prácticas experimentales de biología requieren algún tratamiento previo antes de llegar al contexto educativo? ¿Por qué?
				2.1.2	¿De qué manera influye su formación y experiencia docente en la forma en que desarrolla las prácticas experimentales en las clases de biología?
		2.2	las habilidades científicas en la escuela	2.2.1	¿Qué habilidades científicas pone en juego un estudiante en una práctica experimental de biología?
				2.2.1	¿Qué considera más importante, formar conocimientos científicos o habilidades científicas?

3	Medios y recursos didácticos en la enseñanza de la biología	3.1	“prácticas experimentales de biología” en medios y recursos	3.1.1	¿A qué medios o recursos impresos, digitales u otros ha recurrido para buscar prácticas experimentales de biología?
				3.1.2	¿Qué se debe tener en cuenta al seleccionar “prácticas experimentales” de biología contenidas en medios o recursos como libros de texto, videos u otros de circulación masiva?
		3.2	Medios y mediación	3.2.1	¿Cómo asume usted el medio didáctico en la enseñanza de la biología (es un asunto instrumental o conceptual) por qué?
4	La imagen en la construcción del conocimiento científico	4.1	La imagen en la construcción del conocimiento biológico	4.1.1	¿Qué relación existe entre la imagen y la construcción del conocimiento biológico?
		4.2	La imagen en las prácticas experimentales de biología en la escuela	4.2.1	¿Qué papel desempeña la imagen en una práctica experimental en el marco de la enseñanza de la biología?

Fuente propia (2017)

7.7. Muestra de la investigación

El grupo que integró éste trabajo de investigación estuvo conformado por cinco licenciados en Biología, de los cuales cuatro egresaron de la Universidad Pedagógica Nacional; tres de estos hombres y una mujer. En términos académicos, uno de ellos está realizando maestría en Enseñanza de las Ciencias en la misma universidad, el resto posee

estudios de pregrado. El quinto profesor, es una egresada de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y tiene estudios de maestría en España. Todos estos profesores se encuentran enseñando en instituciones educativas de nivel escolar, que según el M.E.N. (2010) se organiza en tres niveles formalmente; “**preescolar**”, (mínimo un grado obligatorio), “**educación básica**”, nueve grados distribuidos en dos “ciclos”, “básica primaria” (con cinco grados) y “básica secundaria” (con cuatro grados) y por último “educación media” con dos grados). De los cuales, los profesores participantes de esta investigación se ubican en los últimos dos niveles. La participación fue voluntaria en tanto desde el grupo de Facebook “UPN Lic En Biología” se ubicaron algunos de los egresados de dicho programa y se le extendió la participación a varios profesores de los cuales participaron solo cuatro; en cuanto a la profesora de la universidad Distrital Francisco José de Caldas se le extendió la invitación de participación debido a que pertenece a uno de los colegios que participa en las prácticas pedagógicas de la Línea de Investigación Biodidáctica y Recursos Educativos adscrita al departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional y de la cual hace parte esta investigación. Cabe mencionar que cada uno de los profesores participantes accedió al tratamiento mediante un formato de consentimiento informado elaborado por la Universidad Pedagógica Nacional.

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

8.1. Consideraciones generales

En este apartado se presentan los resultados de esta investigación, en los cuales se pretende dar cuenta de los elementos conceptuales y metodológicos que contribuyen a la mediación del trabajo experimental en la Enseñanza de la Biología en la escuela; por lo

cual se cree que la mejor manera de presentar los resultados es mediante el análisis y triangulación de la información que se encontró en la indagación a los profesores de biología a partir de los métodos, técnicas e instrumentos de investigación; los referentes que se tomaron para este trabajo; y los “trabajos prácticos” que se encontraron en videos de circulación masiva y libros de texto de tres editoriales. Esto con el fin de lograr un contraste entre lo que proponen los medios y recursos de circulación masiva y la mirada de los profesores de biología, acerca de las prácticas experimentales en el ámbito educativo.

Partiendo de esta estructura, se procede a realizar el análisis de la información con base en las categorías y subcategorías que fueron propuestas y que guiaron la estructuración de la investigación, esto con el fin de dar cuenta de manera transversal de cada uno de los elementos que se creen pueden contribuir a la mediación de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología. Cabe mencionar, que para lograr este análisis se construyó una matriz que integra la información recolectada en la indagación a los profesores de biología. Esta información fue agrupada en cada categoría y subcategoría según correspondiera.

8.2 ANÁLISIS DE CATEGORÍAS

En este apartado se analiza cada una de las categorías planteadas para esta investigación, relacionándolas y contrastándolas con los referentes teóricos y los antecedentes con el fin de encontrar puntos en común y comprender las situaciones analizadas en los profesores y su construcción acerca de las prácticas experimentales en el contexto escolar.

8.2.1. Prácticas experimentales en la Enseñanza de la Biología

En esta primera categoría están integradas tres subcategorías, (formas de entender las prácticas experimentales, elementos de las prácticas experimentales y el sentido de las prácticas experimentales), con las cuales se pretende dar cuenta de las relaciones que establecen los profesores con las prácticas experimentales y otros elementos de su contexto, los principales elementos conceptuales y metodológicos que integran las prácticas experimentales en el contexto educativo, y la manera en que estas toman sentido para profesores y estudiantes. Estas subcategorías son fundamentales para comprender la mediación de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología en la escuela.

8.2.1.1. Formas de entender las prácticas experimentales

Es preciso llamar la atención acerca de las diversas formas en que se entienden las prácticas experimentales, caso concreto para este trabajo son los profesores de biología y los medios y recursos que se integran en la enseñanza en la escuela. Esto debido a que los objetivos que se traza cada uno de estos son distintos, la imagen de ciencia es distinta y los contextos son diferentes, algo que de una u otra manera influye en la manera en que se realizan las prácticas experimentales en las aulas de clase y en el aprendizaje de las ciencias que realizan los estudiantes.

En primer lugar, algo que se evidenció en los cinco profesores es que, de una u otra manera conectan las prácticas experimentales con el laboratorio, bien sea asociándolo como el espacio físico donde se lleva a cabo la práctica experimental, “me pongo a mirar dentro de mi laboratorio qué es más adecuado hacer en términos de materiales, en términos de planta física (...) esa toma de decisiones digamos que también es conciliada conmigo” (**PI.ES. 10**). O refiriéndose indistintamente a práctica experimental o

laboratorio como la actividad práctica que se va a realizar, para el caso de la actividad práctica un profesor refiere:

(P1.ES.1): De cada tema se hace un laboratorio entonces ese laboratorio incluye una guía y para los chicos un pre informe y un informe si obviamente pues una guía de laboratorio título objetivos, marco conceptual, materiales procedimiento, a veces en la parte de resultados se le adjunta una tabla de datos y después una bibliografía y ya en el informe pues los análisis de resultados y las conclusiones.

Con respecto a la práctica experimental asociada al laboratorio como espacio, otro profesor menciona que la práctica experimental es:

(P3.ES.1): “un espacio de aprendizaje más desde lo que se puede hacer, desde lo que se puede ver en el laboratorio, como un proceso también, pero ese proceso se lleva a cabo muy relacionado con la teoría y desde las temáticas que se están viendo”.

Esto, se evidencia constantemente en la argumentación de los profesores y es algo que no se detienen a problematizar, de tal manera que hacen uso indistintamente de la terminología para referirse a diferentes trabajos prácticos, aun cuando existen diferencias entre estos y concretamente se está hablando de prácticas experimentales.

(P3.ES.2) “Hago referencia a prácticas experimentales y laboratorios y estaría dimensionándolo en lo mismo, pero a la hora que uno se detiene a pensar no son lo mismo son términos completamente diferentes o no completamente diferentes, se relacionan, pero pues no son lo mismo”

De igual manera, otro de los profesores hace referencia conjunta a las prácticas experimentales y el laboratorio, enunciándolas como “Práctica experimental de laboratorio” **(P5.ES.1)** o “práctica de laboratorio o práctica experimental” **(P5.ES.2)**, En este expresándolas como sinónimos, aun cuando no lo son.

A este respecto vale la pena aclarar como menciona Hodson (citado en Fernández, 2013), que “no todos los Trabajos Prácticos (TP) se llevan a cabo en un laboratorio, y no todos los Trabajos Prácticos de Laboratorio son experimentos” (p.2). También es pertinente mencionar que la forma en que los profesores están entendiendo las prácticas experimentales y otros trabajos prácticos, está relacionada por su formación profesional y por los medios y recursos que a diario integran en sus clases. Por ejemplo, los libros de texto que se analizaron en esta investigación, tienen la particularidad de referirse a los diferentes trabajos prácticos de la misma manera, aun cuando no lo son, y peor aún de implementar la misma metodología para todos como si se tratara según Giraldo (2016) de recetas. Así, por ejemplo, en los libros de texto “avanza ciencias” de la editorial “norma”, el nombre designado a todos los trabajos prácticos es “laboratorio”; mientras que en los libros de texto “proyecto sé ciencias” y “aplica ciencias” de la editorial “Sm”, el nombre que se les designa es “trabajo en el laboratorio”. Claro está, que no se trata únicamente de terminología, si no de lo que esto puede generar en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la biología; pues como afirma Puentes (2008) existen particularidades y generalidades que caracterizan a los trabajos prácticos, es decir no todos son iguales, por lo tanto, si la clase de trabajo práctico es diferente; la finalidad, los aspectos metodológicos, la evaluación, y la relación con aspectos epistemológicos de la biología y de las ciencias serán diferentes.

El no reconocer, en este caso las características particularidades y diferencias de las prácticas experimentales con respecto a otros trabajos prácticos, puede llevar a que se encuentren problemáticas al momento de realizarlas y que seguramente no se asocian directamente con estas, si no con la forma en que son entendidas las prácticas experimentales. Las más comunes según Cano y Cañal (como se citó en luna, 2011),

tienen que ver con la poca adecuación de la infraestructura, la falta de instrumentos, el exceso de estudiantes, entre otras. Que, si se analiza, de fondo son dificultades que se pueden sortear con mayor facilidad si se entienden las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología no como laboratorios, no como prácticas de laboratorio o cualquier otro trabajo práctico, sino como prácticas experimentales.

En segundo lugar, y coincidiendo con lo planteado por Giraldo (2016), en las formas que los profesores participantes de esta investigación entienden las prácticas experimentales, se encuentran visiones que refieren las prácticas experimentales como:

Demostrativas:

P2.ES.4: “Las prácticas experimentales ayudan a los chicos a acercarse a la veracidad de los datos”.

Subsidiarias o complementarias de la teoría:

P2.ES.1: “Las prácticas experimentales son ejercicios que se hacen para complementar la teoría”.

P2.ES.5: “La experimentación ayuda a comprobar los datos, lo que uno observa en la teoría o lo que uno les muestre a los chicos en la teoría”.

Receta:

P2.ES.3: “Algo que les explico a los chicos es que (...) uno en los ejercicios experimentales trata de no equivocarse al máximo”.

P3.ES.5: “Yo misma verifico que se pueda dar, que se pueda desarrollar, no es que allá con mis niños no se desarrolle y no salga bien, no, tengo que verificar antes que si salga bien”.

Algo que, según Ruíz, L y Gómez, E (2016) lleva a que, aunque los profesores asignen gran importancia al desarrollo de prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, se dejen de lado elementos fundamentales para la enseñanza y aprendizaje de esta. Cabe

aclarar que aquí no se pretende dar una sola manera de definir o entender las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, pues como afirma hacking (1996), seguramente una visión unilateral puede estar equivocada, por el contrario, se puede afirmar que mientras se siga teniendo una visión utilitarista de las prácticas experimentales no tendrá sentido seguirlas desarrollando en los procesos de enseñanza de las ciencias y en particular de la biología.

En tercer lugar, se encuentra que los profesores de biología al reflexionar acerca de lo que para ellos significa una práctica experimental, la diferencian con respecto al experimento, en tanto parece ser que para ellos las prácticas experimentales en la escuela contienen el experimento, además de muchos otros elementos de corte educativo, como se verá más adelante en lo referente a los elementos de las prácticas experimentales, algo que ayuda a entender la diferencia entre la experimentación en el ámbito científico y el ámbito educativo, pues claramente no son lo mismo.

P1.ES.3: “La práctica experimental es como todo ese abordaje y todo eso que va alrededor del experimento, el experimento es como tal el montaje, pero digamos que esa práctica experimental integra lo que es, desde la organización, la planificación, el cumplimiento en la toma incluso de esos resultados, el experimento como tal, es como el montaje, el producto con el que se trabaja, pero la práctica experimental es como tal, la formulación de preguntas, es cómo yo respondo a esas preguntas con base en lo que estoy viendo con el experimento como triángulo eso con mis compañeros, las conclusiones que suscitó a partir de lo que ese diseño ese experimento me mostró, la práctica experimental es como el

conglomerado de todo lo que repercute alrededor de lo que como tal el experimento significa como el montaje como lo que mido como lo que observo”.

P3.ES.3: “prácticas experimentales lo entiendo como el proceso o el procedimiento que tú vas montas, observas, analizas, y después planteas eso teórico que va a sacar, ese informe (...) ir montar observar analizar cambiar variables, (...) y también todo el contexto teórico y demás que tiene que tener la persona que vaya a hacer la práctica experimental”.

P3.ES.4: “Pensaría que el experimento puede sonar más dentro de lo científico, el experimento como tal el procedimiento y la práctica experimental sería más ligada como a más personas, como al contexto educativo, como a los procesos de enseñanza”.

Claro está que, aunque sí existen diferencias entre las prácticas experimentales escolares y la experimentación científica, no se trata de reducir el experimento únicamente a un tipo de procedimiento o a un mero paso a paso, pues como afirma Pickering (citado en García y Estany, 2011) cualquier producción experimental está constituido por tres elementos estructurantes; un procedimiento material, (aparatos, instrumentos y conocimiento práctico), un modelo instrumental (diseño, realización e interpretación del experimento) y un modelo fenoménico (comprensión conceptual de los aspectos del mundo fenomenológico que está siendo estudiado).

Quizá, todo lo dicho hasta el momento en esta subcategoría de análisis, de cuenta del por qué al realizar una revisión de las investigaciones que tienen que ver con prácticas experimentales en la enseñanza las ciencias y en concreto de la biología, no se encuentra

una definición de práctica experimental en la enseñanza de la biología, pero si se encuentra recurrentemente esa denominación para referirse a ese trabajo práctico que involucra el experimento en el contexto educativo y que se asocia a muchos otros elementos, de los cuales no se tiene decisión unánime de un paso a paso, en tanto los contextos escolares son tan variados, que quedarse con una sola referencia resultaría reduccionista y generaría diversas problemáticas a la hora de llevar a cabo una práctica experimental, pues es eso lo que manifiestan los profesores acerca de las metodologías que ofrecen los medios y recursos como libros de texto y videos de circulación masiva, como se verá en apartados posteriores. Basta decir que este trabajo tampoco pretende estandarizar una metodología, pero si enunciar ciertos elementos conceptuales y metodológicos necesarios en la mediación de la práctica experimental en la enseñanza de la biología, además de dar un espacio para que los profesores reflexionen acerca de las formas de entender las prácticas experimentales y las puedan contrastar con diversos referentes.

8.2.1.2 Elementos de las prácticas experimentales

En esta subcategoría se pretenden analizar algunos de los elementos conceptuales y metodológicos que los profesores creen deben mediar en las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, además de esto se realiza un contraste con las metodologías ofrecidas en los libros de texto y videos que para este caso fueron revisados. De esta manera esta subcategoría está dividida en dos apartados por un lado esta lo relacionado con los elementos metodológicos y por otro los elementos conceptuales, para finalmente realizar un análisis conjunto de los dos apartados.

8.2.1.2.1 Elementos metodológicos

En esta primera parte de la subcategoría elementos de las prácticas experimentales se abordan los elementos metodológicos. Debido a la extensión de las unidades de registro en esta subcategoría, cada uno de los elementos metodológicos se representan a través de la cita textual de algunas de las unidades de registro, las demás unidades son agrupadas y presentadas de manera condensada bajo los correspondientes códigos de las unidades de registro. Con los correspondientes códigos en las respectivas tablas. También se presenta una tabla en la que se agrupan dichos elementos y se muestran los códigos que los justifican. Estas unidades de registro pueden ser ubicadas en la matriz de información general a través de los códigos correspondientes.

En este sentido se comenzará por hacer referencia a los elementos metodológicos, para lo cual se hace claridad que en este trabajo no se cree que las prácticas experimentales deban estar asociadas a una única metodología de trabajo, por el contrario, la metodología de trabajo de las prácticas experimentales debe responder a diversos elementos del contexto y la formación del profesor y de los estudiantes. Tal es el caso que, los profesores se posicionan desde diferentes enfoques a partir de los cuales se pueden estructurar las prácticas experimentales, siendo estas de corte educativo y científico; lo cual representa un elemento más para dar cuenta de la diferencia entre experimentación científica y escolar. Este enfoque puede tener origen en la formación de los profesores o en la organización de la institución educativa a la cual pertenece el profesor, de tal manera que puede haber un solo enfoque metodológico orientando la práctica experimental, o incluso una estructura metodológica nueva a partir de la combinación de enfoques; esto depende

directamente del profesor, siempre y cuando este sea quien estructure su práctica experimental.

Como se mencionó en un inicio, debido a la extensión de las unidades de registro, en la figura 3, se enuncian algunos elementos metodológicos que tienen en cuenta los cinco licenciados en biología al momento de estructurar una práctica experimental; también, esta figura está sustentada por el anexo 11, en donde se encuentran los códigos de las unidades de registro en que se referencian dichos elementos metodológicos, además de un apartado en el que se menciona a qué hace referencia el elemento metodológico que se enuncia en dicho anexo.

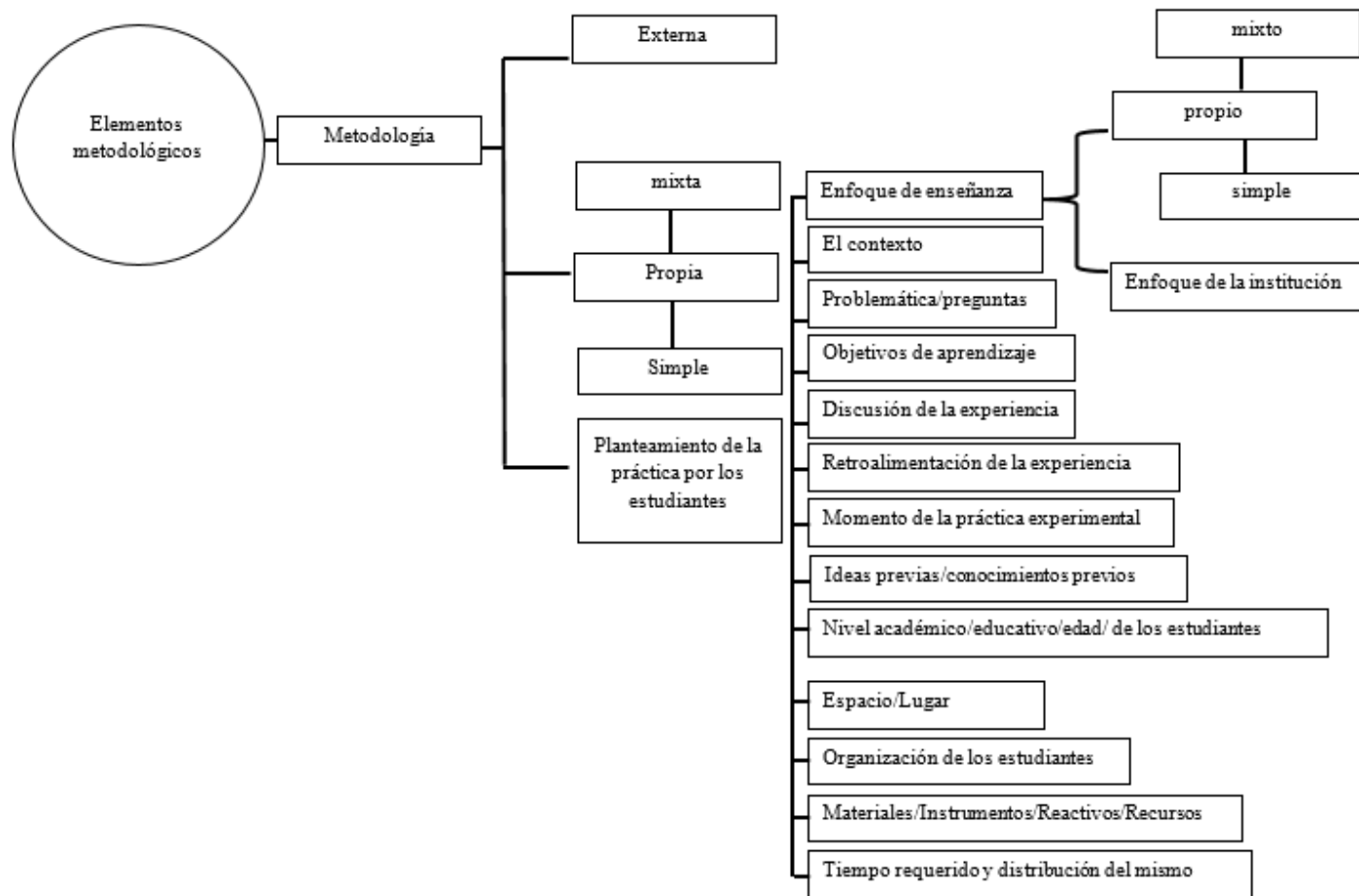


Figura 3: Diagrama de los elementos metodológicos referenciados por los profesores de biología.

Fuente: propia (2017).

Como ya se hizo notar, son diversos los elementos metodológicos que se deben tener en cuenta al momento de estructurar una práctica experimental en la enseñanza de la biología.

P1.ES.6: Normalmente ese diseño experimental va integrado en una metodología de trabajo que es autónoma, primero trato de que inicie con una pregunta problema que esté enmarcada en una hipótesis de trabajo Integrada en una metodología de investigación.

P4.ES. 2: Yo tengo que tener en cuenta ya te digo, la planeación, la malla curricular, el modelo pedagógico del colegio, cuando yo tengo en cuenta esos tres factores, tengo que contar con el espacio y tiempo, en qué momento es bueno hacerla al principio de semana, al final de semana en donde la voy a hacer, si voy a utilizar el laboratorio si voy a utilizar algo fuera del aula de clase, si voy a utilizar el aula de clase con que disposición

Con base en la construcción anterior acerca de los elementos metodológicos que tienen en cuenta los profesores de biología para sus prácticas experimentales, es preciso mencionar que, aun cuando a nivel escolar desde la normatividad, y los medios y recursos de enseñanza se proponga abordar el método científico, actualmente se está cuestionando la existencia de un solo método científico; por lo cual es preciso problematizar que tan pertinente es seguir enseñando el método científico en la escuela puesto que es reconocido que la ciencia no funciona bajo una única forma de producir y validar el conocimiento. Además de esto, ni siquiera en el contexto educativo existe una única forma de enseñanza, pues los profesores tienen diferentes metodologías para tal propósito; aun así, estos admiten que muchas veces se enfocan hacia el tradicional método científico argumentando que, esa es la forma de proceder de la ciencia y los científicos para

construir conocimiento; eso es lo que han aprendido desde su formación escolar, y eso es lo que la normatividad propone enseñar.

P1.ES. 13. “En términos operativos y del aula de la formación y profundización de competencias científicas siento yo que todos los profesores de ciencias naturales recaemos en el método científico, o en metodologías relacionadas bajo esa misma plantilla de trabajo, (...) yo utilizo (...) metodologías que son aplicadas con base en algunos fundamentos del método científico”.

P2. TI. 10: [Refiriéndose a la metodología de la práctica experimental] “Lo que uno reconocería como el método científico, (...) cómo uno puede enseñar cómo uno puede realizar actividades en relación a cómo proceden los científicos para elaborar sus teorías, principios y demás pasos para construir el conocimiento científico es como las actividades que uno podría desarrollar con los niños en el aula tratando de explicar y hacer un ejercicio similar al que hacen los científicos”.

P3.ES.11: “Nos meten ahí dentro de los estándares, tiene que enseñar método científico, si, que primero la hipótesis antes, entonces, uno como maestro lo que hace es reproducir, reproduce básicamente porque también uno como que no se pone, bueno hay otras formas de hacer el laboratorio entonces a uno le queda como más fácil seguir el método científico.

En este sentido se trae a colación los estudios de Pérez (1998) y González (2010), quienes afirman que desde el ámbito de la ciencia se pone en duda la existencia de un único método científico, en tanto epistemológica e históricamente hablando no se ha encontrado un conjunto de prácticas, reglas o teorías que sean seguidas por la mayoría de los que se dedican a investigar, por lo que es preferible referirse a un conjunto de diversas metodologías que integran múltiples estrategias que serán seleccionadas según las

preguntas, intereses y objetivos que orientan el proceso. Con base en esto, es necesario cuestionar ¿si en las ciencias no se reconoce la existencia de un único método científico por qué en la escuela se pretenden enseñar una forma de proceder científicamente? más aún cuando en los años 80 desde la didáctica de las ciencias, según Porlán (1998) se aceptó que no se podía pretender trasladar a la escuela la lógica de las ciencias y mucho menos la estructura positivista del método científico, en tanto la enseñanza y aprendizaje en la escuela esta mediada por diversas variables como el contexto, las concepciones de los estudiantes y profesores, entre otras.

P1.ES. 14: “Yo siento que el método científico muchas veces trata de ver como una metodología de engranaje entonces algo falla y ya sé que tengo que hacer”.

P3.ES.12: Cada uno podría acercarse al experimento desde su particularidad y aprender o no aprender, cada uno tiene su forma de seguir, de hacer la cosa y no necesitaría como tal unos pasos.

Para este caso concreto de la enseñanza de la biología, y reconociendo que como afirma Rosenberg (citado en Dieguez, 2012) las complejidades de los fenómenos biológicos sólo pueden ser tratados desde la biología.

P1.ES. 15 “Los fenómenos naturales son sistemas abiertos, son sistemas flexibles inesperados, de hecho, creo que como respuesta a ello es que emergen otras metodologías que si bien reconocen aspectos importantes del método científico retroalimentan esa metodología para tratar de reconocer las modulaciones reales que se vivencian cuando uno trabaja la ciencia o un objeto de investigación científico en un contexto social”.

P1.ES. 17: Trabajar el método científico tal cual como es, es un mecanicismo que desde la esencia de la biología es más orgánica que cualquier otra cosa. P1.ES. 16 El método científico como que se ciñe a una cosa o a la otra de una manera muy

estructurada como muy cuadrículada como que todo opera así y punto.

Además de que según Mayr (2006), todos los procesos vivientes responden a dos causalidades la primera (las leyes naturales y el azar) y la segunda (los programas genéticos, característicos del mundo viviente de forma tan singular. Para lo cual la versión positivista de la ciencia trasladada a la biología y en el contexto educativo, se queda corto.

8.2.1.2.2. Elementos conceptuales

En esta segunda parte de la subcategoría elementos de las prácticas experimentales se abordan los elementos conceptuales. Este apartado no tiene una gran extensión pues en las unidades de registro los profesores hacen referencia de manera general a lo conceptual como conocimiento de los fenómenos que se van a estudiar, el bagaje teórico o temático; algo que en gran medida coincide con lo que Pickering (citado en García y Estany, 2011) reconoce como el “modelo fenoménico” que “consiste en la comprensión conceptual de los aspectos del mundo fenomenológico, que están siendo estudiados por parte del experimentador, y sin los cuales los resultados carecerán de sentido y significación, y no podrían ser interpretados” (p.11)

P1. ES. 8: Dentro de mi práctica pedagógica yo sí digamos que tengo como base dar primero todo el bagaje fundamental del eje temático en general y ya después dentro del desarrollo específico ya digamos delimitar esos marcos conceptuales a los proyectos específicos.

P2. ES. 8: Otro elemento tiene que ver con el tipo de la temática y el tipo de fenómenos que se están observando (...) la temática es otro de los elementos que influye a la hora de pensar un ejercicio experimental o un ejercicio práctico con los estudiantes.

P3. ES. 7: Miro que se relacione con la temática y que pueda llevar a que los estudiantes aprendan esa temática.

P3. TI. 15: El tercer momento (...) la teoría también sirve para contrastar lo que uno piensa que puede suceder y para ver si le falta alguna variable o si puede incluir otra dentro del experimento.

P4. TI. 11: Acceso a la información que también coloque al lado como contextualización (...) cómo yo puedo guiar también al estudiante a acceder a una información.

P4. TI. 12: visualización teórica del concepto a trabajar, (...) que la contextualización o ese acceso a la información venga acompañada con un trabajo autónomo de los estudiantes, que el primero sea guiado el siguiente ya puede ser más autónomo de parte de los estudiantes para que afiancen un poquito más ese contexto.

Además de lo anterior es preciso resaltar dos aspectos importantes dentro de los elementos conceptuales; el primero es que aparecieron de manera emergente dos elementos conceptuales que para esta investigación se pensaron como importantes pero que finalmente no se tuvieron en cuenta, pero que para los profesores de biología son necesarios dentro de las prácticas experimentales. El segundo es que la historia de la biología aun cuando es un elemento fundamental en la construcción del conocimiento biológico, también lo es para comprender la misma biología y los fenómenos que estudia, los profesores no parecen otorgarle gran importancia en las prácticas experimentales.

Refiriéndose a los dos elementos conceptuales emergentes, el primero es la bioética, que de una u otra forma es indispensable para la biología y para la enseñanza de la biología debido al objeto de estudio que esta tiene (los seres vivos), más aun, cuando en muchas

de las prácticas experimentales de biología integran organismos vivos por lo que es algo que se debe tener en cuenta, **P4.ES.3** “son seres vivos, tengo que manejarlos con responsabilidad”.

El segundo, es la bioseguridad, “primero tengo en cuenta las normas de laboratorio (...)” **P3.ES.7**. En tanto los profesores refieren que, por la cantidad de estudiantes, las edades, el tipo de práctica experimental, los instrumentos, reactivos, materiales, además del espacio en el que se esté trabajando, es un elemento importante que se debe tener en cuenta.

P4.TI.13: Orientación y explicación de la práctica o experiencia a realizar (...) es muy importante explicar cuáles son las normas del laboratorio, cuales son los cuidados que hay que tener, si se va a hacer en el laboratorio, si va a ser una práctica afuera, cuales son los cuidados que hay que tener, que materiales se van a trabajar, por qué es importante tener ciertos cuidados (...) es importante entender cuáles son los cuidados los peligros de qué manera manejar ciertas situaciones que se pueden dar en la práctica.

En lo concerniente a la historia de la biología, durante la organización de la práctica experimental en el taller de fotografías los profesores asignaron a la imagen que decía concretamente “historia de la biología” diversos nombres:

P1. TI: Reconocimiento histórico del concepto: caracterización del problema.

P2. TI: Título: Vale la pena resaltar que este profesor no la incluyo dentro de la práctica experimental que organizo afirmando que: “La excluí porque corresponde al título, como podría uno denominar a la investigación”. **P2TI.11.**

P3. TI: Saberes: Enmarcado en lo que llamo momento 1: conocimientos del sujeto.

P4. TI: Conceptualización.

P4.TI. 18: La conceptualización, (...) ya viene siendo ubicar espacio temporalmente el concepto trabajado (...) dentro de la historia de la biología nosotros tenemos varios hitos por los cuales nos podemos mover y esto nos ayuda a conceptualizar, que es importante aprenderlo porque es importante entenderlo entonces este tema de la historia de la biología pues también juega un papel fundamental incluso (...) la historia de la biología la podemos colocar alrededor de todo porque podemos guiar la práctica replicando modelos que ya se hayan hecho.

P5. TI: Contexto.

Con lo anterior pareciera que la “historia de la biología” tal como se enuncio en el taller de imágenes, no es un elemento que los profesores consideren fundamental dentro de las prácticas experimentales, en tanto un solo profesor reconoció la historia como un elemento que ayuda a orientar y dar sentido a las prácticas experimentales en tanto ubica espacio temporalmente los fenómenos que estudia la biología. En este caso lo preocupante y cuestionable no es la manera como se aborda la historia de la biología como Kuhn en 1962 lo dejaba ver, o la estructura e intencionalidad de esas formas de abordar la historia como afirma Izquierdo (2005). Aquí lo preocupante y cuestionable es que aun cuando los profesores la tengan de frente, parecen no darle importancia dentro de las prácticas experimentales; por lo que no resulta extraño que sean los libros de texto la fuente inmediata a la cual recurrir para acercarse a la historia de la biología, aun cuando según

Kuhn (1962) estos la muestren de manera lineal, acumulativa, aislada y descontextualizada.

En la figura 4, se pueden apreciar los elementos conceptuales referido por los profesores de biología, estos elementos están abordados con mayor amplitud en el anexo 11, en el cual están los códigos de las unidades de registro que respaldan la enunciación de dichos elementos.

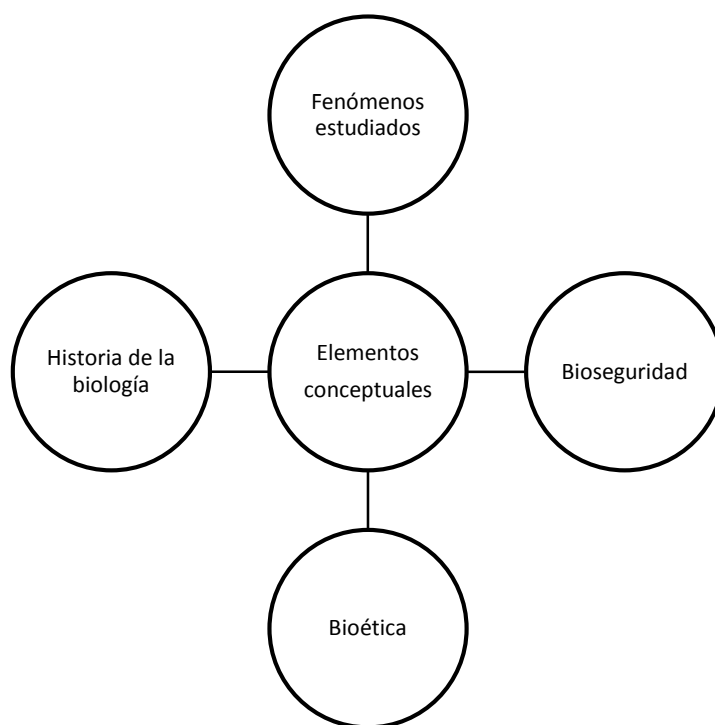


Figura 4: Elementos conceptuales tenidos en cuenta por los licenciados en biología al estructurar las prácticas experimentales.

Fuente: propia (2017)

8.2.1.3. El sentido de las prácticas experimentales

Prosiguiendo con el análisis de la información, en esta subcategoría se presenta el sentido que para los profesores de biología tiene la inclusión de las prácticas experimentales en la enseñanza; algo que indiscutiblemente tiene gran relevancia para este trabajo, en tanto

da elementos para comprender las diferencias que se pueden presentar entre las prácticas experimentales en la escuela con respecto a la experimentación científica.

Para iniciar dentro de los argumentos que dan los profesores del por qué las prácticas experimentales son pertinentes tienen un sentido en la enseñanza de la biología, en ninguno de los cinco casos se encuentran relaciones con los objetivos que tiene la ciencia teóricamente hablando, es decir no se pretende que los estudiantes propongan o refuten leyes, teorías o postulados científicos. Por el contrario, se encuentra que los objetivos de los profesores están relacionados con:

- a) Acercar el conocimiento a los estudiantes de una manera más propia de su cotidianidad.
- b) Que los estudiantes aprendan los conocimientos científicos y los puedan aplicar a problemáticas de su contexto.
- c) Reconocer que la ciencia está relacionada con la vida cotidiana.

P1.ES. 26: Las prácticas experimentales desde biología me permiten acercar un conocimiento que no es muy familiar para un estudiante con algo cotidiano, algo que es más evidente, algo que puede visibilizar y aplicar a su realidad de una manera más práctica.

- d) Lograr que la ciencia adquiriera sentido para los estudiantes.
- e) Acercarse a la parte práctica de las ciencias.

P3.ES.22: Esa capacidad de aprender se da mucho más fácil viviendo, teniéndolo ahí interactuando con las cosas.

P4.ES. 22: Yo creo que si se hace bien las cosas tienes posibilidades las que tú quieras, infinitas, no sé si estoy enalteciendo un poco las prácticas experimentales, pero considero que todo lo que pasa por el corazón del niño o del estudiante, esa experiencia lo marca y va a trascender frente a muchas cosas.

- f) Observar y explicar los fenómenos naturales.

P2.ES.12: Observar y explicar los fenómenos naturales es una de las principales cosas que uno pretende en el aula de clases con los chicos y pues una de las mejores maneras es (...) la artificialización del mundo natural, que tiene sus ventajas y también hay que tener cuidado con sus dificultades.

- g) Comprender la forma en que proceden los científicos.

P2.ES.14: Los ejercicios experimentales ayudan y propician esos espacios en los cuales los estudiantes se pueden acercar a eso que hacen los científicos en el ámbito escolar.

- h) Aprender a través de la experiencia de todos los sistemas que integran el cuerpo humano.

P4.ES. 24: El cuerpo no es un soporte del cerebro, no es que el cuerpo cargue al cerebro el cuerpo y el cerebro hacen parte del cuerpo, si no, no tendríamos manos ni pies seríamos cerebros ambulantes, entonces cuando nosotros experimentamos algo utilizamos los sentidos las emociones eso ayuda a percibir de manera inteligente todo (...) estás haciendo un aprendizaje desde tus manos, estás oliendo (...) estás viendo, que es muy diferente a teorizarlo.

- i) Atender a los derechos de aprendizaje que les ofrece la normatividad a los estudiantes.

P5.ES. 7: Considero que las prácticas experimentales de biología son importantes y son necesarias dentro de un proceso de enseñanza y aprendizaje y además porque dentro de los derechos de aprendizaje

básicos que los estudiantes tienen propuestos desde el Ministerio de Educación si pienso que son necesarias.

Con lo anterior, se hace notar que no basta con llevar a la escuela las prácticas experimentales sin ningún sentido, pues como afirma Luna (2011) “es necesario que los profesores vayan más allá de las actividades prácticas comprobatorias de la teoría” (p.78). Es decir, estas deben estar cargadas de sentido para profesores y estudiantes con el fin de que como plantea Bizzo, citado en (Abou y Godoy, 2007) se amplíe y se mejore la forma en que se ha abordado el contenido de Biología en la escuela, entendiendo este no puede seguir siendo enseñado únicamente de manera expositiva, en tanto esto puede llevar a que los estudiantes no lo comprendan y se interesen cada vez menor por aprenderle.

8.2.2. Didáctica de las ciencias (biología)

En esta segunda categoría están integradas dos subcategorías, (Transposición didáctica y recontextualización del conocimiento y Las habilidades científicas en la escuela) con estas subcategorías se pretende dar continuidad a la categorías anterior, en tanto el desarrollo de las habilidades científicas es uno de los propósitos que intentan lograr los profesores de biología a través de las prácticas experimentales; además de que es gracias a la transposición y recontextualización del conocimiento que es posible llevar al contexto educativo un elemento como la experimentación que acompañado por elementos de corte educativo se logra integrar en la enseñanza y aprendizaje en este caso de la biología.

8.2.2.1. Transposición didáctica y recontextualización del conocimiento

En esta subcategoría se quiere reconocer el trabajo realizado por los profesores de Biología para poder integrar las prácticas experimentales en la escuela, este trabajo y los distintos argumentos de los profesores participantes dan cuenta de la transposición didáctica en palabras de Chevallard (1991) o recontextualización del conocimiento como lo menciona Granés y Caicedo (1997) como se desarrollará en las siguientes líneas.

Para comenzar, vale la pena mencionar que cuando se les preguntó a los profesores de Biología ¿cree usted que las prácticas experimentales de biología requieren algún tratamiento previo antes de llegar al contexto educativo?, reconocer que las prácticas experimentales que toman de los libros de texto y de los videos de circulación masiva deben ser modificadas y adecuada al contexto educativo, más sin embargo no reconocen el papel fundamental que como maestros tienen dentro de este proceso tanto así que uno de los profesores menciona “no habría necesidad de que hubiera un tratamiento previo de las prácticas científicas y pues incluso creo que eso lo hacen los libros de texto” **P2.ES.18** como si su labor como profesor consistiera únicamente en implementa en clase lo que otros preparan, además de que también menciona:

P2.ES.19: El tratamiento previo lo hace uno como maestro al observar las prácticas con respecto a una temática determinada (...) es ese proceso de esa mini transposición didáctica que uno le haría al ejercicio científico que uno observa en los videos o en el papel, para que los chicos lo puedan realizar y entiendan lo que están haciendo.

Aun así, cuando se les indaga por los elementos que tienen en cuenta a la hora de estructurar sus prácticas experimentales, despliegan toda una serie de argumentos entorno a lo que hacen para que sus estudiantes aprendan:

P3.ES.24: Yo miro, le meto otras variables o bueno se puede mirar tengo el experimento del libro de texto tal, entonces yo puedo hacerles modificaciones, (...) yo busco que me den ideas y después yo modifico las variables, (...) no tendría

como tal un parámetro de bueno tiene que tener tal seguimiento tiene que tener tales pasos si no pues yo busco que me den ideas y yo modifico las cosas de acuerdo a como esta mi contexto mi aula mi laboratorio y mis estudiantes.

P4.ES. 28: Como maestro puedes completar ese contenido que te apoya, el contenido no te puede hacer todo, tú tienes que trabajar como maestro en eso.

P5.ES. 11: En la clase se debe mirar y modificar ese conocimiento, se debe buscar qué es lo que sirve y qué es lo que no sirve.

La didáctica es todo aquello que me va a permitir a mí abrir la perspectiva del concepto en sí mismo y de su aplicación en diferentes ámbitos y eso lo logro desde la metodología de trabajo desde los instrumentos de trabajo y desde las concepciones que yo tenga de ciencia de mis estudiantes de didáctica incluso desde la biología. **P1.ES. 35**

En este sentido, es preciso volver sobre lo que Chevallard (1991) entiende como transposición didáctica, siendo este es un proceso en el que se transforma el saber sabio al saber objeto de enseñanza, en este caso la experimentación, aun cuando nace desde las ciencias toma un lugar en los procesos de enseñanza y aprendizaje concretamente de la biología, transformándose y tomando un nuevo sentido a través de su re significación en el contexto escolar para estudiantes y profesores; a partir de múltiples referentes pedagógicos, didácticos, y de nuevos objetivos, elementos conceptuales y metodológicos, y más aún desde la experiencias de los profesores que según Shulman (en Mellado 2011) es quien posee por su experiencia el conocimiento didáctico del contenido y gracias al cual se puede llegar como menciona Granés y Caicedo (1997) a situar y articular significativamente el conocimiento mediante procesos de selección y transformación. Claro está que como afirma Mellado (2011) esto estará influenciado por la formación inicial, los antecedentes escolares y la experiencia profesional que tenga cada profesor, además del conocimiento del contexto que este tenga.

Todo lo anterior, está evidenciado en cada apartado de este trabajo en que se tiene en cuenta la mirada de los profesores con respecto a las prácticas experimentales, por tal razón no queda otra cosa que decir que en definitiva la resignificación de la labor docente empieza por el reconocimiento propio de la importancia que puede tener dicho quehacer en los procesos de aprendizaje de los estudiantes y que la recontextualización del conocimiento solo la puede hacer aquel que conoce el contexto, es decir el profesor.

8.2.2.2. Las habilidades científicas en la escuela

A través de esta subcategoría se pretende reconocer algunas de las habilidades científicas que los profesores priorizan a la hora de llevar a cabo las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, además de dar cuenta de la importancia y prioridad que éstas pueden llegar a tener en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela.

Para comenzar, es preciso mencionar que los profesores que participaron en esta investigación reconocen que priorizan entre un cincuenta y un cien por ciento en el desarrollo de habilidades científicas sobre el aprendizaje de conocimientos científicos por diversas razones, ver tabla 6.

Tabla 6

Razones que dan los profesores de biología para procurar el desarrollo de habilidades científicas en la escuela.

Código de la unidad de registro que apoya la información	Razón de priorizar las H.C
P1.ES. 39.	Para generar un bienestar en la comunidad
P1.ES. 40 P4.ES. 33	Transponerlas a cualquier situación de la vida
P1.ES. 40 P4.ES. 32	El conocimiento científico viene después

P3.ES.26	Posibilita el aprendizaje colectivo
-----------------	-------------------------------------

Fuente: propia (2017)

P1.ES. 41: Desde mi experiencia docente yo priorizo el desarrollo de habilidades científicas.

P2.ES.22: No podríamos colocar en una balanza el conocimiento versus las habilidades científicas, creo que en ese sentido tendría que haber un balance, siempre tiene que haber un balance en el cual la habilidad científica representa un conocimiento adquirido y que el conocimiento que se tenga represente también el uso adecuado de las herramientas científicas y de las habilidades científicas, entonces sería más bien no uno más importante que el otro, sino más bien como un balance.

P3.ES. 27: Yo pensaría que adquirir habilidades científicas porque los conocimientos científicos están ahí, están en el libro están en la biblioteca y pues digamos que uno el concepto como tal, el acercamiento que uno tiene es diferente a las habilidades que uno puede desarrollar, pensaría que es mucho más importante en la vida de un científico desarrollar esas habilidades o en una persona, desarrollar esas habilidades que tener ese conocimiento ahí.

P4.ES. 31: Desarrollar habilidades científicas porque (...) si tú te interesas más por los conceptos, prácticamente te vuelves una biblioteca.

P4.ES. 32: Cuando tú desarrollas habilidades científicas te llenas de curiosidad y eso finalmente tarde que temprano te va a llevar a los conceptos científicos.

Se puede decir que las razones anteriores de una u otra manera coinciden con los motivos que resaltan diversos países para la alfabetización científica a toda la población, que según Gil y Vilches (2006) y Meinardi (2010) tienen que ver con la necesidad de toma de decisiones en la vida cotidiana y según Reyes y García (como se citó en Reyes y García, 2014):

La adquisición progresiva de las habilidades científicas está enfocada hacia la alfabetización científica que corresponde a la capacidad de aplicar en su ambiente cotidiano los conocimientos y las habilidades que les permitan tomar decisiones informadas y que afectan su entorno familiar y su comunidad. (p.275).

Con lo que vale la pena preguntar ¿Desde dónde ha migrado ese interés por desarrollar habilidades científicas para la vida que tanto priorizan los profesores de biología y quizá de las demás ciencias que se enseñan en la escuela?, ¿será que el aprender habilidades científicas garantiza la toma de decisiones en la vida cotidiana?, ¿será que esas habilidades científicas son las que realmente quieren y necesitan aprender los estudiantes? Todas estas preguntas aun cuando no es el objetivo de este trabajo si vale la pena tenerlas en cuenta para futuros procesos de investigación pues, aun con los argumentos de los profesores, de la coincidencia entre ciertas habilidades científicas enunciadas por el ministerio de educación, los referentes teóricos y los profesores de biología participantes de esta investigación, sobresalen otro tipo de habilidades que a pesar de ser necesarias en el ámbito de las ciencias, no se podría decir que sean exclusivamente de estas.

Ahora bien, entrando en materia de comparación y análisis de las habilidades científicas que propone el Ministerio de educación (2004) (explorar, analizar, observar, recoger, organizar y evaluar información además de compartir los resultados) con las que recogen los referentes tenidos en cuenta en este trabajo, argumentación (examinar, interpretar, analizar, formular preguntas; indagación (inferir, comparar, reflexionar, relacionar, justificar, y las que proponen los profesores de biología participantes de esta investigación, se encuentran bastantes coincidencias, ver anexo 13.

En la tabla 7, se representan de manera resumida algunas coincidencias entre las

habilidades científicas que enuncian los diferentes referentes que se tuvieron en cuenta en esta investigación. Como se puede observar en esta tabla 7, en el ámbito educativo predomina la observación, algo que de una u otra manera coincide con la asignación que se les da a las prácticas experimentales, (tipo receta de corroboración), para lo cual el estudiante solo debe observar, y no precisamente siendo un buen observador. Otra habilidad que predomina en los tres referentes es el análisis, y que básicamente se orienta a que el estudiante analice sobre el procedimiento, paso a paso, receta que está llevando a cabo, no con el sentido de dar cuenta de lo que sucedería si altera las variables, sino en el papel de responder a ciertos cuestionamientos preestablecidos, como se puede observar en los libros de texto, cuestionamiento a los que se puede encontrar respuesta en internet sin mayor dificultad. Seguido de las que predominan en todos los referentes, están las que tienen coincidencia solo en dos o tres referentes, como es el caso de registrar, recoger y organizar datos o información, plantear hipótesis, seguir el paso a paso o la metodología preestablecida y compartir los resultados. Todas estas habilidades, responden a la forma en que se ha pretendido enseñar la ciencia en la escuela a lo largo de la historia, (plantear una hipótesis, llevar a cabo un “experimento”, anotar los resultados, responder preguntas preestablecidas de lo que se observó y del porqué de lo sucedido, y por ultimo realizar el informe que recoge todo lo que se hizo). En este sentido el estudiante hace el papel del que sigue las indicaciones preestablecidas tratando de que todo salga como se espera; Algo que en gran medida se diría es ajeno a los seres humanos, en tanto el cuerpo al está constituido por múltiples sistemas es capaz de realizar variadas actividades al mismo tiempo, tal es el caso que mientras se está llevando a cabo la práctica experimental se están haciendo inferencias, preguntas, se intenta dar un sinnúmero de respuestas, es todo un proceso que se ve coartado por la manera lineal de entender las prácticas experimentales y dentro de esta manera lineal, entender las habilidades científicas como

u paso a paso que se debe aprender y perfeccionar para presentar una serie de resultado que el palabras de Hacking (1996) lo que se logra es agotar lo que es realmente importante en a la hora de experimentar.

Por ultimo aparecen las habilidades científicas que como ya se dijo anteriormente no se cree que correspondan netamente al ámbito científico, sino que hacen parte de muchos otros espacios de aprendizaje de los estudiantes, pero que además son necesarias en las ciencias, (Tomar decisiones, estructurar complejidades, discusión, curiosidad, creatividad, formular preguntas, reflexionar). En este sentido ¿Qué habilidades científicas son las que se deben priorizar en la escuela y bajo qué argumentos se puede realizar dicha priorización?, vale la pena proponer de igual manera que esta priorización sea negociada con los estudiantes pues se les debe dejar de ver como agentes pasivos de su proceso de aprendizaje.

Tabla 7:

Habilidades científicas referidas en las fuentes abordadas en esta investigación

No.	Habilidad científica	Fuentes de información			
		Licenciados en biología	M.E.N	Referentes teóricos	Libros de texto
1	Observar	1	1	1	1
2	Contrastar	1	0	1	0
3	Medir	1	0	0	0
4	Organizar información	1	1	0	0
5	Tomar decisiones	1	0	0	0
6	Analizar	1	1	1	1
7	Plantear hipótesis	1	0	0	1
8	Controlar variables	1	0	0	0
9	Registrar datos	1	0	0	1
10	Estructurar complejidades	1	0	0	0
11	Seguir metodologías	1	0	0	0
12	Discusión	1	0	0	0
13	Indagación	1	0	0	0
14	Curiosidad	1	0	0	0
15	Creatividad	1	0	0	0
16	Interpretación	1	0	1	0
17	Explorar	0	1	0	0
18	Presentar resultados	0	1	0	1

19	Examinar	0	0	1	0
20	Formular preguntas	0	0	1	0
21	Inferir	0	0	1	0
22	Reflexionar	0	0	1	0
23	Relacionar	0	0	1	1
24	Justificar	0	0	1	1
25	Argumentar	0	0	1	0
26	Utilizar	0	0	0	1

Habilidades científicas encontradas en las diferentes fuentes que se abordaron en esta investigación. Siendo uno (1), si la fuente hace referencia a la habilidad científica y cero (0), si la fuente no hace referencia a la habilidad científica.

Fuente: Propia (2017)

Con todo lo anterior, se puede decir sin mayor dificultad que el desarrollo de habilidades debe ser llevado a cabo de manera menos procedimental para abrir el paso al verdadero desarrollo de habilidades que se puedan transponer a la vida cotidiana como lo esperan las entidades educativas.

8.2.3. Medios y recursos didácticos en la Enseñanza de la Biología

Como ya se hizo notar en las categorías de análisis, esta categoría corresponde con los medios y recursos que se integran en la enseñanza de la biología para tomar como referentes algunas de las “prácticas experimentales” que allí aparecen, en este sentido, se abren dos subcategorías que dan cuenta de las estructuras metodológicas que guían las prácticas experimentales que allí se desarrollan, (“prácticas experimentales de biología” en medios y recursos) y de lo que los profesores de biología hacen con estas prácticas experimentales que toman de esos medios y recursos, (Medios y mediación).

8.2.3.1. “Prácticas experimentales de biología” en medios y recursos

Por la claridad que se quiere hacer en esta categoría frente las características conceptuales y metodológicas que presentan las prácticas experimentales integradas en los medios didácticos, (libros de texto) y recursos didácticos, (videos de circulación masiva) que en algunos casos también pueden ser medios didácticos, se cree que la mejor forma de lograrlo es presentando un análisis separado de cada uno de estos para luego realizar un análisis conjunto.

8.2.3.1.1. En el caso de los libros de texto

Es necesario recordar que los profesores analizaron una la metodología propuesta en uno de los libros de texto para identificar en esta algunas ventajas y desventajas frente a lo que cada uno considera debe tener conceptual y metodológicamente hablando una práctica experimental. También vale la pena mencionar que solo fue analizada una metodología en tanto esa misma era implementada en los diferentes textos de ciencias de cada curso de la misma editorial, además de esta coincide en diversos apartados con las metodologías propuestas por las otras editoriales, como se puede observar en la tabla 8, “propuesta metodológica de los libros de texto”. Esta situación también fue estudiada por Mordeglia, y Dumrauf (2007), quienes afirman desde el punto de vista epistemológico, que el hecho de no variar la estructura en términos de materiales, pasos, objetivos, entre otros, puede llevar a una representación única del proceso experimental, mostrando una concepción empirista de la construcción del conocimiento científico, algo que sin duda representa un problema para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias más aun cuando según Chamizo (2014) “la mayoría de los profesores en todo el mundo utilizan los libros de texto como la principal (y a veces la única) fuente de información” (p.96).

Tabla 8

Estructura metodológica de los trabajos prácticos de los libros de texto de las editoriales Santillana, Sm y Norma.

Texto/ Curso	Estructura de las prácticas						
	Editorial Norma: laboratorio						
Avanza ciencias Sexto	Responder una pregunta inicial		(Utiliza) -Materiales	Aplica -Procedimiento paso a paso -Registro del proceso	Analiza y explica -Responder preguntas preestablecidas		
Avanza ciencias Séptimo Octavo Noveno	Responder una pregunta inicial	Generar una hipótesis	(Utiliza) -Materiales	Aplica -Procedimiento paso a paso -Registro del proceso	Analiza y explica -Responder preguntas preestablecidas		
proyecto o Sé ciencias sexto	Sm trabajo de laboratorio						
	Problema Pregunta	Experiencia . Lo que se va a hacer.	Procedimiento . Paso a paso	Resultados	análisis y conclusión Resolución de preguntas.		
aplica ciencias	Problema	Hipótesis	materiales	procedimiento paso a paso	Registra tus observaciones	Relaciona	Usa el conocimiento

séptimo, octavo, noven								
saberes ciencias	Santillana: laboratorio/salida de campo							
sexto y noven	introducción al tema	Materiales	metodología de trabajo (cantidad de integrantes)	tipo (laboratorio/salida de campo)	Duración	procedimiento o paso a paso manejo de variables	responder preguntas preestablecidas	Sistematización
camino del saber ciencias séptimo y octavo	Objetivos	conceptos clave	materiales	metodología de trabajo cantidad de integrantes	pregunta problematizadora	procedimiento o paso a paso plantear hipótesis	responder preestablecidas	Sistematización

Fuente propia (2017)

Además de lo antes mencionado, también se observa que los más de 150 trabajos prácticos propuestos por estas editoriales, ya sea “práctica experimental”, “salida de campo”, “práctica de laboratorio”, “práctica de lápiz y papel” u otro, son encasillados bajo la misma metodología, y en el caso de las editoriales Norma y Sm todos estos son referidos como trabajos de laboratorio, aun cuando no todos cumplen con las características de dicho trabajo práctico. También se evidencia que debido a la forma en que están estructurados dichos trabajos prácticos, la participación del estudiante se ve limitada en tanto se le dice qué hacer, cómo hacerlo, que observar y qué responder. Algo de lo que Mordeglia, Cordero, y Dumrauf, (2007) ya habían mencionado, afirmando que en los libros de texto se direcciona al alumno a responder a problemas y procedimientos preestablecidos.

Su estructura no varía mucho entre estos, (materiales, pasos, objetivos), lo que, desde el punto de vista epistemológico, puede llevar a una representación única del proceso experimental, mostrando una concepción empirista de la construcción del conocimiento científico.

En este sentido las propuestas de los libros de texto en gran medida no corresponden con lo que desde la enseñanza de la biología se han propuesto como trabajos prácticos, salidas de campo, prácticas de laboratorio o prácticas experimentales y en muchos casos tampoco corresponden con las necesidades de los contextos escolares que pretenden atender como es mencionado por los profesores de biología participantes de esta investigación.

Los Profesores: [Refiriéndose a desventajas del libro de texto]

P1.TII. 48: El desarrollo metodológico propuesto es superficial.

P3.TII. 38: Las instrucciones no son claras (la pregunta no es adecuada, el experimento no da respuesta a la pregunta).

P4.TII.44: Impersonal, poco llamativa, difícil de replicar debido a los cuidados que hay que tener.

P5.TII. 18: El estudiante lo puede tomar como algo aburrido.

P5.TII. 19: El desarrollo del contenido esta dado en cuatro pasos, sin embargo, se pueden emplear más.

8.2.3.1.2 El caso de los Videos

Ahora bien, en el caso de los videos de YouTube que fueron tenidos en cuenta para este trabajo de investigación se caracterizan por ofrecer al público “experimentos de biología”, además de tener una gran cantidad de visualizaciones; tal es el caso que muchos de los videos que aquí aparecen referenciados, en el momento de la primera revisión contenían cientos de visualizaciones, y para el momento en que se realiza el análisis de los resultados obtenidos en este trabajo, muchos casi que han duplicado y triplicado dichas visualizaciones, debido a que como mencionan (Ojeda y Perales, 2011). las tecnologías de la comunicación y la información han empezado a tener una gran influencia en la sociedad desde hace varios años, aun así, es necesario ser conscientes y reconocer que no todo el contenido que se aloja en este canal tiene la suficiente rigurosidad y fiabilidad como para integrales en el los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, más aun cuando según Cabrero (citado en Navarro, 2013) no todos los videos han sido diseñados con el propósito de propiciar el aprendizaje de contenidos y el desarrollo de habilidades.

P1.ES. 46: Hay personas que hacen sus experimentos y los cuelgan en un portal de YouTube y digamos que no miden causa ni efectos a nivel de procesos de modelización, de procesos de enseñanza aprendizaje, sino que los cuelgan como muy sueltos, yo si siento que los experimentos deben estar ligados a ambientes de aprendizaje y que se respeten los momentos en los cuales yo presento esa estrategia experimental a un estudiante.

Se puede decir que quizá el éxito de visualizaciones de estos videos tenga que ver en gran medida con que YouTube es un medio de comunicación audiovisual, tipo canal, de acceso público, sin costo y de variado contenido mundial, para el cual solo basta con tener acceso a internet, algo que lleva a entender la razón de su amplia distribución.

Sumado a lo anterior, y ya en términos educativos hablando, los cinco profesores referenciaron este canal como una de las fuentes por las cuales pueden acceder a “experimentos” que posteriormente realizan en sus clases de biología.

P2.ES.23: La principal fuente, de la red, y pues uno siempre acude, digamos a la fuente principal de videos que es YouTube, siendo sinceros.

P4.ES.39: Busco videos, (...) afortunadamente puedo colocar YouTube en clase obviamente no así buscarlos en clase sino previamente.

P5.ES. 15: En su gran mayoría de internet, puede ser de YouTube o puede ser por ejemplo he visto algunos estudiantes que buscan por ejemplo videos que son de NATGEO, de páginas ya más especializadas en ciencia o cosas así pero generalmente de YouTube.

También es cierto que YouTube se ha posicionado como una de las principales fuentes para acceder a videos gracias a que existen diferentes entidades como

universidades, y profesionales como médicos, profesores, biólogos, entre otros que se han desplazado a este canal para compartir el conocimiento que poseen, claro está que no toda la información y videos que este canal alberga tiene las condiciones necesarias como para ser integradas en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela.

[Refiriéndose a desventajas del video]

P1.TII. 56: El marco conceptual para exponer explicaciones al diseño carece de elementos en torno al lenguaje científico.

P2.TII.29: [En caso de que este solo se me muestre al estudiante] El estudiante no realiza experimentación.

P3.TII. 39: No hay una introducción al tema del experimento.

P4.TII.43: Falta de contexto, quizá obvie muchos temas de interés.

8.2.3.1.3. Los videos de YouTube Vs los libros de texto

Pasando a un análisis conjunto se tiene dos extremos, por un lado, los libros de texto direccionan a los estudiantes y profesores a través de una única metodología sin importar el tipo de trabajo práctico o el contexto; por lo general esta va a ser el “método científico”. Por otro lado, están los videos de YouTube, que por lo general carece de una metodología orientadora, básicamente se trata de presentar unos pasos a seguir. Entonces ¿por qué se emplean en la enseñanza de la biología las “prácticas experimentales” y “experimentos” contenidos allí?

[Refiriéndose a Ventajas del video]

P1.TII. 54 “El objeto de estudio se sustenta a partir de un experimento”.

P4.TII.45: Llamativa, creativa y sencilla de replicar (...) puede complementar el ejercicio de la enseñanza.

P4.TII.42: Práctico, sencillo, puntual e incluso contundente.

P3.TII.41: Muestra cada paso a desarrollar visiblemente, posibilita una mayor interacción para explicar.

P2.TII. 27: El recurso visual muestra el experimento hecho en términos más largos de tiempo (...) pero mostrado en forma más abreviada.

P1.TII.58: Incentiva la aplicación del diseño experimental por medio de un paso a paso inicial.

Volviendo en lo que dice Giraldo (2016) de la forma en que se concibe la actividad experimental en la enseñanza de la biología para analizar las afirmaciones anteriores, se puede encontrar como es instrumentalizado el video con el fin de promover la visión demostrativa de la experimentación en tanto lo que se rescata del video es que permite replicar, abreviar y mostrar el paso a paso del “experimento, algo que en gran medida no es culpa del profesor, pues como se afirma desde la didáctica de las ciencias, los contenidos de enseñanza son tantos que apenas si se alcanzan a enunciar en cada clase y peor aún llevan como afirma (1993) a mostrar la ciencia como un proceso de acumulación de descubrimientos y experimentos.

8.2.3.2. Medios y mediación

Partiendo desde la afirmación de Barbero (2014), de que la mediación es lo que hay entre, no de un lado ni del otro, en esta subcategoría no se hace énfasis en los medios ni recursos y mucho menos en la situación de la escuela frente a las problemáticas que enfrenta cuando de prácticas experimentales se trata. Clarificado esto, en esta subcategoría se pretende ver desde la postura de Barbero (2014) lo que la escuela está haciendo con las “prácticas experimentales de biología” que se hayan en los medios y recursos, y a su vez lo que estas prácticas allí encontradas están haciendo en la escuela en la enseñanza y aprendizaje de la biología, algo que en gran medida se ha mencionado a lo largo de los apartados que integran los análisis de resultados.

En términos generales se encuentra que los profesores se preocupan porque los estudiantes aprendan, para lo cual recurren a diferentes medios y recursos, de los cuales extraen información, trabajos prácticos, siendo internet una de las mayores fuentes, involucrando gran cantidad de sitios web, en lo posible refieren ellos sitios donde la información sea “confiable”

P4.ES. 52: Si uno aborda el mismo tema a partir de varias aristas en recursos y habilidades científicas tú vas a tener una riqueza bien interesante que eso además va a ayudar a que el estudiante como que coja más el conocimiento.

También reconocen que internet es una plataforma diversa de la cual es posible obtener cualquier cantidad de información, por lo que es responsabilidad del profesor dentro del contexto educativo seleccionar las mejores rutas de acceso las diversas fuentes de información.

P4.ES.58: Internet es una plataforma libre y en esa perspectiva cualquier persona puede subir lo que quiera, como quiera y donde quiera, en ese sentido el maestro tiene que ser un cazador, un maestro no puede escoger cualquier cosa que se le ocurra o cualquier cosa que ve de primeras, no, un maestro tiene que ser un cazador tiene que saber qué es lo que va a coger, como lo va a coger, por qué lo va a coger y de qué manera lo va a usar, eso depende del maestro.

P5.ES. 24: Hoy en día con las redes sociales, por televisión, ellos pueden acceder muy fácilmente a la información, la situación es cómo explicarla en el aula,(...) cómo hacer para que el maestro oriente eso que ellos están haciendo porque (...) entonces ven un video y en el video muestran algo pero resulta que van y miran el libro y en el libro hay otra cosa y el maestro les dice otra cosa entonces hay que medir muy bien esa situación mirar a ver realmente cual es la verdad científica y que es lo que realmente les aporta a ellos y qué realmente es cierto de todo lo que se está investigando.

Además de que es el profesor el que orienta a los estudiantes frente al uso que hacen de dichos medios y recursos.

P1.ES. 71: Los chicos tienen sus computadores en el salón de clases y yo les doy la autonomía para que ellos bajo su interés y bajo todo el plan que se inicia en la metodología ellos elijan y seleccionen un experimento que esté por ejemplo en internet, en cualquier página, entonces normalmente yo miro que sea indexada, que sea de un grupo de una universidad, que esté validado, miro muy bien el proceso, los materiales, la bioseguridad que le exponga al estudiante, que en verdad pueda contrastarse y transponerse con ese conocimiento que en ese momento yo intento acercar.

En gran medida este trabajo de mediación que realizan los profesores, lo proponen como una forma de estar acorde con el momento histórico que están viviendo las generaciones actuales donde la tecnología ha ido ocupando diversos espacios de la vida social y más aún cuando Barbero afirma que los procesos de transformación aun cuando

no inician con los medios, si están influenciados por estos, a lo cual los profesores intentan constantemente hacer un puente de comunicación entre medios y escuela, entendiendo todo lo que esta integra.

P4.ES.60: Si nosotros no generamos un canal de comunicación con ellos, pues va a ser muy difícil tratarlos como si fueran de nuestra generación, tenemos que generar un canal de comunicación, precisamente para compartir todas esas experiencias que ellos nos pueden dar y que nosotros podemos darles.

P4.ES.61: El tema de la tecnología tiene que estar de la mano de los maestros y yo en las aulas no veo eso, al menos en las de colegio público no y puedo decir que si he estado en varios, sé que en los colegios públicos no hay de otra que tablero y de pronto salir.

Claro está que no siempre se logra generar un puente de comunicación porque muchas veces los profesores por diversas razones no están tan cercanos a ciertos medios y recursos, lo que hace que hay una discontinuidad de relaciones, intereses y formas de relacionarse entre profesores y estudiantes.

P4.ES. 62: Siento que estamos atrasados porque las generaciones actuales están predispuestas a lo tecnológico, a lo visual (...) hace falta más filin, porque sí hay un canal que se interrumpe ahí y tiene que haber una conexión, una comunicación, y tiene que ser asertiva.

8.2.4. LA IMAGEN EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

En esta categoría se pretende dar cuenta de la forma en que la imagen está siendo asumida en la construcción del conocimiento, si es que es asumida como parte de la construcción de este y los elementos que juegan en la forma en que estas son asumidas por los

profesores de biología, algo que se pretende dar cuenta a partir de las dos subcategorías asociadas.

8.2.4.1. **La imagen en la construcción del conocimiento biológico**

En los argumentos de los profesores se puede detectar una forma de entender la imagen de manera instrumental en tanto acompaña, clarifica, o ayuda a entender mejor la teoría, siendo una forma de acompañar la enseñanza de la biología que, según ellos representativamente visual, de tal manera que la imagen para ellos no es una forma de construir conocimiento.

P1.ES. 82: Una imagen es algo que ya está hecho, que adquiere un significado incluso de acuerdo a la interpretación que cada persona le dé.

Tomando como referencia a Mitchell (2009) que se refiere a la imagen como

Un complejo juego entre la visualidad, los aparatos, las instituciones los discursos, los cuerpos y la figuralidad. Es ese descubrimiento de que la actividad del espectador (la visión, la mirada, el vistazo, las prácticas de observación vigilancia y placer visual) pueden constituir un problema tan profundo como las varias formas de lectura. (p. 23)

Y agregando el elemento de la imaginación que menciona Águila (2007) en tanto la imagen también corresponde con un tipo de actividad cerebral, vale la pena referenciar la manera en que la imagen, lo visual, los medios y recursos son desvinculados como si se tratara de elementos totalmente diferentes, algo que de una u otra forma puede llevar a

que la imagen no sea reconocida como una forma de construir conocimiento.

8.2.4.2. La imagen en las prácticas experimentales de biología en la escuela

Esta categoría da cuenta de una forma diferencial y excluyente de entender la imagen por parte de los profesores, una tiene que ver con lo visual, como aquello que se percibe a través de los ojos y la imagen como algo estático reelaborado que acompaña.

P2.ES.34: La imagen es una palabra un poquito ambigua y si nos referimos a la imagen entendido por lo visual, pues el papel es importantísimo, como ya lo había dicho es muy difícil explicar algo que hay en el papel y que solo esté en letras.

1) En el primer caso, se habla de lo visual y a su vez se tienen dos perspectivas.

a) por un lado, esta lo visual como aquello que el estudiante vivencia y observa:

P1.ES. 87: En una práctica experimental ya es diferente porque es que ya es vivencial, el estudiante está reconociendo desde los instrumentos de trabajo hasta las cantidades, hasta las variables que él debe controlar, como lo hace, es algo más objetivo, dentro del desarrollo de habilidades científicas, para mí es importantísimo, es fundamental.

P2.ES.37: De ahí la importancia de las prácticas experimentales, porque las prácticas experimentales en términos de la imagen son totalmente visuales, le permiten al estudiante ver, observar, que con sus propios ojos describan lo que sucede, con sus propios ojos vean lo que sucede que eso que uno explica en un lenguaje coloquial no es puro cuento si no que ellos tengan la posibilidad de realizar contrastaciones a las preguntas, a las hipótesis y la información que ellos encuentran con respecto a los fenómenos naturales.

b) Por otro lado, el recurso o medio como aquello pre elaborado en formato visual y audio

visual, que a su vez también es entendido como aquello que acompaña o complementa.

P3.ES.52: Yo creo que juega un papel muy importante porque hay posibilidades de que los estudiantes puedan ver un video o algo así antes de llevarlos al laboratorio.

2) En el segundo caso en que la imagen es entendida como algo estático y pre elaborado se cree que esta adquiere sentido en tanto acompañe un tipo de información para hacerla visible y clarificarla.

P3.ES.54: Una imagen dentro del formato del laboratorio pues verían que ah bueno tiene que quedar así entonces van y siguen las instrucciones como que más fácil, ellos son como que más visuales que de leer ellos funcionan más viendo que leyendo.

Desde esta perspectiva la imagen tiene diferentes roles utilitaristas:

- Es una forma d hacer llamativo un contenido escrito.
- Es una forma de clarificar un proceso
- Es una forma de representar contenidos

Solo un profesor la refiere la imagen como la práctica experimental en sí. Saca la imagen de la zona de utilidad para ser entendida como una forma de hacer conocimiento en tanto la práctica experimental ya requiere y genera unas formas de conocimiento distinta.

P4.ES.74: no podría haber práctica experimental sin la imagen, es que la imagen lo es todo porque es que la práctica experimental de por sí ya genera una imagen.

En resumen, la imagen y lo visual son dos cosas distintas y en eso radica su papel tanto dentro de las prácticas experimentales como en la construcción del conocimiento biológico en la escuela.

9. CONCLUSIONES

Definitivamente una de las características más relevantes de este trabajo es que se encuentra que los cinco licenciados en biología aun cuando no lo piensen así y aun cuando intentan apearse a metodologías científicas, responden a metodologías de enseñanza, pues cuando realizan las prácticas experimentales no están pensando en refutar teorías o leyes o producir conocimiento científico, sino que están pensando en enseñar la biología, que los estudiantes la puedan aprender y desarrollen habilidades que les contribuyan en el modo de vida que escojan. Además de que no piensan solo en el desarrollo de habilidades, sino que también pretenden que sus estudiantes vivencien, se diviertan, desarrollen otro tipo de habilidades que no son únicamente de tipo científico, esto difiere de la manera en que habitualmente se enseñan ciencias y por lo cual se debe dejar de lado el pensamiento de que las prácticas experimentales son una receta que debe salir bien.

En la revisión de las prácticas se encuentra que la mayoría tienen que ver con procesos fisiológicos de las plantas, y aunque dichos procesos también se llevan a cabo en animales, son presentados únicamente a través de prácticas que involucran plantas, en muy pocos casos aparecen prácticas que involucren hongos, bacterias o animales, lo que hace pensar que existe algún limitante para que la Enseñanza de la Biología a partir de prácticas no involucre otros organismos.

En varios de los trabajos de investigación encontrados no hay claridad frente a la temática abordada, porque se habla de experimento y práctica experimental indistintamente, sin especificar a lo que se hace referencia; hablan de lo importante que

estas son, pero no dicen que las caracteriza, que las compone o que la diferencia de otro tipo de trabajos prácticos.

La práctica experimental en el ámbito educativo se puede entender como la transposición didáctica de la experimentación científica, en tanto aunque esté mediando la experimentación, existen muchos elementos que cambian o se transforman drásticamente cuando del contexto educativo se trata, uno de los ejemplos más claros son los fines a los que responde la experimentación científica y la experimentación escolar, pues mientras uno se piensa como un proceso a través del cual se contrastan teorías o se refutan conocimientos establecidos de manera “errónea”; en el ámbito educativo se tienen fines de enseñanza, aprendizaje y construcción del conocimiento escolar.

Aunque se hable de prácticas experimentales, trabajo experimental o experimentación, cada profesor tiene una manera diferente de abordarle, por lo que pretender encontrar una forma estandarizada de dichas prácticas es algo reduccionista en términos educativos, pues como ya se ha visto, en la construcción del conocimiento didáctico del profesor están en juego diversos elementos que lo caracterizan tales como el contexto, los conocimientos previos y saberes de los estudiantes, entre otros.

Es de destacar que, a diferencia de los libros de texto y los videos, los profesores defienden la amplia participación de los estudiantes en las prácticas experimentales, y aunque no se refieran a las habilidades científicas una por una, si mencionan la necesidad del planteamiento de preguntas por parte de los estudiantes, la socialización grupal y otras experiencias que propician el desarrollo de habilidades científicas.

Otro elemento importante que se plantea en este trabajo desde la revisión documental es la historia de la biología, que, aunque en el taller aparecía concreto como “la historia de la biología, los profesores le asignaron nombres como saberes y contexto, que por un lado son cosas totalmente diferentes y no dicen nada por si solas, pues contextos y saberes existen muchos, y son tan solo uno de los elementos que constituyen la historia de la biología. Específicamente se está hablando de historia de la biología, un elemento que si bien se ha enmarcado en unos contextos particulares, se ha constituido como una forma de conocimiento que requiere un tratamiento diferente a la reducción a fechas y “descubrimientos”, pues esta manera de abordarla puede ser una de las dificultades a la hora de enseñar y aprender ciencias, pues pareciese que la actividad científica es algo imposible de hacer y está destinada a grupos específicos como si la ciencia por si sola tuviese propósitos excluyentes, algo que históricamente da evidencias de no ser así.

Algo fundamental también es que los maestros reconozcan y validen sus conocimientos didácticos y transposición didáctica pues algunos afirman que solo hacen una pequeña transposición didáctica o que en los libros de texto es en donde se hace la transposición didáctica, aun afirmando esto, reconocen que los libros de texto presentan varias falencias a la hora de abordar las prácticas experimentales, por lo que es urgente que los profesores estén en constante reflexión sobre su profesión, con el fin de que no se auto invaliden ante un libro de texto, video u otro, pues si bien ofrecen alternativas de enseñanza, son los profesores quienes las deben evaluar, validar, y reestructurar, pues son ellos quienes están en el día a día de las clases y sus estudiantes.

Por otro lado es de reconocer que aunque los recursos y medios didácticos brinden diversas alternativas en el ámbito educativo, es preciso saberlos abordar en clase, pues

muchos son insuficientes por si solos y necesitan el acompañamiento de otros medios, recursos, de la orientación del profesor y la participación activa de los estudiantes, pues por muy bien elaborados y pensados que estén los medios y recursos, estos por si solos no garantizan el aprendizaje, por la misma amplitud y diversidad del contexto educativo.

Algo también importante y que puede representar un elemento valioso al momento de superar dificultades de infraestructura, instrumentos, materiales, entre otros tiene que ver con la distinción entre los trabajos prácticos, pues como ya se ha dicho, los instrumentos son entendidos como tal en tanto se les asigne determinada función, las prácticas experimentales y otros trabajos prácticos aunque sí necesitan de un manejo y precauciones específicas, no siempre necesitan de un laboratorio, y muchas se pueden llevar a cabo con recursos cotidianos. Algo con lo que no se pretende excusar la falta de adecuación y recursos que presentan algunas instituciones educativas y que han tenido serias repercusiones en la enseñanza y el aprendizaje en general.

Como afirman los cinco profesores, las prácticas experimentales deben ser seleccionadas bajo ciertos criterios y uno de estos es la disponibilidad de recursos para elaborarla, por lo que es necesario que, en lugar de omitir su aparición en las clases por condiciones desfavorables, es necesario que se busquen y analicen las que son pertinentes a cada contexto.

Lo que no se puede concluir en este trabajo y por lo que se vio en el trabajo de Giraldo (2016), es el momento en que deben aparecer las prácticas experimentales en la enseñanza pues son los profesores quienes evalúan cuando están o no preparados sus estudiantes para abordar prácticas experimentales en la enseñanza.

Cabe destacar que para algunos profesores las practicas experimentales deben tener la misma importancia que la enseñanza conceptual, pues muchos afirman debe existir un balance, entre estos dos elementos de la enseñanza; en este sentido, más una igualdad en términos de las prácticas experimentales, diría yo debe existir una armonía entre lo conceptual y lo práctico de la biología.

Uno de los problemas es la forma como se entiende a la imagen pues cuando se pregunta por la imagen se piensa todavía como algo estático, como una representación, no entendida como algo dinámico que incluye lo visual, las representaciones de imágenes mentales y por ende se desvaloriza su importancia en la construcción del conocimiento, entonces se separa la imagen de lo visual y lo mental, de los sentidos y del conocimiento, ubicándola únicamente en la visión que se tenía antes del siglo XVII como una representación fidedigna de algo que se pretende representar, pero cuando se refiere a lo visual, se empieza a hablar de toda la importancia que esto tiene en el aprendizaje como si se tratara de algo totalmente diferente y sin conexión,

Las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología pueden aparecer en cualquier momento de la clase y esto tiene que ver con los objetivos que se quieran alcanzar, lo que realmente cuenta es lograr que el estudiante llegue a construir sus propios argumentos frente a la ciencia, basándose en la actividad científica escolar de la que ha empezado a hacer parte.

El desarrollo de la practica experimental está orientado por el rol de los estudiantes y profesores, el posicionamiento pedagógico y didáctico que tenga el profesor, la visión de ciencia que este tenga y quiera abordar, la participación, los objetivos, el contexto

educativo y muchos otros elementos que pueden o no contribuir a la enseñanza y aprendizaje de la biología.

En el trabajo de puentes (2008) merece la pena incluir las prácticas experimentales en la subcategoría tipo de actividad, incluida en la categoría naturaleza de los trabajos prácticos, pues no basta con decir que los experimentos se hacen de manera demostrativa o que se incluyen dentro de los trabajos de laboratorio pues como lo afirma Hacking (1996), el experimento tiene vida propia. Por lo que en la escuela esa vida propia debe ser tomada en cuenta y abordada como corresponde, bajo una preparación acorde con el contexto educativo y bajo unos objetivos concretos según el maestro y los estudiantes que se integren en estas prácticas experimentales.

Cuando se indaga a los cinco licenciados en biología maestros por las prácticas experimentales, de inmediato lo asocian con el laboratorio como espacio, y por ende con los instrumentos y reactivos que allí se encuentran para desarrollar experimentos, observaciones, o cualquier trabajo práctico, algo que de una u otra manera genera dificultades a la hora de llevar a cabo las prácticas experimentales u otros trabajos prácticos, pues manifiestas no contar con tiempo, espacio, materiales, reactivos, además de la dificultad de manejar los grupos al trasladarlos al laboratorio. Con respecto a esto vale la pena aclarar que no todo trabajo práctico implica su realización en el laboratorio, además de que tampoco debe implicar instrumentos y reactivos a los cuales no se tiene acceso, pues las prácticas experimentales y en general los trabajos prácticos son los que se deben adecuar a las condiciones del contexto escolar en el que se lleven a cabo y no los contextos a los requerimientos de las prácticas experimentales o cualquier otro trabajo práctico. Además de esto con la diversidad de prácticas experimentales que circulan

libremente en los sitios web, y libros de texto, el maestro tiene una gran oferta de prácticas experimentales que, aunque requieren un tratamiento previo por su parte, existen muchas que no requieren más que instrumentos, reactivos y tiempos exequibles, manejables y adecuables a cualquier contexto escolar.

La enseñanza de las ciencias se está volcando más hacia un juego de palabras en el que se pretende que los estudiantes hagan lo que hace los científicos, pero a la hora de hacer lo que hacen los científicos, no se les deja hacer eso que hacen los científicos, porque se siguen recetas que deben “salir bien” y no hay espacio para la diferencia, lo inesperado, el análisis, las preguntas, los “errores” y tantas otras cosas que suceden en la ciencia, pues se espera que a la hora de hacer ciencia en la escuela todo suceda como se espera, de no ser así, “salió mal”, entonces, partiendo de que los estudiantes no llegan a hacer todo lo que un científico hace, es cuestionable el hecho de pretender decir que sí lo puede hacer aun cuando en la realidad se le cohibe de hacerlo y no se le prepara para hacerlo.

La metodología que oriento este trabajo de grado posibilito el análisis de las construcciones que hacen los licenciados en biología acerca de las practicas experimentales, el contexto educativo y la enseñanza de la biología, entendiendo que este está fuertemente marcado por la formación recibida en los programas de licenciatura en biología y por las experiencias que durante su formación les ayudaron a construir sus conocimientos frente a lo antes mencionado.

10. RECOMENDACIONES

En futuros trabajos que indaguen por las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología, se sugiere abordar la perspectiva de los estudiantes en tanto ellos pueden dar cuenta de las dificultades que se les presenta al participar en trabajos prácticos, algo que contribuye a los trabajos realizados hasta el momento sobre esta temática.

Es preciso desarrollar futuros trabajos sobre prácticas experimentales procurando implementar los avances realizados sobre esta temática en este y otros trabajos, de no ser así, se perderán los hallazgos actuales, algo que puede llevar a que, como muchos otros, los trabajos de investigación sobre prácticas experimentales queden almacenados sin lograr ninguna contribución en el contexto educativo que es para el cual se debe trabajar constantemente.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Abela, J. (2002). Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada. Recuperado de: <http://anthropostudio.com/wp-content/uploads/2014/07/Andr%C3%A9-J.-2000.-Las-t%C3%A9cnicas-de-an%C3%A1lisis-de-contenido-una-revisi%C3%B3n-actualizada..pdf>
- Abou, L., y Godoy, M. (2007). Experimentação nas aulas de biologia e a propriação do saber. Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação. Recuperado de: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/446-4.pdf>
- Adúriz, A. (1999). La didáctica de las ciencias como disciplina. Recuperado de: [http://gredos.usal.es/xmlui/bitstream/handle/10366/69576/La didactica de las ciencias como discip.pdf?sequence=1](http://gredos.usal.es/xmlui/bitstream/handle/10366/69576/La%20didactica%20de%20las%20ciencias%20como%20discip.pdf?sequence=1)
- Aduriz, A. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. España: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_3_1.pdf
- Águila, F. Z. (2007). Filosofía de la imagen: lenguaje, imagen y representación. UNAM. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=X2GB40OCCTMCyprintsec=frontcoverydq=filosofia+de+la+imagen+pdfyhl=esysa=Xyved=0ahUKEwiV6q3PzpbTAhUDYiYKHRWVAjsQ6AEIGDAA#v=onepageyqyf=false>
- Aleixandre, M., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E y De Pro, A. (2003). Enseñar ciencias. (3ra reimpresión, 2009). Barcelona: Grao. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/cienciaspsiquicas/ensear-ciencias-38777790>
- Aleixandre, M., Álvarez, V., y Lago, L. (2005). La argumentación en los libros de texto de ciencias. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36). Recuperado de: <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7232/7588>
- Amórtegui, E. (2011). Concepciones sobre prácticas de campo y su relación con el conocimiento profesional del profesor, de futuros docentes de biología de la universidad pedagógica nacional. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Araújo, D. (2011). A importância da experimentação no ensino de biologia. Recuperado de: <http://bdm.unb.br/handle/10483/1925>
- Arce, M. (2002). El valor de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales. el taller de ciencias para niños de la sede del atlántico de la universidad de costa rica: una experiencia para compartir. *Educación*, 26(1). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/440/44026112/>
- Aular, R. (2012). Conocimiento de la biología. *Historia de la biología*. Recuperado de: <http://conocimientodelabiologia.blogspot.com.co/2012/11/historia-de-la-biologia.html>
- Bachillerato integral comunitario N 15. (2013). Expo-bici. Recuperado de:

<http://bachilleratobic15.blogspot.com.co/2013/06/expo-bic-2013-san-antonio-huitepec.html?view=sidebar>

- Banasco, J., y Hernández, J. (2014). La historia de la Biología en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación inicial de los estudiantes de las carreras Biología-Química y Biología-Geografía. VARONA, (59), 72-78. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360636905012>
- Barahona, A., Suárez, E., y Martínez, S. (2001). Filosofía e historia de la biología. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.filosoficas.unam.mx/~sfmar/publicaciones/MARTINEZ-BARAHONA%201998%20Historia%20y%20Explicacion%20en%20Biologia.pdf>
- Barbero, J. (1987). De los medios a las mediaciones: comunicación, cultura y hegemonía. Convenio Andrés Bello. Recuperado de: http://perio.unlp.edu.ar/catedras/system/files/de_los_medios_a_las_mediaciones.pdf
- Barbero, J. (2015). Cuando la tecnología deja de ser una ayuda didáctica para convertirse en mediación cultural. CONVIVENCIALIDAD, TECNOLOGÍA Y DESEMPODERAMIENTO, 5. Recuperado de: http://ilusionismosocial.org/pluginfile.php/1172/mod_resource/content/2/Convivencialidad%20tecnologia%20y%20desempoderamiento_Autogestion9.pdf#page=5
- Blanque, J. (productor). (2014). Experimentos de biología [youTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=qyz2AdgFt84yt=215s>
- Bocanegra, L., y Ortiz, K. (2013). Las mediaciones dentro del contexto escolar ¿cómo median los docentes del grado segundo del Colegio Enrique Olaya Herrera IED con respecto a la noción de televisión en el aula? Recurso Electrónico. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Bonilla, E., y Rodríguez, P. (1997). La investigación en ciencias sociales: más allá del dilema de los métodos. Bogotá, Colombia: Norma.
- Bunge, M. (2012). La ciencia su método y su filosofía. Argentina: Penguin Random House recuperado de: <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=la+ciencia+su+metodo+y+su+filosofia+ybtnG=yIrf=>
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: La transposición didáctica del conocimiento tecnológico. Revista Enseñanza de las Ciencias. 19 (2), 243-254. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21737>
- Brousseau, G. (2007). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas/Introduction to study the theory of didactic situations: Didactico/Didactic to Algebra Study (Vol. 7). Libros del Zorzal. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/287885313/Guy-Brousseau-Iniciacion-al-estudio-de-la-teoria-de-las-situaciones-didacticas-pdf>
- Cañal, P., del Carmen, L., García, S., Aleixandre, M., Márquez, C., Martínez, C., Pedrinaci, E.,

- de Pro, A., Pujol, R., y Sanmartí, N. (2011). Didáctica de la Biología y la Geología (Vol. 22). Grao.
- Cañal, P., Cano, M., Gutiérrez, A., Hernández, M., Jaén, M., Luna, M., Mellado, V., Ojeda-Barceló, F., Perales-palacios, F., y de Pro, A. (2011). Biología y geología. Investigación, innovación y buenas prácticas (Vol. 23). Grao.
- Casanueva, M., y Bolaños, B. (2009). El giro pictórico. Epistemología de la imagen. México: Anthropos.
- Cerda, H. (1993). Los elementos de la investigación. Segunda edición. Bogotá (Ed.) El Búho. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/aliriotua/cerdahugoelementosdelainvestigacion>
- Colegioobradoiro. (2014). proyecto aprendizaje basado en problemas. Recuperado de: <http://colegioobradoiro.blogspot.com.co/p/proyectos.html>
- Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la Educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23 (2), 157-181. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6274/12764>
- Castro, J. (2011). Estilos de razonamiento científico y enseñanza de la Biología: posibles conexiones y propuestas didácticas. *Revista de Educación en Biología*, 14(2), pp-5.
- Castro, J. (2013). Conocimiento práctico, historia, filosofía y enseñanza de la biología: el caso de la herencia biológica. *Revista Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (34), 103-125. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n34/n34a07.pdf>
- Ceballos Sepúlveda, J. C. (2015). Medios de comunicación escolar, educación y ciudadanía. (Tesis). Universidad Nacional de la Plata. Argentina. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/47712/Documento_completo.pdf?sequence=3
- Chamizo, A. (2014). Sobre la historia de las ciencias en América Latina... ¡y su enseñanza! En Quintanilla, M., Daza, S., y Cabrera, H. (Ed.), *Historia y Filosofía de las Ciencia. Aportes para una "nueva aula de ciencias"*, promotora de ciudadanía y valores (pp.77-). Santiago de Chile: Bellaterra. Historia y filosofía de la ciencia.
- Cháves, G. (2010). Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología evolutiva y la Biología funcional: paralelos epistemológicos y didácticos. *Revista Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 3 (4), 138-147. Recuperado de: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/625/823>
- Chevallard, Y. (1998). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado (Claudia Gilman, trad). Argentina: editorial Aique. Recuperado de: <http://cesee.edu.mx/assets/plan-de-la-ens.-y-ev.-del-aprend.-i.pdf>
- Correa, M y Valbuena, E. (2012). Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología abordados en publicaciones (2004-2006): resultados relacionados con la imagen de práctica. *Bio-grafía*, 5(8), 117-135. doi: <http://dx.doi.org/10.17227/20271034.vol.5num.8bio-grafia117.135>

- Delval 2001 hoy todos son constructivistas. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/356/35651520.pdf>
- Diéguez, A. (2012). La vida bajo escrutinio. Una introducción a la filosofía de la biología, España, Biblioteca Buridán.
- Do Carmo, S., y Schimin, E. (2013). O ensino da biologia através da experimentação. Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação. Recuperado de: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>
- Farias, M., Araújo, M., Rodrigues, E., y Dias, M. (junio, 2011). As atividades experimentais como proposta na abordagem contextualizada dos conteúdos de biología. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8, Campinas. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiinpec/resumos/R1386-1.pdf>
- Fernández, N. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. Revista de Educación en Biología, 16(2), pp-15.
- Flores, F. (2012). La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Recuperado de: <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/C/227/P1C227.pdf>
- García, E. y Estany, A. (2011). Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. Praxis Filosófica Nueva Serie, (31), 7-24. Recuperado de: http://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/praxis_filosofica/article/view/3424/5169
- García, A. (2014). Prácticas experimentales e instrumentos científicos en la construcción del conocimiento científico escolar. En Quintanilla, M., Daza, S., y Cabrera, H. (Ed.), Historia y Filosofía de las Ciencia. Aportes para una “nueva aula de ciencias”, promotora de ciudadanía y valores (pp.77-). Santiago de Chile: Bellaterra. Historia y filosofía de la ciencia.
- Giraldo, J. (2016). El experimento en la enseñanza de la biología. Un estudio de caso con licenciados en biología de tres instituciones educativas distritales. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Gómez, A. (2013). Estudio del papel de la experimentación y la mediación analógica en un proceso de modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1585-1590.
- Gonzales, A. (2008). Capítulo 1: La problemática en torno a los paradigmas de investigación. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/2628740/Cap-1-paradigmas-actual>
- Gonzales, V. (2016). Lápiz y paper. ¿Se ha quedado el término “ilustración científica” obsoleto? [Web log post]. Recuperado de: <http://lapizypaper.com/se-ha-quedado-el-termino-ilustracion-cientifica-obsoleto/>
- González, L. (2010). ¿Qué ciencia enseñar? ¿Existe el método científico? En Meinardi, E (ed.),

educar en ciencias (pp. 67-74). Buenos aires: Paidós. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/247277106/Educacion-en-Ciencias-Meinardi-pdf>

González, M. F., y Tallón, J. S. (2013). Los instrumentos antiguos de los gabinetes de física. Propuesta de clasificación y estudio comparativo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2). Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285773>

Graells, P. M. (2000). Los medios didácticos. Doc online). Última revisão, 3(8), 2010. Recuperado de: http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio1/docs/materiales_estudio/u3_13/Los_medios_didacticos.pdf

Granés, J., y Caicedo, L. M. (1997). Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de la enseñanza. Análisis de una experiencia pedagógica. *Revista Colombiana de Educación*, 34, 72-73. Recuperado de: http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/rce34_06expe.pdf

Hacking, I. (1996). Representar e intervenir (Sergio F. Martínez, trad.). (primera reimpresión, 2001). México: Paidós. (Obra original publicada en 1983).

Harlen, W. (2011). Aprendizaje y enseñanza de ciencias basados en la indagación. *Mejoramiento escolar en acción*, 33. Recuperado de: <http://www.ecbichile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Aprendizaje-y-ensenanza-de-ciencias-basados-en-la-indagacion.pdf>

Instituto Paulo Freire. (S.F). Acerca de la educación virtual. Recuperado de: <http://institutofreire.edu.co/sitio/primaria>

Izquierdo, M. (2005). Estructuras retóricas en los libros de ciencias. *Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 36, 11-34. p. 11-35. Recuperado de: <http://web.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/revistas/Tarbiya036.pdf#page=11>

Krippendorff, K. (1990). Metodología de análisis de contenido teoría y práctica. Barcelona, España: Paidós.

Kuhn, D. (2012). Enseñar a pensar. Buenos Aires-Madrid. Amorrortu editores. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/316403459/deana-kuhn-ENSEÑAR-A-PENSAR-pdf>

Kuhn, T. S., y Helier, R. (1996). *La tensión esencial*. Fondo de cultura económica.

Kuhn, T. (1971). La estructura de las revoluciones científicas (Agustín Contín, trad.). (8va reimpresión, 2004). Argentina: Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1962).

López, E. (1995). Retórica antigua y retórica nueva. Recuperado de: https://www.uc.pt/fluc/eclassicos/publicacoes/ficheiros/humanitas47/54_Lopez_Eire.pdf

f

- Luna, M. (2011). Experiencias prácticas en la enseñanza de la biología. En Cañal, p (Ed.), Biología y geología. Investigación, innovación y buenas prácticas (Vol. 23) (pp. 121-141). Barcelona: Editorial Grao.
- Mamprin, M., Laburú, C., y Barros, M. (2008). La implementación o no de actividades experimentales en Biología en la Enseñanza Media y las relaciones con el saber profesional, basadas en una lectura de Charlot. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 7(3), 524-538.
- Mayr, E. (2006). Por qué es única la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica (José María Lebrón, trad.). Buenos Aires:Katz Editores. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=KjR1t_V3gXgCyprintsec=frontcoverydq=que+e+s+la+biologiayhl=esysa=Xyved=0ahUKEwiEla7fofrSAhWDdSYKHeRaB84Q6AEIGDAA#v=onepageyqyf=false
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En Cañal, p (Ed.), Biología y geología. Investigación, innovación y buenas prácticas (Vol. 23) (pp. 121-141). Barcelona: Editorial Grao.
- Meinardi, E. (2010). ¿Cómo enseñar ciencias? Educar en ciencias. Buenos Aires: Paidós, (pp. 95-130). Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/247277106/Educar-en-Ciencias-Meinardi-pdf>
- M.E.N. (1994). Ley 115. Ley General de Educación. Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Meinardi, E. (2010). El sentido de educar en ciencias. En L. González, E. Meinardi, A. Revel y M. Victoria (Ed.), Educar en Ciencias (15-38). Buenos Aires. Paidós.
- M.E.N. (2004, junio-julio). Habilidades y actitudes científicas. Altablero. Recuperado de: <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87442.html>
- M.E.N. (2010, mayo). Niveles de la educación básica y media. Recuperado de: <http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-233834.html>
- M. E.N. (2017). Gestión. Recuperado de: <http://gestion.pe/politica/gobierno-observo-proyecto-que-amplia-matricula-inicial-y-primaria-ninos-nacidos-hasta-31-julio-2179690>
- Mestizo, F. (2013). Química. Instrumentos de laboratorio <http://quimicafatimamestizogarfiass3bceplc.blogspot.com.co/2013/03/instrumentos-de-laboratorio-de-quimica.html>
- Mitchell, W. T. (2009). Teoría de la imagen (Vol. 5). Ediciones Akal.
- Mordeglia, C., y Mengascini, A. (2014). Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. Revista Enseñanza de las Ciencias, 32 (2), 71-89. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/article/view/755>

- Mordeglia, C., Cordero, S., y Dumrauf, A. (2007). Experimentando en ciencias naturales de tercer ciclo de EGB. ¿Qué nos ofrecen los libros de texto? in *memorias sief 8: 8º simposio de investigación en educación en física (universidad nacional de entre ríos)*. *Memorias Sief 8: 8º Simposio de Investigación en Educación en Física* (pp. 220-228). Recuperado de:
http://www.academia.edu/7349051/EXPERIMENTANDO_EN_CIENCIAS_NATURALES_DE_TERCER_CICLO_DE_EGB._QU%C3%89_NOS_OFRECEN_LOS_LIBROS_DE_TEXTO
- Navarro Cuesta, P. (2013). YouTube como herramienta didáctica en el aula de inglés. Recuperado de:
<http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/2293/Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ojeda, F., y Perales, F. (2011). Buenas prácticas en el uso de las TIC En la enseñanza de la biología y la geología. En Cañal, p (Ed.), *Biología y geología. Investigación, innovación y buenas prácticas* (Vol. 23) (pp. 121-141). Barcelona: Editorial Grao.
- Otero, J., y Caldeira, M. (2005). La comprensión de los libros de texto de ciencias. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, 36, 11-34. p. 5-11. Recuperado de:
<http://web.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/revistas/Tarbiya036.pdf#page=11>
- Pensadores.co. (productor). (2014). Jesús Martin Barbero: conceptos clave en su obra. Parte 1: 'Mediaciones' [YouTube]. De:
<https://www.youtube.com/watch?v=NveV5ScaZHgyt=314s>
- Pérez, D., Carrascosa, J., y Terrades, F. (2009). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista educación y pedagogía*, 11(25), 13-65. Recuperado de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/5859-16272-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/5859-16272-1-PB%20(2).pdf)
- Pérez, D., y Vilches Peña, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. Recuperado de:
<http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/45418/2259852.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, R. (1998). ¿Existe el método científico? historia y realidad. México: Fondo de cultura económica. Recuperado de: <https://ained.files.wordpress.com/2009/10/ruy-perez-tamayo-existe-el-metodo-cientifico1.pdf>
- Pérez, V. (2008). El uso de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) como herramienta didáctica en la escuela. *Contribuciones a las ciencias Sociales*. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/cccss/02/vsp.htm>
- Perilla, J. (2016). Línea de investigación biodidáctica y recursos educativos. Colombia: wix.com. Recuperado de: <http://lineabiodidactica.wixsite.com/otronivel/quienes-somos>
- Porlán Ariza, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de*

las Ciencias, 16(1), 175-185. Recuperado de:
<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v16n1/02124521v16n1p175.pdf>

Puentes M. (2008). Propuesta de un sistema de categorías para el estudio del trabajo práctico en la enseñanza de la biología. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Quintanilla, M., Daza, S., y Cabrera, H. (2014). Historia y Filosofía de las Ciencia. Aportes para una “nueva aula de ciencias”, promotora de ciudadanía y valores. Santiago de Chile: Bellaterra. Historia y filosofía de la ciencia.

RAE. (2017). Historia. Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=KWv1mdi>

Reyes, D., y García, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. *Educación y Educadores*, 17(2), 271-285.

Reyes, I., Enríquez, J., y Eljach, M. (2015). El docente como mediador de recursos educativos virtuales, una propuesta educativa desde univida. Recuperado de: http://repositorio.bibliotic.info/IMG/pdf/bibliotic2015-ponencian_el_docente_como_mediador_de_red.pdf

Rickenmann, R. (2006). Metodologías clínicas de investigación en didácticas y formación del profesorado: un estudio de los dispositivos de formación en alternancia. Colombia. *Revista Educación y Pedagogía ISSN, 0121-7593*. Recuperado de: <http://www.unige.ch/fapse/clidi/textos/Clinica-did%Edctica-RR.pdf>

Romero, F. (1998). Una pequeña reflexión sobre los problemas de investigación de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 171-174. Recuperado de: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v16n1/02124521v16n1p171.pdf>

Rosenblueth, A. (1971). El método científico. México: ediciones científicas. Recuperado de: https://www.academia.edu/6275830/El_metodo_cientifico_by_Arturo_Rosenblueth

Ruiz, L., y Gómez, E. (2016). La investigación dirigida como estrategia metodológica, para orientar prácticas experimentales de biología. Recuperado de: <http://www.unicauca.edu.co/eventos/index.php/educoloquio/2016/paper/viewFile/129/191>

Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Caracas (Ed.), panapo. Recuperado de: https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf

Salvat, B., y Miranda, J. (2008). "con el dedo en la pantalla": el uso de un videojuego de estrategia en la mediación de aprendizajes curriculares. Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 9(3), 108-129. Recuperado de: <http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/handle/987654321/400119>

Sampieri, R., Collado, C y Lucio, P. (2006) metodología de la investigación. Cuarta edición. DF, México: The McGraw-Hill. Recuperado de: http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

- Sampieri, R., Collado, C y Lucio, P. (2010) metodología de la investigación. Quinta edición. DF, México: McGraw-Hill. Recuperado de: http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Savater, F. (2001, 5 de abril). ¿Educar o domesticar? El país. Recuperado de: http://elpais.com/diario/2001/04/05/opinion/986421608_850215.html
- Shapin, S. (2000). *La revolución científica: una interpretación alternativa* (Vol. 140). Grupo Planeta (GBS).
- Tiching. (2017). Enseñar a pensar: filosofía en las aulas. Recuperado de: <http://blog.tiching.com/ensenar-pensar-filosofia-en-las-aulas/>
- Todo lo que hay. (Productor). (2012). Jesús Martín Barbero: Jesús Martín Barbero, Cultura y Medios [De Roches] [YouTube]. De: <https://www.youtube.com/watch?v=NveV5ScaZHgyt=314s>
- Tomonews México. (Productor). (2016). Joven muere mientras intentaba recrear experimento científico que vio en YouTube [YouTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=emekiuvJ-oY>
- Varas, A. G. (Ed.). (2011). Filosofía de la imagen (Vol. 12). Ediciones Universidad de Salamanca. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=TArlL0a-EzMCyprintsec=frontcoverydq=filosofia+de+la+imagenyhl=esysa=Xyved=0ahUKEwjI8Mf605bTAhWDbiYKHS52C_IQ6AEIHTAB#v=onepageyqyf=true
- Vargas, X. (2011). Investigación ¿Qué es eso? una guía práctica para saber qué es y cómo hacerla, con énfasis en las etapas de la investigación cualitativa (Apropiada para quién hace investigación por primera vez). Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/47469728/Investigacion-Que-es-eso-Guia-practica-para-quien-hace-investigacion-por-primera-vez-con-énfasis-en-investigacion-cualitativa>
- Vasilachis, I. (1992). Métodos cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos. Recuperado de: <http://seminariodesafios.sociales.uba.ar/files/2014/09/Vasilachis-I-at-al.-M%C3%A9todos-cualitativos-I.pdf>
- Yepes, D. (2013). Las prácticas experimentales como una herramienta didáctica y motivadora del proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en general y de la Química en particular (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales). Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39499/>

BIBLIOGRAFÍA DE LOS LIBROS DE TEXTOS DE CIENCIAS DE SECUNDARIA

Norma	Arbeláez, F., Camero, L., Carrillo, E., Castañeda, M., Castelblanco, Y.,
--------------	--

	Hernández, C.,... Vargas, D. (2014). Avanza ciencias 6. Bogotá, Colombia: Norma.
Norma	Arbeláez, F., Camero, L., Carrillo, E., Castañeda, M., Cepeda, M., Gonzáles, A.,... Téllez, C. (2014). Avanza ciencias 7. Bogotá, Colombia: Norma.
Norma	Arbeláez, F., Aristizábal, J., Arteta, J., Camero, L., Carrillo, E., castañeda, M.,... Segura, M. (2014). Avanza ciencias 8. Bogotá, Colombia: Norma.
Norma	Arbeláez, F., Carrillo, E., Castañeda, M., Castro, N., Gaviria, M., Gonzáles, L.,... Segura, J. (2014). Avanza ciencias 9. Bogotá, Colombia: Norma.
Santillana	Sierra, A., Gutiérrez, A., Salcedo, A., Cantor, C., Torres, C., Ruiz, D.,... Nieto, W. (2016). Proyecto saberes ser hacer ciencias 6. Bogotá, Colombia: Santillana S.A.
Santillana	Rodríguez, L., Gómez, A., Navarrete, G., Peña, L., Gonzáles, D., Jaramillo, J., y Muñoz, C. (2013). Caminos del saber ciencias 7. Bogotá, Colombia: Santillana S.A.
Santillana	López, G., Mora, G., Rodríguez, L., Gómez, A., Navarrete, G., López, A.,... Gózales, D. (2012). Caminos del saber ciencias 8. Bogotá, Colombia: Santillana S.A.
Santillana	Chávez, N., Gutiérrez, D., Gaviria, M., Hoyos, M., Izquierdo, E., Jiménez, L.,... Sierra, A. (2016). Proyecto saberes ser hacer ciencias 9. Bogotá, Colombia: Santillana S.A
Sm	Salamanca, M., Moreno, C., Pedrinaci, E., Gil, C., Carrión, F., Jiménez, J., y Ortegón, F. (2012). Proyecto Sé ciencias naturales. Redes de aprendizaje para la vida. Bogotá, Colombia: Sm.
Sm	Abella, L., Trujillo, C., Bernal, V., Fierro, M., Hernández, M., Gordillo, L.,... Rodríguez, B. (2016). Applica ciencias naturales 7. Bogotá, Colombia: Sm.
Sm	Abella, L., Gordillo, L., Hernández, M., Ortiz, L., Trujillo, C., Carrión, D.,... Rodríguez, B. (2016). Applica ciencias naturales 8. Bogotá, Colombia: Sm.
Sm	Trujillo, C., Bernal, V., Hernández, M., Gordillo, L., Muñoz, M., Peña,

	Ll.,... Rodríguez, B. (2016). <i>Applica ciencias naturales 9</i> . Bogotá, Colombia: Sm.
--	---

BIBLIOGRAFÍA DE LOS “EXPERIMENTOS” ENCONTRADOS EN VIDEOS DE YOU TUBE.

Blanche, J. (productor). (2014). Experimentos de biología [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=qyz2AdgFt84yt=215s
smart1ITSB. (Productor). (2012). Proyecto de biología- Extracción casera de ADN [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=v7iVbgjpQ8M
Oliveira, L. (productor). (2007). Fotossintese [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=2E3Vvehlddo
Fq-experimento. (Productor). (2012). Inflar un globo con levadura y azúcar [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=bJObalggF0sylist=PL04D928AC3D2E14B4yindex=1
Fq-experimento. (Productor). (2013). Capilaridad en las plantas [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=oetVA2pu8D8ylist=PL04D928AC3D2E14B4yindex=3
Experimentos MH- Ciencia loca. (Productor). (2015). transpiración plantas [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=aD4YpXlvpSQ
Fq-experimentos. (Productor). (2009). Cromatografía de unas hojas de espinaca [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=xX_QSwSjsj8ylist=PL04D928AC3D2E14B4yindex=7
PLANTeateloIBMCP. (Productor). (2012)¿Por qué son verdes las plantas? [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=OfMgiNqFMHY
Francisco, A. (productor). (2016). Como germinar el maíz en 3 días. [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=OfMgiNqFMHY
GitasSanJacinto. (Productor). (2014 Experimento Producción de Bacterias [YouTube].

De <https://www.youtube.com/watch?v=BaZhPhA1bD0>

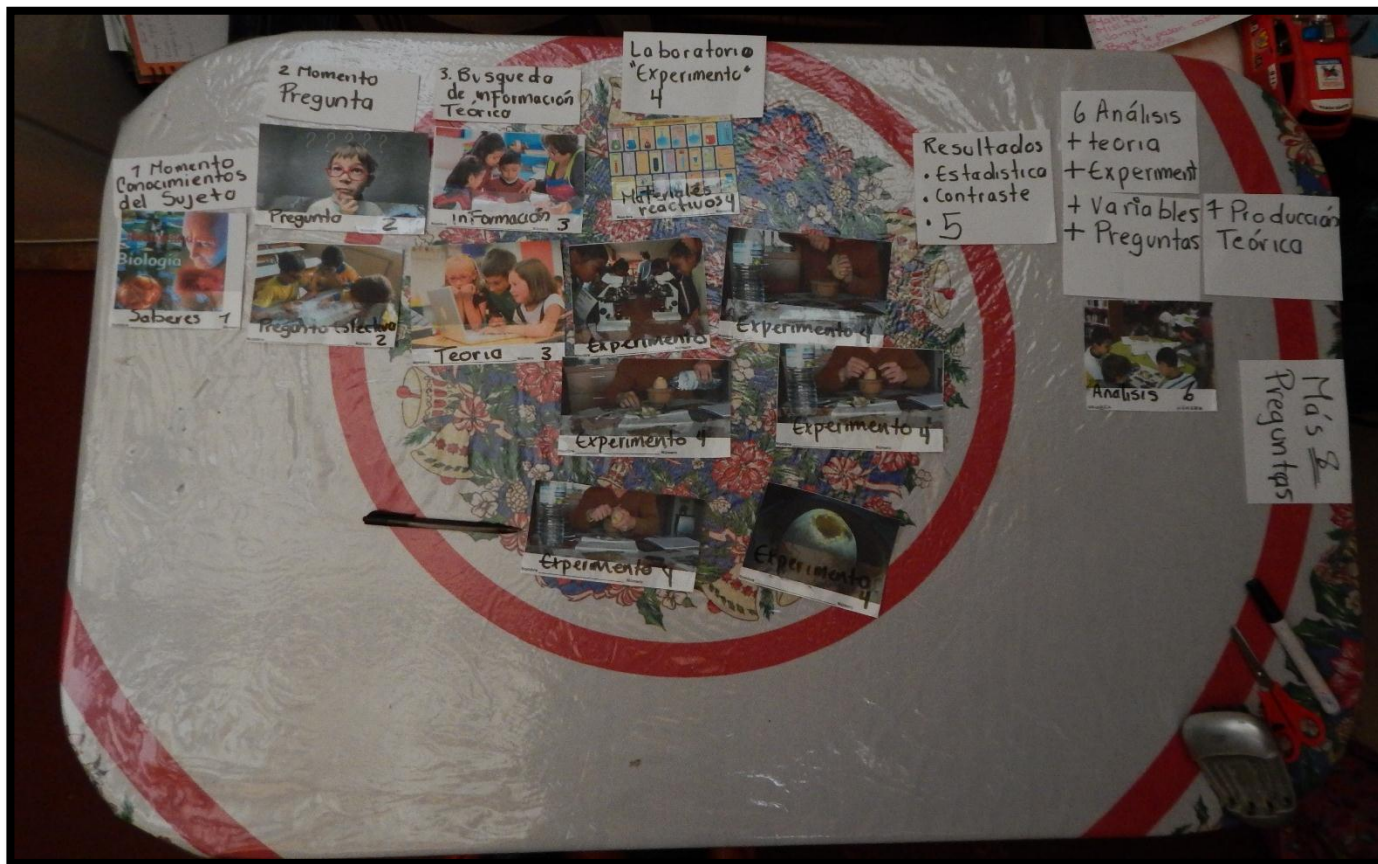
12. Anexos



Fuente propia: Metodología práctica experimental profesor 1



Fuente propia: Metodología práctica experimental profesor 2



Fuente propia: Metodología práctica experimental profesor 3



Fuente propia: Metodología práctica experimental profesor 4



Fuente propia: Metodología práctica experimental profesor 5

Anexo 1: Tabla de fotografías: metodologías de las prácticas experimentales de los profesores de biología

Fuente propia.

instrumento	Criterios a evaluar						Observaciones	
	Concuerdan con las habilidades científicas y los elementos de una práctica experimental		Coherencia con lo que se quiere indagar		presentación adecuada		Mantener(M)	Cambiar(C)
I m á g e n e s	Si	No	Si	No	Si	No	(M)	(C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
Aspectos Generales								
la metodología es acorde con los objetivos de la investigación							Si	No
Las preguntas y matriz anexa permiten recoger la información necesaria para la investigación								
La contrastación de la Práctica experimental en los dos recursos es pertinente para los objetivos de investigación								

El número de preguntas es suficiente		
Observaciones y recomendaciones		

Anexo: 2: Formato de validación para taller:

Fuente: Formato Tomado y modificado de Giraldo (2016)

instrumento	Criterios a evaluar										Observaciones		
	Redacción y ortografía		Coherencia		Uso adecuado del lenguaje		Mide lo que pretende		Induce a la respuesta (sesgo)		Mantener(M)	Eliminar(E)	Modificar(MO)
preguntas	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	(M)	(E)	(MO)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

Aspectos Generales		
Las preguntas son coherentes con las categorías de indagación	Si	No
Las preguntas permite recoger la información necesaria para la investigación		
La secuencia de las preguntas es adecuada		
El número de preguntas es suficiente		
Observaciones y recomendaciones		

Anexo: 3: Formato de Validación entrevista:

Fuente: Formato Tomado y modificado de Giraldo (2016)

**Vicerrectoría de Gestión Universitaria
Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP
Comité de Ética en la Investigación**

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Resolución 0546 de 2015 de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, considerando las características de la investigación, se requiere que usted lea detenidamente y si está de acuerdo con su contenido, exprese su consentimiento firmando el siguiente documento:

PARTE UNO: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Facultad, Departamento o Unidad Académica	Facultad Ciencia y Tecnología; Departamento de Biología
--	---

Título del proyecto de investigación	Elementos conceptuales y metodológicos que contribuyan a la mediación del trabajo experimental en la enseñanza de la biología: una mirada de cinco licenciados en biología de la básica media.		
Descripción breve y clara de la investigación	En esta investigación se están caracterizando algunos elementos que pueden orientar a los profesores en la construcción de prácticas experimentales para la enseñanza de la biología, por lo que se contemplan referentes como la didáctica de las ciencias, el experimento, entre otros, desde la revisión documental y la construcción del conocimiento que han desarrollado los profesores de biología.		
Descripción de los posibles riesgos de participar en la investigación	Esta investigación no implica ningún riesgo físico o psicológico, tampoco tiene repercusiones laborales, económicas o de cualquier otro tipo		
Descripción de los posibles beneficios de participar en la investigación.	Contribuir desde su experiencia profesional a esta investigación que pretende brindar alternativas a los profesores en cuanto a prácticas experimentales para la enseñanza de la biología.		
Datos generales del investigador principal	Nombre(s) y Apellido(s): Cyndi Juliet Bernal		
	N° de Identificación: 1032425177	Teléfono	3124248249
	Correo electrónico: dbi_cbernal177@pedagogica.edu.co		
	Dirección: Kr 93 D 42 G SUR – 45		

PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo: _____

Mayor de edad, identificado con Cédula de Ciudadanía N° _____ de _____

Con domicilio en la ciudad de: _____ Dirección: _____

Teléfono y N° de celular: _____ Correo electrónico: _____

Declaro que:

1. He sido invitado(a) a participar en el estudio o investigación de manera voluntaria.
2. He leído y entendido este formato de consentimiento informado o el mismo se me ha leído y explicado.
3. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión de participar.
4. He sido informado y conozco de forma detallada los posibles riesgos y beneficios derivados de mi participación en el proyecto.
5. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación.
6. Puedo dejar de participar en cualquier momento sin que esto tenga consecuencias.
7. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos, los cuales no serán publicados ni revelados a menos que autorice por escrito lo contrario.
8. Autorizo expresamente a los investigadores para que utilicen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto.
9. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.

En constancia el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

Firma: _____

Nombre:

Identificación:

Fecha:

La Universidad Pedagógica Nacional agradece sus aportes y su decidida participación

Anexo: 4: Formato de consentimiento Informado

Fuente: Universidad Pedagógica Nacional

Profesor	Categoría 1: Prácticas experimentales en la enseñanza de la biología
	Subcategoría 1.1: Formas de entender las prácticas experimentales
(1)	<p>De cada tema se hace un laboratorio entonces ese laboratorio incluye una guía y para los chicos un pre informe y un informe si obviamente pues una guía de laboratorio título objetivos, marco conceptual, materiales procedimiento, a veces en la parte de resultados se le adjunta una tabla de datos y después una bibliografía y ya en el informe pues los análisis de resultados y las conclusiones. P1.ES.1</p> <p>La estrategia experimental para mí también puede ser a nivel documental ósea no necesariamente necesito el artefacto necesito el montaje (...) eso varía de acuerdo a la autonomía y la metodología del profesor. P1.ES.2</p> <p>La práctica experimental es como todo ese abordaje y todo eso que va alrededor del experimento, el experimento es como tal el montaje, pero digamos que esa práctica experimental integra lo que es, desde la organización, la planificación, el cumplimiento en la toma incluso de esos resultados, el experimento como tal, es como el montaje, el producto con el que se trabaja, pero la práctica experimental es como tal, la formulación de preguntas, es cómo yo respondo a esas preguntas con base en lo que estoy viendo con el experimento como triángulo eso con mis compañeros, las conclusiones que suscitó a partir de lo que ese diseño ese experimento me mostró, la práctica experimental es como el conglomerado de todo lo que repercute alrededor de lo que como tal el experimento significa como el montaje como lo que mido como lo que observo. P1.ES.3</p> <p>La práctica experimental es lo que me va a permitir como tal llegar a un resultado de investigación, uno es el medio y el otro el resultado. P1.ES.4</p> <p>El experimento responde a una necesidad social. P1.ES.5</p>
(2)	<p>Las prácticas experimentales son ejercicios que se hacen para complementar la teoría. P2.ES.1</p> <p>Ofrece precisamente una manera de cómo dar explicación a los fenómenos naturales que hay en el mundo. P2.ES.2</p> <p>Algo que les explico a los chicos es que (...) uno en los ejercicios experimentales trata de no equivocarse al máximo. P2.ES.3</p> <p>Las prácticas experimentales ayudan a los chicos a acercarse a la veracidad de los datos. P2.ES.4</p> <p>La experimentación que ayuda a comprobar los datos, lo que uno observa en la teoría o lo que uno les muestre a los chicos en la teoría. P2.ES.5</p>
(3)	<p>Un espacio de aprendizaje más desde lo que se puede hacer, desde lo que se puede ver en el laboratorio, como un proceso también, pero ese proceso se lleva a cabo muy relacionado con la teoría y desde las temáticas que se están viendo. P3.ES.1</p>

	<p>Hago referencia a prácticas experimentales y laboratorios y estaría dimensionándolo en lo mismo, pero a la hora que uno se detiene a pensar no son lo mismo son términos completamente diferentes o no completamente diferentes, se relacionan, pero pues no son lo mismo. P3.ES.2</p> <p>Prácticas experimentales lo entiendo como el proceso o el procedimiento que tú vas montas, observas, analizas, y después planteas eso teórico que va a sacar, ese informe (...) ir montar observar analizar cambiar variables, (...) y también todo el contexto teórico y demás que tiene que tener la persona que vaya a hacer la práctica experimental. P3.ES.3</p> <p>Pensaría que el experimento puede sonar más dentro de lo científico, el experimento como tal el procedimiento y la práctica experimental sería más ligada como a más personas, como al contexto educativo, como a los procesos de enseñanza. P3.ES.4</p> <p>Yo misma verifico que se pueda dar, que se pueda desarrollar no es que allá con mis niños no se desarrolle y salga bien, no, tengo que verificar antes que si salga bien. P3.ES.5</p>
(4)	<p>Las prácticas experimentales pueden ser un laboratorio, puede ser una práctica libre, cuando me dices prácticas experimentales, pienso en experiencias, me refiero a experimentos también, pero básicamente experimentales viene de experiencia, entonces yo diría que en toda experiencia que sea llevada al aula, puede ser una práctica experimental. P4.ES. 1</p>
(5)	<p>Práctica experimental de laboratorio. P5.ES. 1</p> <p>Práctica de laboratorio o práctica experimental. P5.ES. 2</p>
Subcategoría 1.2: Elementos de las prácticas experimentales	
(1)	<p>Normalmente ese diseño experimental va integrado en una metodología de trabajo que es autónoma, primero trato de que inicie con una pregunta problema, que esté enmarcada en una hipótesis de trabajo Integrada en una metodología de investigación. P1.ES.6</p> <p>Se revisa la literatura que va a responder directamente a esa pregunta. P1.ES.7</p> <p>Dentro de mi práctica pedagógica yo sí digamos que tengo como base dar primero todo el bagaje fundamental del eje temático en general y ya después dentro del desarrollo específico ya digamos delimitar esos marcos conceptuales a los proyectos específicos. P1.ES.8</p> <p>De acuerdo a los ejes temáticos que vimos los estudiantes por grupos elijan un tema y organicen un proyecto con base a ese tema, entonces ahí es cuando la metodología de resolución de problemas adquiere significado, porque explico la metodología a los estudiantes para que de acuerdo al eje temático encuentren una problemática cercana a su contexto y pueda formular esa situación problemática, revise el marco conceptual, revisen, especifiquen y reformulen ese problema</p>

lo más operativo posible, luego emita la hipótesis, luego con su grupo mire de qué manera puede validar esa hipótesis que propuso, entonces hay un trabajo individual porque cada estudiante lleva una propuesta que puede ser una parecida a la otra como puede ser una diferente a la otra y tomen una decisión y digan este es el diseño o el experimento que a nosotros más nos conviene realizar, porque es más completo, porque integra un número mayor de variables, o por el contrario es más específico entonces es ese. Ahí cuando se escoge, es la tercera parte que es la toma de decisiones y en la cuarta parte ya es la implementación de ese diseño experimental, ya es montarlo, ya es empezar a registrar mis datos, en la tercera que es la toma de decisiones también digamos que se formulan los instrumentos que yo voy a utilizar, si necesito una tabla de datos, bueno como voy a organizar esa tabla de datos que variables voy a tener en cuenta (...) ese desarrollo de la estrategia experimental haría parte de la cuarta etapa dentro de esa metodología y respondería a validar esa hipótesis de trabajo formulada en la segunda etapa. **P1.ES. 9**

Me pongo a mirar dentro de mi laboratorio qué es más adecuado hacer en términos de materiales, en términos de planta física (...) esa toma de decisiones digamos que también es conciliada conmigo. **P1.ES. 10**

Que me permita observar contrastar medir organizar información tomar decisiones, que tanto el trabajo individual como el grupal se reconozca bajo una metodología en el ámbito científico. **P1.ES.11**

Yo incluso podría decir que como docente yo puedo partir de un experimento y a partir del experimento puede suscitar preguntas en mis estudiantes y que a partir de esas preguntas reconozcan sus objetos de estudio y de investigación y a partir de ahí arranco con una metodología de trabajo (...) puedo arrancar al contrario de una pregunta problema formular mi hipótesis y buscar de qué manera un experimento me ayuda a resolver esa hipótesis. **P1.ES. 12**

En términos operativos y del aula de la formación y profundización de competencias científicas siento yo que todos los profesores de ciencias naturales recaemos en el método científico, o en metodologías relacionadas bajo esa misma plantilla de trabajo, (...) yo utilizo (...) metodologías que son aplicadas con base en algunos fundamentos del método científico. **P1.ES. 13**

Yo siento que el método científico muchas veces trata de ver como una metodología de engranaje entonces algo falla y yo sé que tengo que hacer. **P1.ES. 14**

Los fenómenos naturales son sistemas abiertos, son sistemas flexibles inesperados, de hecho, creo que como respuesta a ello es que emergen otras metodologías que si bien reconocen aspectos importantes del método científico retroalimentan esa metodología para tratar de reconocer las modulaciones reales que se vivencian cuando uno trabaja la ciencia o un objeto de investigación científico en un contexto social. **P1.ES. 15**

Trabajar el método científico tal cual como es, es un mecanicismo que desde la esencia de la biología es más orgánica que cualquier otra cosa. **P1.ES. 16**

	<p>El método científico como que se ciñe a una cosa o a la otra de una manera muy estructurada como muy cuadrículada como que todo opera así y punto. P1.ES. 17</p> <p>[Refiriéndose a la metodología de la práctica experimental] Enmarcado en una metodología de trabajo que aplico en la organización de mis clases (...) esa metodología se llama metodología de resolución de problemas como investigación. P1. TI. 18</p> <p>Inicialmente tiene una caracterización de una situación problema, con base en el reconocimiento de una necesidad o de un problema que haya en un contexto específico los estudiantes enmarcan ese interés hacia un problema o una situación problemática abierta. P1. TI. 19</p> <p>Pueden formular restricciones, (...) y no se van a abarcar un montón de objetos de estudio. P1. TI. 20</p> <p>Se pueden hacer también unas reformulaciones de acuerdo a unas revisiones de marco conceptual que emerge de la solución específica de esa situación problemática planteada. P1. TI. 21</p> <p>La segunda etapa ya es una emisión de hipótesis, se anticipa lo que puede suceder teniendo en cuenta la identificación de variables. P1. TI. 22</p> <p>En una tercera etapa se hace un diseño experimental basado en una toma de decisiones que hace el grupo de personas que integran el proyecto. P1. TI. 23</p> <p>La cuarta etapa ya hay una implementación de la estrategia experimental. P1. TI. 24</p> <p>El enfoque de aprendizaje significativo está en el PEI de nuestro colegio (...) se reconocen las ideas previas que tienen los estudiantes, los intereses que traen y se demarca ese conocimiento cotidiano que trae el estudiante. P1. TI. 25</p>
(2)	<p>Algo muy importante es el nivel de estudio de los chicos, la edad y el nivel académico en el que ellos están. P2.ES.6</p> <p>Que el ejercicio que se esté proponiendo para explicar determinado fenómeno natural, corresponda a la edad y al nivel de explicaciones que cada uno de estos estudiantes puedan dar o arrojar con respecto a lo que observan. P2.ES.7</p> <p>Otro elemento tiene que ver con el tipo de la temática y el tipo de fenómenos que se están observando (...) la temática es otro de los elementos que influye a la hora de pensar un ejercicio experimental o un ejercicio práctico con los estudiantes. P2.ES.8</p> <p>Los recursos serían algo a tener en cuenta en este tipo de ejercicios (...) pero pues debido a que en el contexto colombiano educativo que tenemos actualmente es complejo y complicado (...) entonces pues a uno le toca jugar con ciertos otros tipos de recursos, para darle como una explicación que sea entendible y didáctica a la vez de como suceden o como se ha dado explicaciones a los fenómenos naturales. P2.ES.9</p> <p>[Refiriéndose a la metodología de la práctica experimental] Lo que uno reconocería como el método científico, (...) cómo uno puede enseñar cómo uno puede realizar actividades en relación a cómo proceden los científicos para elaborar</p>

	<p>sus teorías, principios y demás pasos para construir el conocimiento científico es como las actividades que uno podría desarrollar con los niños en el aula tratando de explicar y hacer un ejercicio similar al que hacen los científicos. P2. TI.10</p> <p>[Refiriéndose a la historia de la biología] La excluí porque corresponde al título, como podría uno denominar a la investigación. P2TI.11</p>
(3)	<p>Que se tenga en cuenta las ideas previas de los estudiantes iniciando el proceso después de que ya estén en una etapa en la que ellos mismos se acerquen a los instrumentos de laboratorio en donde lleven como siempre un informe en donde se tenga en cuenta que tiene que hacer, donde lleve sus anotaciones donde hagan un análisis donde tengan en cuenta los materiales los reactivos todos los procesos que se tienen que llevar. P3.ES.6</p> <p>Primero tengo en cuenta las normas de laboratorio (...) después de eso miro que se relacione con la temática y que pueda llevar a que los estudiantes aprendan esa temática y que puedan ellos mismos desde su proceso cognoscitivo desarrollar esas capacidades que quiero que desarrollen. P3.ES.7</p> <p>Buscar una forma de llevarles ese conocimiento a su medida. P3.ES.8</p> <p>El tiempo (...), los materiales, tienen que ser para todos los grupos. P3.ES.9</p> <p>Si solo tengo tal material entonces tengo que dejar mitad en el salón tengo que llevar la otra mitad al laboratorio o como puedo yo primero montarles y dejarles montado, pero la cosa sería si yo les monto ellos solo se acercarían a mirar y no estarían haciendo como tal la práctica experimental. P3.ES.10</p> <p>Nos meten ahí dentro de los estándares tiene que enseñar método científico, sí que primero la hipótesis antes, entonces uno como maestro lo que hace es reproducir, reproduce básicamente porque también uno como que no se pone bueno hay otras formas de hacer el laboratorio entonces a uno le queda como más fácil seguir el método científico. P3.ES.11</p> <p>Cada uno podría acercarse al experimento desde su particularidad y aprender o no aprender, cada uno tiene su forma de seguir, de hacer la cosa y no necesitaría como tal unos pasos. P3.ES.12</p> <p>[Refiriéndose a la metodología de la práctica experimental] El primer momento es tener en cuenta los conocimientos previos del sujeto porque el sujeto tiene que saber por qué se pregunta, si no tuviera unos conocimientos previos no podría preguntarse por algo, entonces el sujeto tiene que tener unos conocimientos de ciertas cosas para poder llegar a preguntarse a curiosear o realizar un experimento. P3. TI. 13</p> <p>El segundo momento es como tal ya la pregunta, la pregunta se realiza a partir de ciertas bases teóricas, o también hablo de una pregunta realizada en colectivo. P3. TI. 14</p> <p>El tercer momento (...) la teoría también sirve para contrastar lo que uno piensa que puede suceder y para ver si le falta alguna variable o si puede incluir otra dentro del experimento. P3. TI. 15</p>

	<p>Cuarto momento (...) el experimento como tal, en donde tenemos unos materiales y unos reactivos tenemos un conjunto de personas o en este caso se puede realizar en una sola persona o muchas, eso puede variar, lo mismo pensaría para una práctica no se tiene que tener como tal un espacio designado si no se puede realizar en la casa, ósea yo pienso el experimento más como búsqueda de conocimiento ya sea dentro de un aula o por iniciativa propia, entonces el experimento no necesariamente tiene que ser en el aula. P3. TI. 16</p> <p>El quinto momento está ya como tal los resultados (...) si podemos realizar un contraste con otro experimento en un segundo momento o un tercer momento que se pueda realizar. P3. TI. 17</p> <p>Un sexto momento ya tengo el análisis en donde se tiene en cuenta si se necesita más teoría, más búsqueda de información pues se realiza, si se necesitan más experimentos otras variables, más preguntas. P3. TI. 18</p> <p>Un séptimo momento que ya es una producción teórica(...) desde la cuestión más de conocimiento se busca que se produzca textual, escrita porque todo lo que no está escrito se pierde. P3. TI. 19</p> <p>Como un octavo momento pues ya más citando a trayectos habla que no hay una pregunta, no se termina con algo sino uno siempre queda preguntándose más cosas. P3. TI.20</p>
(4)	<p>Yo tengo que tener en cuenta ya te digo, la planeación, la malla curricular, el modelo pedagógico del colegio, cuando yo tengo en cuenta esos tres factores, tengo que contar con el espacio y tiempo, en qué momento es buenos hacerla al principio de semana, al final de semana en donde la voy a hacer, si voy a utilizar el laboratorio si voy a utilizar algo fuera del aula de clase, si voy a utilizar el aula de clase con que disposición. P4.ES. 2</p> <p>Son seres vivos, tengo que manejarlos con responsabilidad. P4.ES.3</p> <p>Lo que se va a necesitar para el laboratorio. P4.ES.4</p> <p>Tengo que pensar esto como me va a ayudar con lo que yo quiero lograr. P4.ES.5</p> <p>En términos ya míos, como maestro, tengo que considerar el objetivo que yo quiero tener para la práctica, (...) el momento, el contexto general, el momento para los estudiantes, si están preparados para manejar ciertas prácticas experimentales y cómo las van a manejar, el momento de la clase, el momento del año incluso en términos académicos. P4.ES. 6</p> <p>Hay prácticas que necesitan sucesos previos para que sucedan y no solo para que sucedan sino para que tengan impacto, el impacto que necesitas. P4.ES. 7</p> <p>Hay unas prácticas que para mí pueden llegar a activar, a mostrar interés frente a lo que vamos a ver. P4.ES. 8</p> <p>Hay unas prácticas que si necesitan un conocimiento previo y hay otras que siento que se pueden dar como iniciación de las actividades o bueno de lo que se vaya a trabajar. P4.ES. 9</p> <p>[Refiriéndose a la metodología de la práctica experimental] Ideas previas, escribí como lo que usualmente uno</p>

quisiera saber acerca del estudiante que conceptos, que preconcepciones tiene acerca de lo que se va a trabajar, también para tener claro un punto de partida. **P4. TI.10**

Acceso a la información que también coloque al lado como contextualización (...) cómo yo puedo guiar también al estudiante a acceder a una información. **P4. TI.11**

Visualización teórica del concepto a trabajar, (...) que la contextualización o ese acceso a la información venga acompañada con un trabajo autónomo de los estudiantes, que el primero sea guiado el siguiente ya puede ser más autónomo de parte de los estudiantes para que afiancen un poquito más ese contexto. **P4. TI. 12**

Orientación y explicación de la práctica o experiencia a realizar (...) es muy importante explicar cuáles son las normas del laboratorio, cuáles son los cuidados que hay que tener, si se va a hacer en el laboratorio, si va a ser una práctica afuera, cuáles son los cuidados que hay que tener, que materiales se van a trabajar, por qué es importante tener ciertos cuidados (...) es importante entender cuáles son los cuidados los peligros de qué manera manejar ciertas situaciones que se pueden dar en la práctica. **P4. TI.13**

[Refiriéndose a los pasos del montaje de la práctica experimental] Experimentación (...) me parece que todo cabe dentro de lo mismo, que es como una visualización una práctica como tal del concepto. **P4. TI. 14**

Luego de ya haber experimentado de haber hecho el proceso (...) viene la observación, bueno claramente la observación también se está realizando dentro de la experimentación, pero después del resultado tenemos algo como tal que iremos a observar, entonces esta observación la identifique como observación macro, que son lo que nos permiten ver los ojos luego viene la observación micro que ya es a detalle. **P4. TI. 15**

Los materiales considero que dentro del proceso pedagógico como tal no hacen parte (...) hacen parte de la práctica en específico que vayamos a trabajar, en ciencias los materiales incluso se pueden encontrar en una práctica al aire libre. **P4. TI. 16**

La discusión de la experiencia y creo que es un trabajo importante, no solo el informe y hacer la guía nos dice que es lo que están haciendo los estudiantes o cómo ellos pueden afianzar un poco el conocimiento sino que además esta discusión de la experiencia como que problematiza eso que se está haciendo y a mi manera de ver es fundamental para que se genere la curiosidad para que se generen preguntas para que se afiance el conocimiento este tema de la discusión es muy importante y a veces no se da el espacio ni el tiempo para darlo. **P4. TI. 17**

La conceptualización, (...) ya viene siendo ubicar espacio temporalmente el concepto trabajado (...) dentro de la historia de la biología nosotros tenemos varios hitos por los cuales nos podemos mover y esto nos ayuda a conceptualizar, que es importante aprenderlo porque es importante entenderlo entonces este tema de la historia de la biología pues también juega un papel fundamental incluso (...) la historia de la biología la podemos colocar alrededor de todo porque podemos

	<p>guiar la práctica replicando modelos que ya se hayan hecho. P4. TI. 18</p> <p>Transferencia o retroalimentación para mí la transferencia o retroalimentación es un trabajo que permite que el estudiante no solo aplique los conocimientos que ya tiene hacia su entorno hacia su contexto, sino que además los termine de aprehender que los termine de recibir al hacerlos prácticos. P4. TI.19</p>
(5)	<p>Tengo en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes es decir yo no hago una práctica digamos experimental de laboratorio sin antes haber hecho un trabajo previo con los estudiantes de investigación. P5.ES. 3</p> <p>La práctica de laboratorio o la práctica experimental es cincuenta por ciento importante como es el cincuenta por ciento la investigación de los estudiantes y el análisis de los resultados. P5.ES. 4</p> <p>yo trabajo también con los estudiantes la investigación (...) se trabajan otro tipo de situaciones por ejemplo como un proyecto de aula, se trabajan cosas (..) donde ellos de una u otra manera están involucrando el experimento o están involucrando por ejemplo el reconocimiento del saber científico a partir del trabajo que ellos desempeñen en todo un bimestre. P5.ES. 5</p> <p>[Refiriéndose a la metodología de la práctica experimental] Tratar de darles como una linealidad (...) mostrar un experimento, una forma de experimentar, puede ser en un laboratorio, hay un conocimiento previo, (...) también hay una investigación previa, hay un análisis posterior al experimento y un cierre del experimento. P5. TI.6</p>
Subcategoría 1.3: El sentido de las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología	
(1)	<p>Las prácticas experimentales desde biología me permiten acercar un conocimiento que no es muy familiar para un estudiante con algo cotidiano, algo que es más evidente, algo que puede visibilizar y aplicar a su realidad de una manera más práctica. P1.ES. 26</p> <p>Cuando el estudiante encuentra que eso que está haciendo responde y se aplica a un contexto social independientemente del área de trabajo, si es de física, si es de química, si es biología, si es matemáticas, siento yo que esa aprehensión le permite cambiar el grado de significado y siento que es más ventajoso tanto para el estudiante como para el profesor. P1.ES. 27</p> <p>Es un aprendizaje que es operativo que le permite al estudiante transponer un proceso enseñando, en este caso desde la biología en cualquier ámbito desde su vida. P1.ES. 28</p> <p>Cuando reconocemos la experiencia del científico desde la indagación y la solución a un problema que el encuentra porque es una necesidad cercana a partir de un conocimiento que él tiene, de unas habilidades ya en el ámbito de la ciencia que tiene, digamos que ese rol adquiere un significado. P1.ES. 29</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del libro de texto] Sustenta de manera poco profunda el objetivo del diseño experimental.</p>

	<p>P1.TII.30 [Refiriéndose a Ventajas del video] Permite establecer la importancia del diseño experimental en el análisis y la proposición de explicación a fenómenos de la naturaleza. P1.TII.31</p>
(2)	<p>Observar y explicar los fenómenos naturales es una de las principales cosas que uno pretende en el aula de clases con los chicos y pues una de las mejores maneras es (...) la artificialización del mundo natural, que tiene sus ventajas y también hay que tener cuidado con sus dificultades. P2.ES.12</p> <p>El método que se ha utilizado en la ciencia para darle explicaciones a los fenómenos que es el método científico tiene una serie de pasos que ayudan a verificar y a comprobar las hipótesis y teorías que se han planteado y que han construido los distintos científicos a través del desarrollo de la historia de las ciencias y las prácticas científicas hacen un acercamiento a los estudiantes de como ellos mismo podrían hacer estas prácticas cuando ya estén en un ejercicio científico un poco más formal y comprendan que estos ejercicios ayudan a la construcción de un conocimiento lo más cercano a lo verídico con un porcentaje de fiabilidad mucho mayor para darle una explicación verídica y lo más real a los fenómenos de la naturaleza. P2.ES.13</p> <p>Los ejercicios experimentales ayudan y propiciar esos espacios en los cuales los estudiantes se pueden acercar a eso que hacen los científicos en el ámbito escolar. P2.ES.14</p> <p>Observar los fenómenos que pasan en la naturaleza no es cuestión de simplemente leerlo en un libro o verlo en una imagen, sino que los chicos tienen que ver cómo se desarrolla eso. P2.ES.15</p> <p>Las prácticas experimentales jugarían un papel importantísimo, ya que (...) el ejercicio científico y experimental que hace el estudiante permiten que él se ponga en ese papel y vea que realmente pasa o no pasa lo que se explica, lo que se trata de explicar, el fenómeno natural y en ese sentido el estudiante hace una propia construcción de esas explicaciones que se tratan de dar sobre el fenómeno en ese sentido las prácticas jugarían casi que un papel primordial a la hora de la construcción del conocimiento que tienen los estudiantes sobre determinado fenómeno natural. P2.ES.16</p>
(3)	<p>Son cosas que no ven normalmente en el aula y que no es lo mismo ir al laboratorio y tener la experiencia, vivir las cosas y verlas por sí mismos diferente a ver un video. P3.ES.21</p> <p>Esa capacidad de aprender se da mucho más fácil viviendo, teniéndolo ahí interactuando con las cosas. P3.ES.22</p> <p>Yo creo que la práctica experimental tendría que estar siempre, siempre en cada temática tener un espacio para uno ir y mostrarles el concepto o lo que se está enseñando dentro de un hábitat más experimental, yo creo que estaría muy transversal a todas las temáticas. P3.ES.23</p>
(4)	<p>Las asumo, yo diría que, con mucha responsabilidad, para mí que es asumir con responsabilidad una práctica experimental, para mi asumirla con responsabilidad es planear, tener claros los objetivos de la práctica, es decir que es</p>

	<p>lo que yo quiero lograr o por qué la voy a hacer. P4.ES. 20</p> <p>La vamos a hacer porque la necesito o veo la necesidad de que los estudiantes necesitan conceptualizar de manera diferente o hacer visibles ante ellos fenómenos que para ellos no son tan visibles y que son necesarios traerlos a la experiencia. P4.ES. 21</p> <p>Yo creo que si se hace bien las cosas tienes posibilidades las que tú quieras, infinitas, no sé si estoy enalteciendo un poco las prácticas experimentales, pero considero que todo lo que pasa por el corazón del niño o del estudiante, esa experiencia lo marca y va a trascender frente a muchas cosas. P4.ES. 22</p> <p>Yo sí considero que las prácticas experimentales no son solo importantes sino son esenciales, una clase, una materia dada, una asignatura, si no tuvo prácticas experimentales puede pasar por una oreja y salir por la otra. P4.ES. 23</p> <p>El cuerpo no es un soporte del cerebro, no es que el cuerpo cargue al cerebro el cuerpo y el cerebro hacen parte del cuerpo, si no, no tendríamos manos ni pies seríamos cerebros ambulantes, entonces cuando nosotros experimentamos algo utilizamos los sentidos las emociones eso ayuda a percibir de manera inteligente todo (...) estás haciendo un aprendizaje desde tus manos, estás oliendo (...) estás viendo, que es muy diferente a teorizarlo. P4.ES. 24</p> <p>Una práctica experimental tiene que estar en biología, es que tiene, bueno no solo en biología, como tal en la enseñanza. P4.ES. 25</p> <p>Pienso que si las prácticas experimentales no se hacen juiciosamente quedan en un activismo, como ay hagamos este experimento ya el niño se maravilla, (...) si yo hago todo este trabajo pedagógico y también de corte didáctico pues yo puedo decir ah bueno es que quiero explicar, que ellos aprendan más acerca de esto. P4. TI.26</p>
(5)	<p>Considero que las prácticas experimentales de biología son importantes y son necesarias dentro de un proceso de enseñanza y aprendizaje y además porque dentro de los derechos de aprendizaje básicos que los estudiantes tienen propuestos desde el ministerio de educación si pienso que son necesarias. P5.ES. 7</p> <p>Son un complemento necesario para la enseñanza de la biología, la biología no se puede enseñar solo en el aula, la biología tiene que tener otros campos de acción como por ejemplo los campos experimentales. P5.ES. 8</p> <p>No siempre se puede esperar que el cien por ciento de los estudiantes asuman o comprendan un tema a partir de una práctica experimental pero sí se puede decir que un porcentaje de un setenta por ciento. P5.ES. 9</p> <p>[Refiriéndose a la desventaja de la metodología del video] Haría falta una explicación del por qué y para qué se realiza el experimento. P5. TII.10</p>
Categoría 2: Didáctica de las ciencias (biología)	
Subcategoría 2.1: Transposición didáctica y recontextualización del conocimiento	
(1)	Las metodologías que encuentro para transponer lo que haría un científico con una situación problema P1.ES. 32

	<p>La didáctica (...) para mi es algo muy importante porque (...) como un campo del saber que reflexiona en torno a lo que uno puede hacer en el aula o con los estudiantes, con el que los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias específicamente es trascendental, partiendo incluso desde la imagen de ciencia que tenga el profesor desde la imagen de estudiante que tenga el profesor desde el propio concepto de didáctica que tenga el profesor digamos que desde ahí se estructura todo lo que es la experiencia de aula. P1.ES. 33</p> <p>La didáctica me implica digamos desde las metodologías que yo voy a seleccionar para abordar un eje temático hasta todas las concepciones que tengo de mis estudiantes y que me va a permitir de acuerdo a su contexto revalorizar lo que ellos vienen a aprender en el aula. P1.ES. 34</p> <p>La didáctica es todo aquello que me va a permitir a mi abrir la perspectiva del concepto en sí mismo y de su aplicación en diferentes ámbitos y eso lo logro desde la metodología de trabajo desde los instrumentos de trabajo y desde las concepciones que yo tenga de ciencia de mis estudiantes de didáctica incluso desde la biología. P1.ES. 35</p>
(2)	<p>Dependiendo de cómo uno lo observe o como lo escriban en la guía o uno lo observe en el video (...) uno entraría a hacer algo así como una mini transposición didáctica de lo que uno ve en el video a lo que uno puede realizar, tratando de hacer como si no se tienen los recursos o si es muy complejo lo que se propone, tratar de hacer una reproducción en términos reales con lo que se tiene de ese ejercicio. P2.ES.17</p> <p>No habría necesidad de que hubiera un tratamiento previo de las prácticas científicas y pues incluso creo que eso lo hacen los libros de texto. P2.ES.18</p> <p>El tratamiento previo lo hace uno como maestro al observar las prácticas con respecto a una temática determinada (...) es ese proceso de esa mini transposición didáctica que uno le haría al ejercicio científico que uno observa en los videos o en el papel, para que los chicos lo puedan realizar y entiendan lo que están haciendo. P2.ES.19</p>
(3)	<p>Yo miro, le meto otras variables o bueno se puede mirar tengo el experimento del libro de texto tal, entonces yo puedo hacerles modificaciones, (...) yo busco que me den ideas y después yo modifico las variables, (...) no tendría como tal un parámetro de bueno tiene que tener tal seguimiento tiene que tener tales pasos si no pues yo busco que me den ideas y yo modifico las cosas de acuerdo a como esta mi contexto mi aula mi laboratorio y mis estudiantes. P3.ES.24</p>
(4)	<p>Hay que hacerles algo por supuesto, estas, las de YouTube (...) tienen que llevar algo (...) considero que, si o si estas deben tener una previa información, además que puede ayudar mucho más a retroalimentar el concepto. P4.ES. 27</p> <p>Como maestro puedes completar ese contenido que te apoya, el contenido no te puede hacer todo, tú tienes que trabajar como maestro en eso. P4.ES. 28</p>
(5)	<p>En la clase se debe mirar y modificar ese conocimiento, se debe buscar qué es lo que sirve y qué es lo que no sirve.</p>

	P5.ES. 11
Subcategoría 2.2: Las habilidades científicas en la escuela	
(1)	<p>Ese diseño experimental me va a permitir a mi desde lo disciplinar de la biología desarrollar y profundizar en habilidades de carácter científico como que los chicos observen comparen miran organizan la información y digamos que tengan una experiencia más cercana a lo que hace un científico en la realidad. P1.ES. 36</p> <p>Llevar un estudio específico a un diseño experimental permite incluso reconocer variables reconocer habilidades de contraste, permite incluso en la toma de datos implica como otras habilidades. P1.ES. 37</p> <p>El desarrollo de habilidades científicas siempre está focalizado en lo que yo puedo hacer para validar esas inferencias que respaldan ese interés u objeto de investigación. P1.ES. 38</p> <p>No es únicamente el saber disciplinar sino es también en lo que repercute ese desarrollo de habilidades en este caso pues científicas porque es para generar un bienestar en la comunidad entonces es también la toma de decisiones es también las modulaciones en un trabajo en grupo es también escuchar los aportes individuales y poderlos concertar en la memoria de trabajo grupal.P1.ES. 39.</p> <p>En una etapa ya básica secundaria y media uno llega ya al desarrollo de habilidades científicas e incluso creo que se concentra en eso para que adquieran todo ese bagaje procesual y pueda transponerse desde cualquier situación de la vida, siento que el conocimiento científico viene después. P1.ES. 40</p> <p>Desde mi experiencia docente yo priorizo el desarrollo de habilidades científicas. P1.ES. 41</p> <p>El hecho de que yo esté ya en un montaje, que esté modulando muchas cosas y eso a nivel de desarrollo de habilidades del pensamiento es para mí muy importante y muy significativo. P1.ES. 42</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del libro de texto] No tiene en cuenta las limitaciones que se pueden presentar en el desarrollo de una estrategia experimental debido a la retroalimentación que hace de las mismas (utiliza, aplica, analiza, explica). P1.TII. 43</p> <p>[Refiriéndose a Ventajas del libro de texto] conlleva al desarrollo de habilidades para interpretar y hacer inferencias sobre un fenómeno específico; así mismo para medir, comparar, observar y justificar sus diferencias. P1.TII. 44</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del video] El desarrollo de competencias científicas supone su abordaje desde el profesor y la forma como integra el video a su metodología de trabajo, la presentación del video no supone por si sola el desarrollo de competencias científicas. P1.TII.45</p>
(2)	<p>La práctica experimental le permite al estudiante seguir unos pasos seguir unas instrucciones seguir unos métodos y una rigurosidad a la hora de hacer un proceso investigativo. P2.ES.20</p> <p>Con los ejercicios científicos los chicos empiezan a adquirir una rigurosidad y actitudes cercanas a datos certeros que</p>

	<p>les ayuden a explicar el fenómeno. P2.ES.21</p> <p>No podríamos colocar en una balanza el conocimiento versus las habilidades científicas, creo que en ese sentido tendría que haber un balance, siempre tiene que haber un balance en el cual la habilidad científica representa un conocimiento adquirido y que el conocimiento que se tenga represente también el uso adecuado de las herramientas científicas y de las habilidades científicas, entonces sería más bien no uno más importante que el otro, sino más bien como un balance. P2.ES.22</p>
(3)	<p>Las habilidades científicas están muy relacionadas con las potencias de lo que uno puede alcanzar dentro de la materia (...) la biología se necesita también mucho el espacio del laboratorio para poder desarrollar esas habilidades porque el laboratorio permite esos espacios. P3.ES.25</p> <p>El desarrollo de habilidades se puede desarrollar en el laboratorio porque es un acercamiento más al conocimiento en tanto yo lo puedo construir en tanto yo puedo ir y revisar y preguntarme mirar otras formas y estar con mis compañeros que me permite la construcción de un aprendizaje colectivo entonces hay otras preguntas hay otros conocimientos que se relacionan y más con tanto con aquello de llegar y sentir, el aprendizaje directamente con la temática, llegar y ver, sentir, observar es diferente a verlo en teoría en el cuaderno. P3.ES.26</p> <p>Yo pensaría que adquirir habilidades científicas porque los conocimientos científicos están ahí, están en el libro están en la biblioteca y pues digamos que uno el concepto como tal, el acercamiento que uno tiene es diferente a las habilidades que uno puede desarrollar, pensaría que es mucho más importante en la vida de un científico desarrollar esas habilidades o en una persona, desarrollar esas habilidades que tener ese conocimiento ahí. P3.ES. 27</p> <p>Todos los conocimientos tienen que ser pertinentes, el concepto se queda como tal ahí, bueno los conceptos se quedan ahí y uno los puede olvidar los puede dejar de lado, los vio y se olvidaron y ya en cambio las habilidades uno las tiene ahí encarnada y no las deja. P3.ES.28</p> <p>Como la observación como el desarrollo de procesos la metodología la capacidad de análisis la capacidad de estructurar de formar complejidades. P3.ES.29</p> <p>Pensaría que para el desarrollo de las habilidades científicas tendría uno que leer porque todos los avances científicos todo en la historia todo está escrito entonces uno tiene que leer para llegar a desarrollar esas habilidades científicas. P3.ES. 30</p> <p>La lectura posibilita también ese desarrollo de habilidades científicas o no sería que posibilita, como que lleva a que en el momento en que tu estés en el laboratorio tengas mayores capacidades para analizar tengas más formas para llegar y decir bueno esto no puede ser así porque leí que tal vez influyan otras variables o pase de otra. P3.ES. 31</p>

	[Refiriéndose a la desventaja de la metodología del Video] El estudiante puede observar el video, pero no realizar la práctica como tal, lo que no permite que el estudiante desarrolle habilidades científicas. P3.TII. 32
(4)	<p>la observación, (...) que a nivel científico pues obviamente es muy importante, (...) la discusión que se genera a partir de las prácticas genera también una indagación una curiosidad, también importante para la ciencia. P4.ES.29</p> <p>Muchas veces uno se queda solo en la observación (...) también peca al hacer los resultados muy cuadriculados al menos yo creo que se podría potenciar la creatividad. P4.ES. 30</p> <p>La creatividad es algo supremamente importante para el desarrollo científico.</p> <p>El uso comprensivo del conocimiento científico. P4.ES. 31</p> <p>Desarrollar habilidades científicas porque (...) si tú te interesas más por los conceptos, prácticamente te vuelves una biblioteca. P4.ES. 32</p> <p>Cuando tu desarrollas habilidades científicas te llenas de curiosidad y eso finalmente tarde que temprano te va a llevar a los conceptos científicos. P4.ES. 33</p> <p>cuando tú desarrollas esta habilidad de entender las cosas de manera diferente, aplicarlas a tu cotidianidad y hacerlos parte de tu vida diaria pues ya los conceptos vienen por añadidura. P4.ES. 34</p> <p>El desarrollo de habilidades, a pesar de ser, además de ser lo más complejo viene siendo como el complemento interesante en la vida de las personas. P4.ES. 35</p> <p>Vamos a hacer una práctica experimental fuera del aula, (...) entonces ahí ya está aplicando habilidades artísticas, está complejizando la información a partir de modelos, está haciendo una interpretación (..) está un producto escrito, desarrollamos un montón de cosas a partir de una práctica y eso la hizo rica porque entonces hizo que el estudiante moviera varias partes estimulara varias partes de su cerebro. P4.ES. 36</p>
(5)	<p>No es lo mismo mostrarle a un estudiante (...) en el tablero a que el estudiante haga la experimentación, eso promueve en el estudiante un espíritu investigativo promueve un espíritu científico si, de ver que la ciencia es cotidiana. P5.ES. 12</p> <p>[refiriéndose al desarrollo de habilidades a través de medios y recursos didácticos] Eso depende mucho del manejo que le dé el estudiante. P5.TII. 13</p>
Categoría 3: Medios y recursos didácticos en la enseñanza de la biología	
Subcategoría 3.1 “prácticas experimentales de biología” en medios y recursos	
(1)	Hay personas que hacen sus experimentos y los cuelgan en un portal de YouTube y digamos que no miden causa ni efectos a nivel de procesos de modelización, de procesos de enseñanza aprendizaje, sino que los cuelgan como muy sueltos, yo si siento que los experimentos deben estar ligados a ambientes de aprendizaje y que se respeten los momentos

	<p>en los cuales yo presento esa estrategia experimental a un estudiante. P1.ES. 46</p> <p>Pueda que yo vea un video en YouTube suelto y yo como docente ya haya hecho previamente algunos momentos de aprendizaje así sea que mi metodología inicie con un experimento, pero yo sé que ese experimento va ligado a otras etapas dentro de la autonomía que yo manejo metodológicamente en el aula entonces yo sí siento que el experimento por sí solo no puede considerarse un instrumento de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tiene que ir integrado a una metodología, sea que yo inicie con el experimento, sea que el experimento esté en el intermedio o sea que este en cualquier etapa, pero tiene que haber un abordaje, una valorización, un reconocimiento y una retroalimentación de esos aportes que el experimento me está dando. P1.ES. 47</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del libro de texto] El desarrollo metodológico propuesto es superficial. P1.TII. 48</p> <p>Desconoce dentro de una metodología de investigación aspectos fundamentales para concebir el diseño o la estrategia experimental de la manera más adecuada, ((...)) reformulación de la pregunta, restricciones a tener en cuenta...). P1.TII. 49</p> <p>[Refiriéndose a Ventajas del libro de texto] Reconoce una metodología de trabajo desde una situación o pregunta. P1.TII. 50</p> <p>El desarrollo del contenido es progresivo, de acuerdo o cercano a un método de investigación. P1.TII. 51</p> <p>El lenguaje conlleva a comprender desde el marco de la pregunta el experimento. P1.TII. 52</p> <p>Conlleva a generar inferencias por parte del estudiante. P1.TII. 53</p> <p>[Refiriéndose a Ventajas del video] El objeto de estudio se sustenta a partir de un experimento. P1.TII. 54</p> <p>Las representaciones emitidas en el diseño experimental y el apoyo de enunciados guía después de su explicación, permiten la finalidad del mismo. P1.TII. 55</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del video] El marco conceptual para exponer explicaciones al diseño carece de elementos en torno al lenguaje científico. P1.TII. 56</p> <p>No se presentan elementos que conlleven a generar nuevas inferencias por parte del receptor en el desarrollo del experimento. P1.TII.57</p> <p>[Refiriéndose a Ventajas del video] Incentiva la aplicación del diseño experimental por medio de un paso a paso inicial. P1.TII.58</p> <p>Las representaciones son claras y permiten un abordaje inicial, sin embargo, no responden a una metodología de investigación completa. P1.TII. 59</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del video] Parte de la estrategia experimental para abordar una respuesta a una situación o pregunta no bien contextualizada. P1.TII.60</p>
--	--

	<p>La metodología aplicada no es clara, debe incluir otros elementos para su finalidad (emisión de hipótesis...). P1.TII.61 [Refiriéndose a desventajas del libro de texto] Se apoya el experimento en una pregunta general y en la formulación de una hipótesis abierta. P1.TII. 62 [Refiriéndose a Ventajas del libro de texto] Reconoce una plantilla que aborda un interés metodológico. P1.TII. 63 presenta una pregunta de interés y a partir de ella promueve el experimento. P1.TII. 64 Incluye dentro de una fase de trabajo el registro de información y su análisis. P1.TII. 65</p>
(2)	<p>La principal fuente, de la red, y pues uno siempre acude, digamos a la fuente principal de videos que es YouTube, siendo sinceros. P2.ES.23 Impresos y digitales, sobre todo digitales que son los que más ayudan a realizar las prácticas experimentales porque el medio visual y sobre todo los videos le dan a uno como una guía en tiempo real o por lo menos de cómo se hacen los ejercicios experimentales. P2.ES.24 Eventualmente también cuando uno busca, encuentra laboratorio de tal temática y encuentra uno la guía de laboratorio o en libros propiamente de texto se encuentran las guías ya elaboradas de laboratorio, pero pues como lo digo, el medio visual, audiovisual, pues ofrece como una guía más completa de cómo llevar a cabo eso que uno ve en el texto. P2.ES.25 Habrá videos de ejercicios experimentales bastante asombrosos, bastante increíble, pero pues si no se tienen a la mano los recursos pues obviamente no se puede reproducir. P2.ES.26 [Refiriéndose a Ventajas del video] El recurso visual muestra el experimento hecho en términos más largos de tiempo (...) pero mostrado en forma más abreviada. P2.TII. 27 [Refiriéndose a la relación entre los libros de texto y los videos] Uno complementa al otro como un ejercicio que ayude a una mejor comprensión del fenómeno. P2.TII.28 [Refiriéndose a desventajas del video] El estudiante no realiza experimentación. P2.TII.29</p>
(3)	<p>De internet básicamente y pues uno está mirando siempre escribe ahí en google práctica experimental como enseñar y además pues ahorita están guías libros de texto también colgados en internet entonces una va y busca que guían en PDF y pues ahí sale, hay varios libros que dicen experimentos fáciles para trabajar en el aula entonces uno va y mira experimentos que sean prácticos experimentos que sean fáciles de desarrollar en el aula. P3.ES.33 Voy escribo en google y ahí salen se despliega PDF yo busco PDF de una o también página libros entonces ver libro de tal y ahí lo busco y no abro tal página en específico no, sino el que me dé mejor opción y más rápido ese es el que escojo. P3.ES.34 Que los materiales sean fáciles de conseguir que estén de acuerdo a la edad del estudiante que me permitan enseñar la temática que voy a enseñar que ya se ha desarrollado, que sea como efectivo para que los estudiantes aprendan.</p>

	<p>P3.ES.35 [Refiriéndose a la ventaja de la metodología del libro de texto] Maneja un lenguaje cotidiano P3.TII. 36 Separa en momentos el proceso a realizar. P3.TII. 37 [Refiriéndose a la desventaja de la metodología del libro de texto] Las instrucciones no son claras (la pregunta no es adecuada, el experimento no da respuesta a la pregunta. P3.TII. 38 [Refiriéndose a la desventaja de la metodología del video] No hay una introducción al tema del experimento. P3.TII. 39 Faltan bases conceptuales, mayor análisis de resultados. P3.TII. 40 [Refiriéndose a la ventaja de la metodología del video] Muestra cada paso a desarrollar visiblemente, posibilita una mayor interacción para explicar. P3.TII. 41</p>
(4)	<p>Internet, Wikipedia. P4.ES.37 Como yo me considero más grafico depende de lo que yo vaya a hacer, depende de la práctica experimental yo coloco la palabra en imágenes y si encuentro un informa, maravilloso. P4.ES. 38 Busco videos, (...) afortunadamente puedo colocar YouTube en clase obviamente no así buscarlos en clase sino previamente. P4.ES.39 Medios impresos claro está me toca trabajar el libro bastante, entonces yo a veces reviso mucho el libro porque obviamente me toca mirar a ver como empalmo mis prácticas con todo. P4.ES. 40 Yo reviso que la información que esté allí sea correcta considero que tengo las habilidades para identificar que la información esté bien, dos que los recursos si los voy a proyectar a los estudiantes, sean llamativos si son para mi pues bueno yo me los quedo porque con eso yo puedo trabajar pero si son para los estudiantes tienen sí o sí que ser llamativos (...) y finalmente que sea aplicable (...) que sea posible hacerlo en clase y de qué manera yo también lo puedo modificar para hacerlo con ellos y que sea casi que exprés, no porque yo quiera sino porque es el tiempo que tengo para trabajar con ellos. P4.ES.41 [Refiriéndose a Ventajas del video] Práctico, sencillo, puntual e incluso contundente. P4.TII.42 [Refiriéndose a desventajas del video] Falta de contexto, quizá obvie muchos temas de interés. P4.TII.43 Tal vez es demasiado concreto y corto. [Refiriéndose a la desventaja de la metodología del libro de texto] Impersonal, poco llamativa, difícil de replicar debido a los cuidados que hay que tener. P4.TII.44 [Refiriéndose a la ventaja de la metodología del video] Llamativa, creativa y sencilla de replicar (...) puede complementar el ejercicio de la enseñanza. P4.TII.45 [Refiriéndose a la ventaja de la metodología del libro de texto] Procedimentalmente son puntuales y concretas.</p>

	<p>P4.TII.46 [Refiriéndose a ventajas del manejo y desarrollo del contenido en el libro de texto] Organizado, con hilaridad entre texto y actividades. P4. TII.47</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del manejo y desarrollo del contenido en el libro de texto] Falta de contexto, lenguaje no es entendible. P4.TII. 48</p>
(5)	<p>Ellos se basan en otros profesores para ver qué experimento puede ser el más conveniente, (...) mirar videos, (..) la lectura desde la biblioteca, también en los libros pueden encontrar cosas es decir ellos son muy recursivos en eso. P5.ES. 14</p> <p>En su gran mayoría de internet, puede ser de YouTube o puede ser por ejemplo he visto algunos estudiantes que buscan por ejemplo videos que son de NATGEO, de páginas ya más especializadas en ciencia o cosas así pero generalmente de YouTube. P5.ES. 15</p> <p>Yo trato de recurrir a medios que tengan una jerarquía investigativa por ejemplo yo reviso tres o cuatro videos de un mismo tema y generalmente miro que sean de universidades o cosas de ese estilo, de canales en YouTube, pero universitarios o cosas así, pueden ser canales universitarios o canales relacionados con ciencia pero que tengan credibilidad. P5.ES. 16</p> <p>Que sea información veraz, que sea información clara concreta que aterrice conceptos para la básica secundaria que sean aterrizados los conceptos, que sean muy cercanos al entorno que vive el estudiante. P5.ES. 17</p> <p>[Refiriéndose a la desventaja de la metodología del libro de texto] El estudiante lo puede tomar como algo aburrido. P5.TII. 18 El desarrollo del contenido esta dado en cuatro pasos, sin embargo, se pueden emplear más. P5.TII. 19</p>
Subcategoría 3.2: Medios y mediación	
(1)	<p>Me he orientado hacia las visitas a expertos entonces he hecho entrevistas semiestructuradas con expertos digamos del programa nacional de biotecnología de Colciencias he hecho también entrevistas semiestructuradas a el director del instituto de biotecnología de la universidad nacional he recurrido también a expertos de la facultad de ciencias agrarias, hemos revisado literatura, libros (...), hemos hecho revisión de artículos científicos en revistas indexadas, hemos revisado también algunos blogs, bases de datos que ponen algunas universidades, incluso pues he tenido que enseñarles a los chicos a usar bases de datos, (...) tesis también. P1.ES. 66</p> <p>Nosotros tenemos un píleo que es un plan de lecturas que existe por áreas entonces tenemos los textos que vamos a abordar durante todo el año o por semestre. P1.ES. 67</p> <p>Ellos proponen los diseños experimentales, pero yo estoy autorizando constantemente durante todo el proceso a los grupos. P1.ES. 68</p> <p>Si yo hablo de textos, no se me parece una mirada muy mecánica, como que es paso a paso, como que es muy deductivo,</p>

como que no se tiene en cuenta que es un sistema abierto donde el experimento puede fallar, como que pocos textos reconocen las limitaciones que tienen esos diseños experimentales que se muestran ahí y de hecho hay otros que también se valen de analogías para tratar de clarificar un experimento, entonces tampoco se ven las limitaciones de esas analogías en el proceso de modelación, de modelaje de los niños. **P1.ES. 69**

Si yo hablo por ejemplo de un medio audiovisual siento yo que ese diseño partiendo de un medio audiovisual tiene que ir apoyado en una metodología de trabajo que hace parte de la autonomía del profesor, para mí es un instrumento de trabajo ese medio audiovisual que utiliza el profesor para acercar ese concepto, conocimiento, poco familiar a algo más familiar. **P1.ES. 70**

Los chicos tienen sus computadores en el salón de clases y yo les doy la autonomía para que ellos bajo su interés y bajo todo el plan que se inicia en la metodología ellos elijan y seleccionen un experimento que esté por ejemplo en internet, en cualquier página, entonces normalmente yo miro que sea indexada, que sea de un grupo de una universidad, que esté validado, miro muy bien el proceso, los materiales, la bioseguridad que le exponga al estudiante, que en verdad pueda contrastarse y transponerse con ese conocimiento que en ese momento yo intento acercar. **P1.ES. 71**

Muchas veces está el experimento y el experimento está totalmente desligado del fenómeno natural que intenta explicar entonces como que si no le haya la explicación al experimento pues siento que se pierde el objeto de trabajo por completo, no es hacer por hacer. **P1.ES. 72**

De acuerdo a la autonomía de un docente ya sea que sea investigación dirigida, ya sea conflicto cognitivo, sea aprendizaje significativo, el experimento adquiere valor en algún momento de la metodología entonces si yo sé dónde voy a ubicar ese diseño experimental y por qué, cuál es la esencia de que se encuentre ubicado en esa etapa, siento yo que se pueden hacer muchas cosas. **P1.ES. 73**

Si yo sé dónde va ubicado ese diseño experimental y para qué está ahí siento yo que el experimento adquiere el objetivo específico de su implementación. **P1.ES. 74**

Un apoyo audiovisual para mí es muy importante y para ellos es más dinámico también sobre todo cuando uno está hablando de conceptos que son microscópicos, entonces es para mí una herramienta didáctica bien importante. **P1.ES. 75**

[Refiriéndose a desventajas del libro de texto] La intervención del estudiante puede limitarse a la plantilla expuesta, debido a que no se tienen en cuenta cambios en las variables, restricciones... **P1.TII.76**

El docente limita el desarrollo del experimento desde la guía de trabajo del texto. **P1. TI.77**

[Refiriéndose a Ventajas del libro de texto] El docente puede orientar e incluir elementos de acuerdo al desarrollo elegido. **P1.TII.78**

	<p>[Refiriéndose a desventajas del video] La intervención del estudiante y del docente deben apoyarse en otros instrumentos aparte del instrumento audiovisual, debido a que lleva a un abordaje más amplio: delimitar el objeto del experimento para perfilar dicho abordaje. P1.TII.79</p> <p>[Refiriéndose a Ventajas del video] Expone elementos de orden experimental que pueden modularse de acuerdo a los intereses del docente y del estudiante. P1.TII.80</p> <p>[Refiriéndose al desarrollo de las prácticas experimentales en libros de texto y videos] Formularia la aplicación del experimento ligado a una metodología de trabajo a partir de un problema relacionado. P1.TII.81</p>
(2)	<p>Los materiales visuales en términos de que los tiempos para uno poder adecuar ejercicios, fenómenos que no se podrían ver en tiempo real, en tiempo corto, sino que ahí está el material visual. P2.ES.30</p> <p>El medio didáctico se refiere a cómo aborda como tal uno ese tema y qué herramientas utiliza un maestro para abordar determinada temática (...) cómo yo explico y hago entender a los chicos determinada temática. P2.ES.31</p> <p>La construcción del conocimiento la hace cada individuo, uno maestro puede ser un guía y alguien que le ayuda a acercarse al conocimiento. P2.ES.32</p>
(3)	<p>Pues la didáctica estaría pues abarcada desde la biología por ejemplo desde lo que yo hago busque que los niños se acerquen que trabajen. P3.ES.42</p> <p>Yo asumo la didáctica desde esa forma de relacionar ese conocimiento, pero no sería el instrumento como tal sino relacionar el conocimiento con una forma de hacerlo, que los estudiantes la pasen bien. P3.ES.43</p> <p>Trato de que también la clase sea divertida para ellos que desarrollen habilidades. P3.ES.44</p> <p>Yo asumiría la didáctica desde ese punto de buscar la forma de cómo enseño la biología. P3.ES.45</p> <p>[Refiriéndose a la desventaja de la metodología del libro de texto] El estudiante se limita a seguir pasos y las preguntas de análisis son muy pobres. P3.ES.46</p> <p>[Refiriéndose a la desventaja de la metodología del video] El estudiante solo observa. P3.TTI.47</p> <p>La práctica necesitaría hacerla cada uno en el aula porque para que se encarnen los conocimientos se tiene que practicar. P3.TII. 48</p> <p>Se debe hacer la práctica con los estudiantes donde estos sean actores activos de la misma y puedan introducir o alterar variables. P3.TII. 49</p>
(4)	<p>La institución maneja un libro, (...) hay que llenarlo (...) por petición de los padres (...) en ese sentido es otra consideración si la práctica que voy a hacer está relacionada con el tema del libro y como lo trabaja el libro y como yo puedo proponer una práctica alterna. P4.ES. 49</p> <p>No quiero satanizar el libro porque hay cosas interesantes que se rescatan de allí al menos hay buenas lecturas,</p>

gráficamente considero que es bueno sin embargo me parece que la manera en que está estructurado el modelo pedagógico que tiene, lo objetivos que tiene el libro no se empalman con la política, con el PEI de la institución que es algo tremendamente grave porque si va en contravía es muy difícil llevar las dos cosas ahí como forzadas y en esa perspectiva muchas veces se dificulta trabajar el libro. **P4.ES. 50**

Pienso que el libro podría ser una gran ayuda en términos de retroalimentación en casa porque si considero que el libro puede ayudar a retroalimentar bastante en casa, es bastante explicativo, pero entonces en clase siento que a uno le quita el peso, la autoridad. **P4.ES. 51**

Si uno aborda el mismo tema a partir de varias aristas en recursos y habilidades científicas tú vas a tener una riqueza bien interesante que eso además va a ayudar a que el estudiante como que coja más el conocimiento. **P4.ES. 52**

Un libro como tal, no es nada, no es más una recopilación de información **P4.ES. 53**

El medio didáctico, (...) es como ese estado que está relacionado con la enseñanza y aprendizaje del estudiante. **P4.ES.54**

Yo consideraría que trato de (...) hacerme entender bastante bien por medio de cualquier recurso sea digital, sea gráfico sea oral incluso per formatico. **P4.ES.55**

El medio es ese estado, (...) imaginario de enseñanza aprendizaje, como esa comunicación que está llena de un objetivo, está llena de sentido que va bidireccionalmente con el estudiante y conmigo, (...) tratando de hacerlo muy entendible, un canal bien directo entre el estudiante y yo para que ese medio didáctico fluya y en ese sentido entonces yo le meto que el recurso digital que el recurso oral, que el recurso gráfico que el recurso performance. **P4.ES.56**

Escucho mucho los estudiantes, por ejemplo, ellos me han recomendado algunos canales. **P4.ES.57**

Internet es una plataforma libre y en esa perspectiva cualquier persona puede subir lo que quiera, como quiera y donde quiera, en ese sentido el maestro tiene que ser un cazador, un maestro no puede escoger cualquier cosa que se le ocurra o cualquier cosa que ve de primeras, no, un maestro tiene que ser un cazador tiene que saber qué es lo que va a coger, como lo va a coger, por qué lo va a coger y de qué manera lo va a usar, eso depende del maestro. **P4.ES.58**

Depende del maestro que sepa escoger, que sepa cómo llegarles a los estudiantes, que sepa utilizar la información buena que hay. **P4.ES.59**

Si nosotros no generamos un canal de comunicación con ellos, pues va a ser muy difícil tratarlos como si fueran de nuestra generación, tenemos que generar un canal de comunicación, precisamente para compartir todas esas experiencias que ellos nos pueden dar y que nosotros podemos darles. **P4.ES.60**

El tema de la tecnología tiene que estar de la mano de los maestros y yo en las aulas no veo eso, al menos en las de colegio público no y puedo decir que si he estado en varios, sé que en los colegios públicos no hay de otra que tablero

	<p>y de pronto salir. P4.ES.61</p> <p>Siento que estamos atrasados porque las generaciones actuales están predispuestas a lo tecnológico, a lo visual (...) hace falta más filin, porque sí hay un canal que se interrumpe ahí y tiene que haber una conexión, una comunicación, y tiene que ser asertiva. P4.ES. 62</p> <p>[Refiriéndose a la intervención del maestro y el estudiante en la metodología propuesta por el libro de texto] De haberlo aplicado un maestro, su intervención es la "aplicación del recurso". P4.TII.63</p> <p>La intervención del estudiante es total, porque la guía está construida para ser desarrollada sola. P4.TII.64</p> <p>[Refiriéndose a las ventajas del video] Maestro: practicidad en el momento de explicar; Estudiante: entendimiento audiovisual. P4.TII.65</p> <p>[Refiriéndose a las desventajas del video] Estudiante: ausencia de contexto, falta de contenido. P4. TII.66</p> <p>[Refiriéndose a las características de la práctica experimental del libro de texto] De ser más visual, con una diagramación diferente y con una inclusión a otros actores, además de mostrar variables podría llegar a mejorar considerablemente. P4.TII.67</p> <p>[Refiriéndose a las características de la práctica experimental del video] Con una guía, una retroalimentación y actividades paralelas que complementen el ejercicio, además de la inclusión de variables y de otros actores, mejoraría. P4. TII.68</p> <p>Como son prácticas experimentales, la idea es que uno pueda lograr la planeación sobre esas prácticas considero que es muy asertivo lograrlo porque con eso la práctica no pierde el sentido, además de eso está orienta bajo una mirada, bajo un objetivo, entonces me parece muy importante el tema de la preparación y planeación del maestro. P4. TI.69</p>
(5)	<p>Hay estudiantes para los que de pronto será más interesante ese tipo de prácticas como para otros que no sin embargo por lo general uno lo que debe hacer es buscar que tipo de práctica es la que favorece en ese momento la explicación y de una u otra manera involucrar al grupo. P5.ES. 20</p> <p>El medio didáctico se puede asumir de varias maneras (...) desde la participación de los estudiantes, desde la creación del maestro desde la innovación del maestro en el aula, (...) la experimentación en clase, la experimentación en el laboratorio, a partir de una salida pedagógica, a partir de la investigación. P5.ES. 21</p> <p>La didáctica de la clase está relacionada directamente con qué clase de estudiante, con qué clase de población trabajas tú y qué tipo de estrategias trabajas. P5.ES. 22</p> <p>Aquí(...)se trabaja mucho los videos, el ver los videos para luego poder ir al laboratorio y poder trabajar eso. P5.ES. 23</p> <p>Hoy en día con las redes sociales, por televisión, ellos pueden acceder muy fácilmente a la información, la situación es cómo explicarla en el aula,(...) cómo hacer para que el maestro oriente eso que ellos están haciendo porque (...) entonces</p>

	<p>ven un video y en el video muestran algo pero resulta que van y miran el libro y en el libro hay otra cosa y el maestro les dice otra cosa entonces hay que medir muy bien esa situación mirar a ver realmente cual es la verdad científica y que es lo que realmente les aporta a ellos y qué realmente es cierto de todo lo que se está investigando. P5.ES. 24</p> <p>Hay recursos visuales que ya están mandados a recoger, pero hay recursos audiovisuales muy buenos, entonces a mí me parece que el recurso audiovisual tampoco se puede agotar y tampoco se puede coger y hacer uso de él abusivamente, un recurso visual es bueno en la medida en que enseña cosas concretas, en que es llamativo, en que es creativo, en que pone en contexto a los estudiantes y en la medida en que relaciona el tema con su cotidiano vivir. P5.ES.25</p> <p>Un trabajo como el que se está planteando debe constar de los dos componentes, o incluso otros más, el uno acompaña al otro y le refuerza, siempre y cuando haya un acompañamiento del maestro, investigaciones previas, conclusiones y análisis posteriores. P5.TII.26</p> <p>Es probable que la lectura (...) se complemente muy bien con el video. P5.TII.27</p> <p>[Refiriéndose a la desventaja de la metodología del video] En el video siempre debe haber un acompañamiento y explicación previa y posterior, de lo contrario no funciona. P5.TII. 28</p>
Categoría 4: La imagen en la construcción del conocimiento científico	
Subcategoría 4.1: La imagen en la construcción del conocimiento biológico	
(1)	<p>Una imagen es algo que ya está hecho, que adquiere un significado incluso de acuerdo a la interpretación que cada persona le dé. P1.ES. 82</p> <p>Para mí una imagen es un tipo de representación, y una representación también incluye el grado de significado que alguna persona hizo para mostrarme un proceso de modelización que hizo entonces (...) yo soy muy cuidadosa con el uso de las imágenes y siempre hago claridad de que son representaciones que, si bien alguien puede representar un concepto de alguna manera, pues puede variar ese significado para otros desde la semántica la pragmática la sintáctica. P1.ES. 83</p> <p>Me parece que es un lenguaje muy complicado (...) prefiero que el estudiante me organice un dibujo personal de lo que él comprende de un texto e incluso lo acompañe de un párrafo guía o de un enunciado guía a que decida elegir algo de internet y ponerlo. P1.ES. 84</p> <p>Si yo veo que el estudiante me puede hacer una representación propia pues en lo posible prefiero que (...) él sea el que me represente eso a que me copie y me pegue o me recorte y me pegue. P1.ES. 85.</p> <p>En términos generales (...) un significado que alguien no conoce yo no tengo problema en buscar una imagen, (...) como un apoyo, como una herramienta didáctica me sirve. P1.ES. 86.</p>
(2)	<p>La biología a diferencia de otras áreas y teniendo en cuenta la biología como una ciencia particular distinta a las demás,</p>

	<p>enseñar biología tiene que ser muy visual y ejercicios prácticos constantes. P2.ES.33</p> <p>La imagen es una palabra un poquito ambigua y si nos referimos a la imagen entendido por lo visual, pues el papel es importantísimo, como ya lo había dicho es muy difícil explicar algo que hay en el papel y que solo esté en letras. P2.ES.34</p> <p>Las ciencias y sobre todo la biología dan explicaciones a fenómenos naturales que se dan en el mundo real y la imagen es algo importantísimo porque hace como una, sería muy redundante decir visualización, pero como la representación real de lo que se ha escrito y de lo que tiene la teoría. P2.ES.35</p>
(3)	<p>los niños son ahorita (...) son muy visuales. P3.ES.50</p> <p>Una imagen dentro del formato del laboratorio pues verían que ah bueno tiene que quedar así entonces van y siguen las instrucciones como que más fácil, ellos son como que más visuales que de leer ellos funcionan más viendo que leyendo. P3.ES.51</p>
(4)	<p>Depende de cómo tú lo manejas por ejemplo en mi caso es muy importante el tema gráfico entonces en ese sentido si yo trabajo desde la retroalimentación de las experiencias en que se hicieron las prácticas experimentales pues esa retroalimentación también tiene que ser gráfica. P4.ES.70</p> <p>Hay una mayor receptividad (...) es espectacular la manera en que los estudiantes reciben la información es que yo considero que nosotros somos muy audiovisuales. P4.ES.71</p> <p>El medio audiovisual explota es que para ellos es muy chocante y hay muchas preguntas. P4.ES.72</p> <p>Yo creo que lo audiovisual es algo en lo que considero estamos quedados acá en Colombia. P4.ES.73</p>
(5)	<p>La biología es algo muy visual y el contexto actual de la sociedad se presta para que lo visual sea muy llamativo para los estudiantes, la biología no se queda atrás en ese crecimiento de ese contexto, es decir enseñar biología sin tener en cuenta lo visual es algo casi imposible. P5.ES.29</p> <p>Estamos ante una generación visual. P5.TII.30</p> <p>[Refiriéndose a la desventaja del video] Puede dejar más cosas en claro, pero puede limitar el pensamiento del estudiante. P5.TII.31</p>
Subcategoría 4.2: La imagen en las prácticas experimentales de biología en la escuela	
(1)	<p>En una práctica experimental ya es diferente porque es que ya es vivencial, el estudiante está reconociendo desde los instrumentos de trabajo hasta las cantidades, hasta las variables que él debe controlar, como lo hace, es algo más objetivo, dentro del desarrollo de habilidades científicas, para mi es importantísimo, es fundamental. P1.ES.87.</p> <p>[Refiriéndose a desventajas del libro de texto] No presenta la implicación de imágenes en otros apartados diferentes a la aplicación. P1.TII.88</p>

	<p>[Refiriéndose a Ventajas del libro de texto] La imagen clarifica el paso a paso descrito en la aplicación, contextualizando su implementación. P1.TII.89</p> <p>[Refiriéndose a Ventajas del video] La visualización de la metodología conlleva a clarificar el diseño experimental. P1.TII.90</p>
(2)	<p>La práctica de laboratorio y la guía y pues sí, el papel puede decir mucho, pero pues uno en términos de cómo idealiza propiamente eso a la hora de hacer el ejercicio científico pues a uno le quedan dudas, entonces en términos de eso el recurso visual es bastante importante y Ayuda muchísimos a materializar eso que uno lee en el papel. P2.ES.36</p> <p>De ahí la importancia de las prácticas experimentales, porque las prácticas experimentales en términos de la imagen son totalmente visuales, le permiten al estudiante ver, observar, que con sus propios ojos describan lo que sucede, con sus propios ojos vean lo que sucede que eso que uno explica en un lenguaje coloquial no es puro cuento si no que ellos tengan la posibilidad de realizar contrastaciones a las preguntas, a las hipótesis y la información que ellos encuentran con respecto a los fenómenos naturales. P2.ES.37</p> <p>Los chicos cuando entienden la teoría se hacen un imaginario y la visualización mediante imágenes de medios audiovisuales y de la experimentación. P2.ES.38</p>
(3)	<p>Yo creo que juega un papel muy importante porque hay posibilidades de que los estudiantes puedan ver un video o algo así antes de llevarlos al laboratorio. P3.ES.52</p> <p>Uno a veces cuando se lo dicen verbal uno se lo imagina de una forma muy diferente a como tiene que ser o a cómo es. P3.ES.53</p> <p>Una imagen dentro del formato del laboratorio pues verían que ah bueno tiene que quedar así entonces van y siguen las instrucciones como que más fácil, ellos son como que más visuales que de leer ellos funcionan más viendo que leyendo. P3.ES.54 [Refiriéndose a la imagen en la práctica experimental del libro de texto] utiliza la imagen. P3.TII.55</p> <p>[Refiriéndose a la desventaja de la metodología del libro de texto] Las imágenes son completamente insuficientes. P3.TII.56</p> <p>[Refiriéndose a la imagen en el video] El video permite hacer la experiencia más visible, la imagen permite entender mejor los pasos. P3.TII.57</p>
(4)	<p>no podría haber práctica experimental sin la imagen, es que la imagen lo es todo porque es que la práctica experimental de por sí ya genera una imagen. P4.ES.74</p> <p>A partir de la práctica experimental puedes crear imagen también, puedes usar modelos, también que expliquen la práctica experimental. P4.ES.75</p>

	<p>Para mí todo es la imagen. P4.ES.76</p> <p>Así por ejemplo la práctica experimental sea con los ojos vendados eso genera una imagen y esa información que recibe el cerebro es una imagen y esa imagen entonces queda acá en el cerebro. P4.ES.77</p> <p>Para mí la imagen lo es todo en la práctica experimental, no puede haber práctica experimental sin imagen. P4.ES. 78</p> <p>[Refiriéndose a desventaja del libro de texto en términos de contenido visual] Carece de lo visual para ser más llamativo y explicativo. P4.TII.79 Poco llamativas, pocas imágenes, no resuelve más allá de lo metodológico. P4.TII.80</p>
(5)	<p>De nada te sirve tener el conocimiento teórico, el conocimiento científico (...) si tú no puedes ver la experimentación de eso, así sea por medio de un video, (...), tú tienes que ver, la experimentación tiene que verse tiene que ser visible, o si no quedaría solo en el papel. P5.ES 32</p> <p>El video (...) permite desde lo visual entender. P5.TII. 33</p>

Anexo: 5: Tabla Unidades de registro de las técnicas de investigación.

Fuente propia.

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
INVESTIGACIÓN TRABAJO DE GRADO**

Fecha: _____

Lugar: _____

Entrevistador: _____

Entrevistado: Nombre Pseudónimo: _____

Institución educativa a la que pertenece: _____

Esta entrevista hace parte de la investigación Elementos conceptuales y metodológicos que orienten la reestructuración de prácticas experimentales para la enseñanza de la biología desde el marco de la didáctica de las ciencias. Que tiene como objetivo general, Caracterizar elementos conceptuales y metodológicos que orienten la reestructuración de prácticas experimentales para la enseñanza de la biología desde el marco de la didáctica de las ciencias. Las preguntas que se encuentran a continuación corresponden con algunas de las categorías que se pueden encontrar en la enseñanza de las ciencias, en este caso la biología. La información aquí consignada es confidencial.

Preguntas

- 1. ¿Desde su formación y experiencia docente cómo asume usted las prácticas experimentales de biología y que elementos tiene en cuenta al momento de estructurarlas?**
- 2. ¿Influyen las prácticas experimentales de biología en el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes? ¿por qué?**
- 3. ¿Qué considera más importante, adquirir conocimientos científicos o desarrollar habilidades científicas?**
- 4. ¿Qué posibilidades de aprendizaje puede presentar una clase de biología en la que se abordan prácticas experimentales?**
- 5. ¿Cómo asume usted el medio didáctico en la enseñanza de la biología ¿por qué?**
- 6. ¿A qué medios o recursos impresos, digitales u otros ha recurrido para acceder a prácticas experimentales de biología?**

- 7. ¿Qué se debe tener en cuenta al seleccionar “prácticas experimentales” de biología contenidas en medios o recursos como libros de texto, videos u otros de circulación masiva?**
- 8. ¿Cree usted que las prácticas experimentales de biología requieren algún tratamiento previo antes de llegar al contexto educativo? ¿por qué? ¿de qué tipo?**
- 9. ¿Qué papel desempeña la imagen en una práctica experimental en el marco de la enseñanza de la biología?**
- 10. ¿Cómo responden los estudiantes cuando usted les enseña a través medios visuales?**

Anexo: 6: Entrevista: las prácticas experimentales en la enseñanza de la biología

Fuente propia.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
INVESTIGACIÓN TRABAJO DE GRADO

LAS PRÁCTICAS EXPERIMENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA.

“A diferencia del saber teórico, que se puede aprender leyendo libros de texto (u otros documentos) o escuchando al maestro o viendo un documental, el conocimiento práctico requiere ser practicado” (Castro, 2013, p.119). Aun así, las prácticas experimentales tienen poca presencia en la enseñanza de las ciencias (Carrascosa *et al.*, 2006).

Este taller hace parte de la investigación () que tiene como objetivo general, Caracterizar elementos conceptuales y metodológicos que guíen la reestructuración de prácticas experimentales de dos medios frecuentemente utilizados en la enseñanza de la biología (libro de texto y audiovisual), desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias.

OBJETIVO GENERAL

- Identificar los elementos conceptuales y metodológicos que permiten la integración de prácticas experimentales en la enseñanza de la Biología a partir de libros de texto y medios audiovisuales.

Primera parte del taller: Organización de Imágenes (fichas)

Procedimiento

Las imágenes que encuentra a continuación, corresponden a una práctica experimental, siga las instrucciones.

- 1) Organice las fichas según su criterio. Esta organización debe corresponder con la forma en que habitualmente usted organiza una práctica experimental.
- 2) Asígnele un nombre a cada ficha según la actividad que considere, se esté realizando en la imagen.
- 3) Retire las imágenes que, según usted, no son propias de una práctica experimental
- 4) Enumere las fichas según el orden secuencial que le asignó a las fichas
- 5) Si cree que hacen falta actividades propias de una práctica experimental, escribálas una a una en cada papel en blanco, agreguelas y asígneles un lugar dentro del grupo de fichas según corresponda; si cree que la práctica experimental tiene lo necesario no agregue ninguna actividad.
- 6) Disponga del tiempo que necesite

Blanque, J. (productor). (2014). Experimentos de biología [youTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=qyz2AdgFt84yt=215s>



Nombre _____ Número _____

Blanque, J. (productor). (2014). Experimentos de biología [youTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=qyz2AdgFt84yt=215s>



Nombre _____ Número _____



Nombre _____ Número

Blanque, J. (productor). (2014). Experimentos de biología [youTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=qyz2AdgFt84yt=215s>



Nombre _____ Número

Blanque, J. (productor). (2014). Experimentos de biología [youTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=qyz2AdgFt84yt=215s>



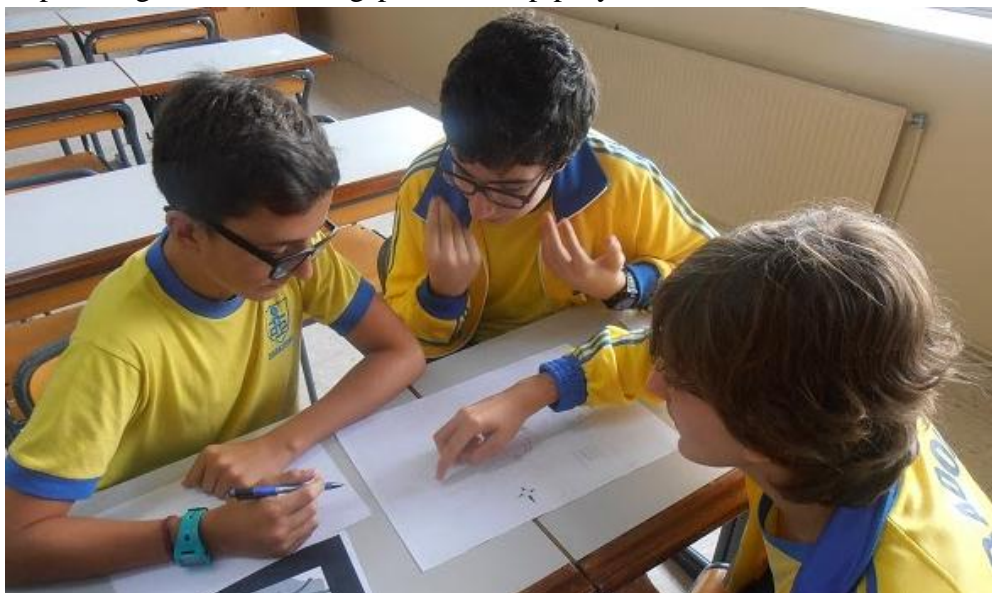
Nombre _____ Número

Bachillerato integral comunitario N 15. (2013). Expo-bici. Recuperado de: <http://bachilleratobic15.blogspot.com.co/2013/06/expo-bic-2013-san-antonio-huitepec.html?view=sidebar>



Nombre _____ Número

Colegioobradoiro. (2014). proyecto aprendizaje basado en problemas. Recuperado de:
<http://colegioobradoiro.blogspot.com.co/p/proyectos.html>



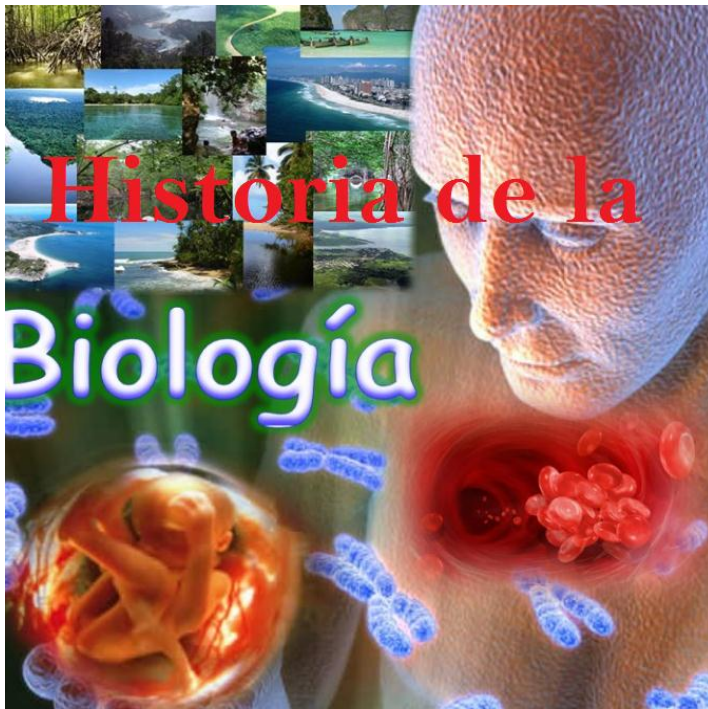
Nombre _____ Número _____

La opinión el correo de zamora. (2012). Lector animado, lector seguro. Recuperado de:
<http://ocio.laopiniondezamora.es/agenda/noticias/nws-97105-lector-animado-lector-seguro.html>



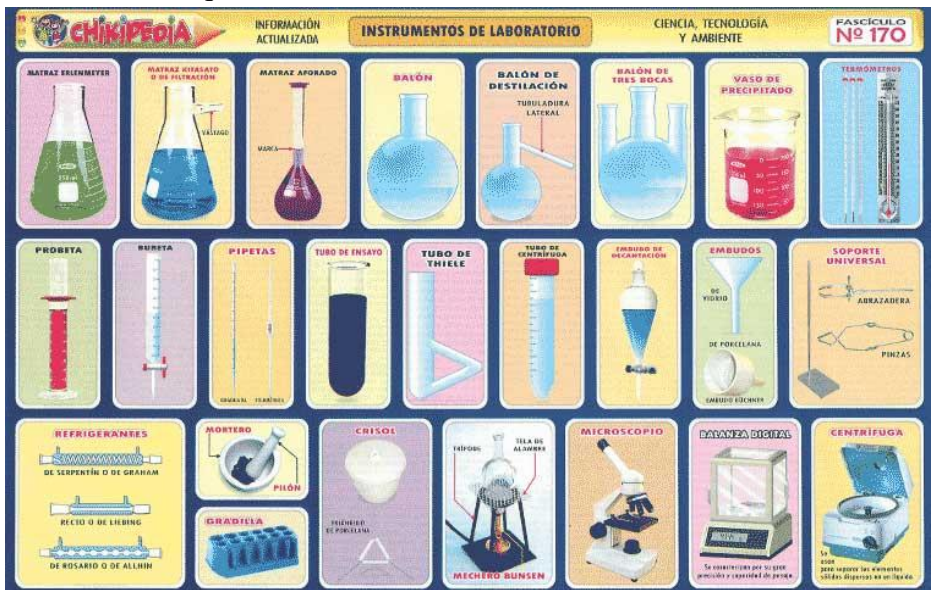
Nombre _____ Número _____

Aular, R. (2012). Conocimiento de la biología. Historia de la biología. Recuperado de: <http://conocimientodelabiologia.blogspot.com.co/2012/11/historia-de-la-biologia.html>



Nombre _____ Número _____

Mestizo, F. (2013). Química. Instrumentos de laboratorio <http://quimicafatimamestizogarfiar3bceplc.blogspot.com.co/2013/03/instrumentos-de-laboratorio-de-quimica.html>



Nombre _____ Número _____

Ministerio de educación. (2017). Gestión. Recuperado de:
<http://gestion.pe/politica/gobierno-observo-proyecto-que-amplia-matricula-inicial-y-primaria-ninos-nacidos-hasta-31-julio-2179690>



Nombre _____ Número

Instituto Paulo Freire. (S.F). Acerca de la educación virtual. Recuperado de:
<http://institutofreire.edu.co/sitio/primaria>



Nombre _____ Número

Tiching. (2017). Enseñar a pensar: filosofía en las aulas. Recuperado de:
<http://blog.tiching.com/ensenar-pensar-filosofia-en-las-aulas/>



Nombre _____ Número

Luego de la actividad

- 7) Responda las siguientes preguntas de la manera más clara y argumentada posible
- A) ¿Por qué organizó las imágenes de esa manera?
 - B) ¿Por qué agregó o no agregó otros elementos a la práctica experimental?

Segunda parte del taller: “análisis, práctica experimental”

Descripción

En esta actividad se analiza una “práctica experimental abordada en dos recursos diferentes, el primero es un libro de texto de grado séptimo de la editorial norma, el segundo es un video de un canal de YouTube, en estos dos recursos se pretende abordar el tema “movimiento del agua y los solutos a través del cuerpo de la planta desde el suelo a las partes aéreas”. La intención es que usted revise minuciosamente las prácticas en cada recurso, las compare entre sí, en el marco de lo que usted considera que debe incluir conceptual y metodológicamente una práctica experimental.

Luego del análisis

Proceda a llenar la tabla anexada

Matriz comparación Recursos (libro de texto Vs Video YouTube)

Esta matriz tiene como fin obtener información mediante el contraste de un procedimiento práctico abordado en dos recursos de enseñanza diferentes, en este caso un video alojado en el canal YouTube y un libro de texto de grado séptimo de la editorial norma, dicho análisis debe hacerse con respecto al recurso de enseñanza y al procedimiento práctico. Los elementos conceptuales y metodológicos que son o no tenidos en cuenta es cada proceso, las ventajas y desventajas de cada recurso de enseñanza, además de la incidencia de estos en la enseñanza y el aprendizaje de la biología. La información obtenida en este cuestionario será un elemento de evidencia del análisis y contraste realizado.

Recurso 1: Texto avanza ciencias 7 Editorial norma

Nombre: Laboratorio
¿Cómo se transportan los nutrientes en la planta?

Elabora una hipótesis que responda la pregunta anterior

En esta práctica podrás comprobar tu respuesta. Veras como la savia elaborada llega a todas las partes de la planta.

Utiliza

- Vaso de vidrio grande
- Regla
- Bisturí
- Trozo de apio Fresco
- Colorante Vegetal Rojo
- Cronometro

Aplica

1. Llena el vaso con agua y agrégale el colorante vegetal rojo. Pon el trozo de apio dentro del vaso con agua.
2. Deja pasar tres minutos y corta el apio a lo largo en cinco secciones de diferente grosor.
3. Toma la primera sección y sepárala del resto. Introduce las otras cuatro secciones en el agua. Mide la altura a la que llegó el agua con colorante en la sección uno.
4. Repite tres veces el procedimiento de los numerales dos y tres con las secciones de apio restantes. Espera tres minutos entre un procedimiento y el siguiente. cada vez que repitas el procedimiento escribe los resultados en la tabla.

SECCIÓN	ALTURA DEL COLORANTE
1	
2	
3	
4	
5	

5. Deja la sección cinco del apio sumergida en el agua con colorante durante una hora más y observa qué le ocurre.

Analiza y explica

1. Elabora una gráfica con los resultados de la tabla anterior e interpreta la información que obtuviste.
2. ¿se puede establecer alguna relación entre el diámetro de los tallos y la altura que alcanza el agua?



Fuente: Adaptado de texto avanza ciencias 7 Editorial norma

Recurso 2: Video de YouTube



Anexo 7: Taller

Fuente: YouTube

Ítem	R e c u r s o	Ventajas	Desventajas

Manejo y desarrollo del contenido	1		
	2		
Metodología usada	1		
	2		
Intervención del maestro y del estudiante	1		

	2		
Habilidades científicas que puede desarrollar el estudiante	1		
	2		
Características en términos de imagen cada recurso	1		
	2		

Anexo 8: Matriz segunda parte del taller

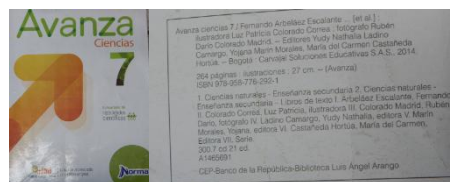
Fuente propia.

estos experimentos fueron encontrados en YouTube con las palabras experimentos de biología

N .	tema	Experimento	visualizaciones	Recuperado de	autor	fecha de publicación
1	osmosis implícitamente	agua, papa y azúcar	29.412	https://www.youtube.com/watch?v=qyz2AdgFt84yt=215s	JOSE FRANCISCO Blanquez	16 feb. 2014
2	ADN explícitamente	extracción casera de ADN	17.661	https://www.youtube.com/watch?v=v7iVbgjpQ8M	smart1ITSB	14 mar. 2012
3	fotosíntesis explícitamente	elodea, bicarbonato, agua.	113.171	https://www.youtube.com/watch?v=2E3Vvehlddo	Leonardo Oliveira	3 jul. 2007
4	fermentación implícitamente	Inflar un globo con levadura y azúcar	235.807	https://www.youtube.com/watch?v=bJObalggF0sylist=PL04D928AC3D2E14B4yindex=1	fq-experimentos	2 may. 2012
5	transporte en plantas implícitamente	Capilaridad en las plantas (planta, agua y colorante)	97.573	https://www.youtube.com/watch?v=oetVA2pu8D8ylist=PL04D928AC3D2E14B4yindex=3	fq-experimentos	19 may. 2013

6	la transpiración de la planta	transpiración plantas con colorante y agua	38.524	https://www.youtube.com/watch?v=aD4YpXlvpSQ	Experimentos MH- Ciencia loca	6 sept. 2015
7	cromatografía	Cromatografía de unas hojas de espinaca macerar y sacar pigmentos	81.700	https://www.youtube.com/watch?v=xX_QSwSjsj8ylist=PL04D928AC3D2E14B4yindex=7	fq-experimentos	14 ago. 2009
8	pigmentos de las plantas	macerar hojas para extraer los pigmentos	72.871	https://www.youtube.com/watch?v=OfMgiNqFMHY	PLANTeateloIB MCP	1 feb. 2012
9	Germinación	germinación de maíz en tres días	48.094	https://www.youtube.com/watch?v=PsSePuSWvc	Aurora Francisco	5 may. 2016
10	crecimiento bacteriano	Producción de Bacterias	19.224	https://www.youtube.com/watch?v=BaZhPhA1bD0	GitasSanJacinto	26 may. 2014

Anexo 9: “EXPERIMENTOS” ENCONTRADOS EN LOS VIDEOS DE YOU TUBE. Fuente propia.



editorial norma / textos avanza ciencias (nombre designado en el texto a la práctica: laboratorio)

1	tema	práctica
2	origen de la vida	carne en frascos con o sin tapa
3	estructuras microscópicas	medir el tamaño de objetos microscópicos
4	diferenciación células vegetales y animales	montaje células humanas y vegetales
5	transporte	planta acuática colocada en diferentes medios
6	tejidos plantas	corte de un tallo de una planta herbácea
7	división celular	observación inflorescencia de la planta jacinto
8	organismos microscópicos	observación gota de agua de un lago

9	respiración	elaboración de pan
10	nutrición autótrofa (fotosíntesis)	“fotosíntesis elodea, agua y bicarbonato”
11	nutrición	cultivo de bacterias
12	nutrición humana	intervención de la saliva en la digestión
13	relación fotosíntesis-nutrición	Fotosíntesis elodea con bicarbonato, agua, azul de bromotimol aire de la boca.
14	respiración	observación de la lombriz de tierra en una pecera con arena y tierra negra
15	ambientes y condiciones	germinación de semilla bajo condiciones de permafrost
16	ecosistemas	construcción de un terrario
17	densidad, temperatura y punto de ebullición	determinar densidad y punto de ebullición sólidos y líquidos según corresponda
18	estados de la materia	cambios de estado de la materia por variación de la temperatura
19	mezclas homogéneas y heterogéneas	mezcla de líquidos y sólidos
20	tipos de energía	elaboración de un modelo en el cual un objeto evidencia los cambios de energía.
1	transporte(cambios de concentración)	elodea con diferentes concentraciones de azúcar

2	transporte de nutrientes en hongos	identificación de estructuras de hongos
3	transporte de nutrientes en plantas	transporte de colorante a través de tallo de apio
4	transporte de nutrientes en animales	modelación del sistema respiratorio animal (abierto y cerrado), (globos).
5	funcionamiento del corazón	construcción modelo del corazón
6	fermentación	fermentación de jugo de uva en frasco de vidrio sellado con un globo
7	cómo obtener un aceite esencial	maceración de hojas de una planta mediante alcohol
8	sistemas y órganos	dissección riñón de cerdo
9	sistema excretor	análisis de orina
10	endoesqueleto, exoesqueleto	observación ala de pollo y escarabajo en el estereoscopio
11	movimiento de los microorganismos	observación agua (florero o lago) en el microscopio
12	movimiento	observación y dibujo de un pez ornamental en el estereoscopio
13	articulaciones del cuerpo humano y movimiento	elaboración de articulaciones en arcilla
14	factores bióticos y abióticos	elaboración de un ecosistema

15	interacciones	salida de campo a un humedal (toma de datos)
16	distribución de organismos en una región	salida de campo (estanque parque humedal)
17	ciclo del agua	“producir lluvia” transpiración de una planta
18	sucesión	descomposición de materia orgánica en un recipiente de vidrio
19	modelos atómicos: niveles energéticos de un átomo	combustión de reactivos
20	elementos de la tabla periódica: propiedades del cobre	platear cobre mediante zinc
21	enlaces químicos, compuestos, conductividad eléctrica	conducción de corriente a partir de diferentes sustancias
22	electricidad	construcción de un electroscopio
1	gemación en levaduras	observación levaduras en el microscopio
2	desarrollo embrionario de las aves	abrir y observar un huevo de gallina
3	relación entre género y sexo	aplicar una encuesta
4	desarrollo embrionario humano	uso software que simula el desarrollo embrionario semana a semana

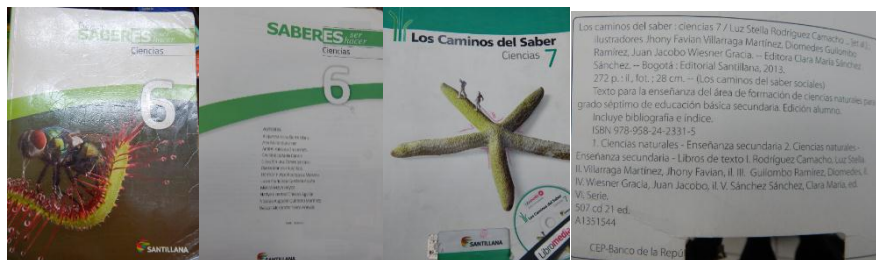
5	sexualidad	aplicación estadística mediante pelotas de ping pong
6	segregación de caracteres	simulación cruces arvejas verdes y amarillas en una bolsa
7	frecuencias fenotípicas	práctica cruces dihíbridos con dulces en bolsas
8	herencia	identificación huella dactilar
9	ADN	extracción ADN de hígado de pollo
10	receptores sensoriales	exposición de las partes del cuerpo a diferentes texturas
11	cómo responden las plantas a cambios en el medio	germinación semillas y cambio de posición de la raíz y el tallo
12	respuesta de los seres vivos a los estímulos (sistema nervioso)	poner peces en una pecera con un espejo para ver cómo se comportan
13	tiempo de reacción de los seres humanos (sistema nervioso)	agarrar un objeto mientras cae en repetidas ocasiones
14	reflejo infrarrotuliano (arco reflejo)	golpear la rodilla con un martillo
15	sistema endocrino (enfermedades)	Encuesta
16	sistema inmune	consultar como se da la respuesta inmune y mostrarlo en un esquema

17	ecosistema	observación de seres vivos en un ecosistema por parcelación
18	densidad poblacional	calcular la densidad poblacional del salón
19	crecimiento poblacional	análisis y manejo de información por medios estadísticos
20	estados de oxidación	mezclar reactivos que den evidencia del tema
21	estados de oxidación	formación de hidróxido a partir de un elemento metálico
22	reacciones químicas	hacer reaccionar sales con metales
23	identificación reactivo limite	reacción química oxido y ácido
24	principio de pascal	agua que sale con la misma fuerza por los agujeros de una botella
25	principios de los fluidos	agua sale por agujeros de una botella y barco de plastilina flota en un balde con agua
26	calor y temperatura	(ver si el agua puede absorber calorías) construcción de un calorímetro con vasos de icopor
27	leyes de la termodinámica	modelo de máquina térmica con botella plástica y globo
1	las moléculas de la vida; ADN y ARN	extracción ADN de células vegetales

3	síntesis de proteínas	taller de secuencia de aminoácidos y rasgos que corresponden a estos
4	mutaciones	germinación de semillas sometidas a diferentes fuentes de radiación
5	ingeniería genética	cromatografía en papel con mora y cilantro
6	el origen de la vida	Encuesta
7	selección natural	ejercicio de depredación representado con plastilina
8	evolución	fabricación de fósiles
9	evolución de poblaciones	reconocimiento de adaptaciones en un pez
10	especiación (pico de las aves)	coger diferentes estructuras con utensilios de diferente forma
11	adaptaciones y condiciones de los primeros seres vivos	¿para qué necesitan agua las plantas? (germinación)
12	clasificación de los animales	elaboración animales con plastilina
13	los seres humanos en la tierra	rastreo histórico de la modificación de alguna zona (como el ser humano ha modificado el ambiente)
14	taxonomía	clasificación de objetos con base en la taxonomía

15	representaciones para la clasificación de seres vivos	elaboración de un cladograma mediante clasificación de seres vivos
16	clasificación de los seres vivos	observación de algunos seres vivos y sus estructuras
17	fotosíntesis	cubrir algunas hojas de una planta con papel aluminio
18	distribución de los organismos vivos	muestreo por parcelación
19	tipos de roca	sumergir tiza y roca caliza en agua y vinagre
20	fósiles (registro fósil)	simulación de excavación de fósiles con arcilla en botella plástica y restos de seres vivos dentro
21	clima (tiempo atmosférico)	construcción de un anemómetro
22	biomas	realización de un bioma con papel kraft
23	bosque	realización de un bosque en papel exponerlo a luz de linterna
24	cambios de estado y mezclas	separación de arena, sal y agua en diferentes estados
25	cristales	creación de cristales con elementos químicos
26	gases	variación del volumen mediante la temperatura (con un globo)
27	solutos y solventes	mezcla sólidos y líquidos

28	ondas	producción ondas con un resorte
29	viento y sonido	construcción de un instrumento de viento
30	lentes e imágenes	observación a través de lente con diferente iluminación

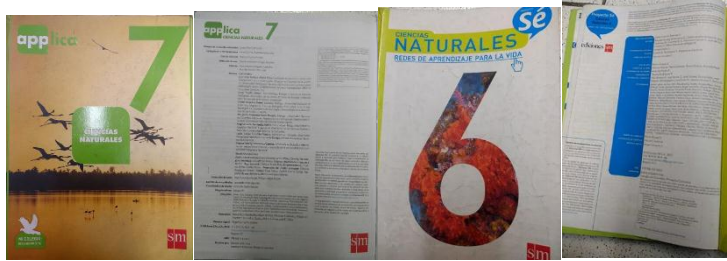


editorial Santillana / textos saber hacer ciencias/caminos del saber (nombre designado en el texto a la práctica: soy un científico natural/actividad práctica: laboratorio/salida de campo)

	tema	práctica
1	condiciones necesarias para los seres vivos	exposición de pan a diferentes condiciones de temperatura, humedad, luminosidad y gases
2	eucariotas y procariotas	observación de células animales, bacterianas y vegetales
3	las plantas	germinación de frijol enterra y diferentes líquidos
4	taxonomía	identificación de plantas mediante claves dicotómicas

5	factores abióticos y seres vivos	siembra de plantas en diferentes condiciones de temperatura, luz y agua
6	materiales presentes en la naturaleza (en la tierra)	salida de campo, colecta de rocas, observación y descripción del paisaje
7	mezcla	separación de mezclas mediante diferentes métodos
8	masa y aceleración	construcción y manipulación de la máquina de Atwood
1	fotosíntesis	elodea, agua y bicarbonato de sodio
2	fermentación	elaboración de pan
3	tejido	observación de la anatomía de los pulmones
4	obtención de un aceite esencial	maceración de pétalos de rosas
5	el riñón y su función	disección de un riñón de cordero
6	la orina y su función	análisis de los componentes de la orina mediante diferentes reactivos
7	sistema óseo	observación y comparación de huesos (composición y estructura)
8	recursos forestales	tierra con o sin vegetación para simular la retención de agua
9	factores contaminantes de la tierra	germinación de semillas con contaminantes (jabón, aceite quemado)

10	fauna terrestre de Colombia	salida de campo (colecta fotográfica y sonora de organismos vivos)
1	reproducción asexual de las plantas	observación de bulbo de cebolla, lirios o azucenas
2	reproducción sexual de las plantas	observación de las estructuras sexuales de las flores
3	cromosomas (cariotipo)	identificación de los cromosomas por imágenes
4	reflejos nerviosos	someter diferentes partes del cuerpo a estimulaciones y observar
5	poblaciones	observación de levaduras con yodo en cámara de Neubauer
6	óxidos básicos, hidróxidos, sales, ácidos y bases	preparación y reacción de compuestos
7	energía	transformación de la energía, combustión de maní
1	enzimas	reacciones químicas (agua y peróxido de hidrógeno, hielo y papas)
2	fósiles	construcción e identificación de fósiles
3	insectos	colecta e identificación de insectos
4	taxonomía	observación de organismos y construcción de clave taxonómica
5	calentamiento global	simulación del efecto invernadero en Erlenmeyer

6	sonido	producción y percepción de sonidos
		
editorial Sm / textos proyecto sé/aplica ciencias (nombre designado en el texto a la práctica: trabajo en el laboratorio)		
1	Historia	construcción de una línea de tiempo
2	Célula	observación de células frente al medio
3	Aves	construcción de un lugar para atraer aves
4	Mosca	observación de la mosca de la fruta
5	Flores	observación morfológica de flores
6	Población humana	medición de la densidad poblacional en plantas a través de parcelación
7	Contaminación	separación de los residuos (aplicar encuesta)
8	Descontaminación	construcción de un filtro para purificar agua

9	Materia	observación de propiedades de la materia
10	Cambios de estado	identificación de las sustancias por su punto de ebullición y fusión
11	Temperatura	comprobación del equilibrio térmico
1	Función de los riñones	elaboración de un filtro y comparación con los riñones
2	Observación de los tejidos del sistema locomotor	disección pierna pollo
3	Relaciones de un ecosistema	representación en una maqueta
4	Separa los residuos	aplicar encuesta
5	Comprobar los espectros de energía	flamear diferentes elementos químicos
6	Electricidad	electrifica cuerpos
1	Hongos	reproducción de hongos
2	Crecimiento poblacional	realizar entrevista
3	Cromosomas (cariotipos)	observación de imágenes
4	Respuesta de las plantas a estímulos	germinación frijol con diferentes condiciones

5	Dinámica de las poblaciones en los ecosistemas	actividad con semillas
6	Estructura poblacional	estudiar el curso como ejemplo de población (entrevista)
7	Sustancias ácidas y básicas	escala de pH con repollo morado
8	Densidad	determinar la densidad de líquidos no miscibles
1	ADN	extracción ADN de diferentes organismos
2	Paleontología	observar, identificar y comparar estructuras de animales del pasado y el presente
3	Microorganismos	preparación de cultivos
4	Taxonomía	colección biológica (colecta de insectos, elaboración de cladogramas)
5	Deriva continental	elaboración y comparación de los continentes en papel
6	El clima	observación e identificación de nubes
7	Cristales	formar cristales de sulfato de aluminio y cobre
8	Ondas	producción y observación de ondas con diferentes materiales

Anexo 10: Trabajos prácticos encontrados en los libros de texto de las tres editoriales.

Tabla trabajos prácticos libros de texto editoriales norma, Santillana y Sm.

Convenciones de colores para todos los cursos en cada editorial: amarillo: sexto, azul: séptimo, rojo: octavo, blanco: noveno.
Fuente propia.

Subcategoría	Código de la UR que apoya la información	Elemento metodológico al que hace referencia	Interpretación de las unidades de registro
Elementos de las prácticas experimentales	P1.ES.6 P1. TI. 18 P1. TI. 19 P1. TI. 20 P1. TI. 21 P1. TI. 22 P1. TI. 23 P1. TI. 24 P1. TI. 25 P5. TI. 6 P4. TI.10 P4. TI.11 P4. TI. 12 P4. TI.13 P4. TI. 15 P4. TI. 16 P4. TI. 17 P4. TI. 18 P4. TI.19 P3. TI. 13 P3. TI. 14 P3. TI. 15 P3. TI. 16	Metodología de trabajo propia (mixta) (simple)	(el profesor a partir de sus conocimientos toma metodologías y las combina, creando una propia; la que le ofrece el colegio y las que conoce)

P3. TI. 17 P3. TI. 18 P3. TI. 19 P3.TI.20		
P2.TI.10	Metodología de trabajo externa	(toma una metodología preestablecida y la aplica)
P1.ES. 9	Enfoque de enseñanza propio (mixto) (simple)	El profesor escoge un enfoque de enseñanza, sea pedagógico o didáctico para estructurar sus prácticas experimentales puede combinarlo con el del colegio, con otros que conoce o enfocarse en uno específico.
P1. TI. 25 P4.ES. 2	Enfoque de enseñanza de la institución educativa	La institución educativa tiene un enfoque didáctico o pedagógico y el profesor lo toma en consideración al momento de estructurar sus prácticas experimentales
P4. TI. 17 P5.TI.6	Discusión de la experiencia/cierre	se concluye la práctica experimental según la preferencia del profesor.
P1.ES. 9	Planteamiento de la práctica por parte de los estudiantes	Los estudiantes son quienes proponen toda la práctica experimental y el profesor los guía.
P1.ES. 9 P1. TI. 19 P2.ES.9 P4.ES. 6	Tomar en consideración el contexto	Se estudia las situaciones del contexto (estudiantes, institución educativa...)
P1.ES. 9 P1. TI. 19 P3. TI. 14 P3. TI. 18 P4.TI. 17	Planteamiento y o búsqueda de una problemática/preguntas	Planteamiento de una problemática/ Preguntas iniciales, durante el proceso o al final del proceso. (esto lo deben hacer los estudiantes).
P1.ES. 10 P3. TI. 16 P4.ES. 2	Lugar para llevar a cabo la práctica experimental	Espacio físico donde se llevara a cabo la práctica experimental
P1.ES. 10 P2.ES.9	Materiales/instrumentos/reactivos/recursos	Tener en cuenta todo lo que se requiere para llevar a cabo la práctica experimental

P3.ES.6 P3.ES.9 P3.ES.10 P4.ES.4 P3. TI. 16 P4. TI.13 P4.TI. 16		
P1.ES. 11 P3.TI. 16	Organización de los estudiantes	Organización de los estudiantes por grupos de trabajo o de manera individual y su distribución en el espacio físico en donde se va a realizar la práctica experimental
P1.ES. 12 P4.ES. 2 P4.ES. 6 P4.ES. 8 P4.ES. 9	Momento de la práctica experimental	Según el plan de estudios, las temáticas vistas, el nivel académico/ de estudio/edad/ de los estudiantes, la disponibilidad del espacio físico, la consideración del tiempo, los materiales, instrumentos... el profesor decide cuando aparece la práctica experimental una vez estudia estos y otros elementos.
P1. TI. 25 P3.ES.6 P3. TI. 13 P4. TI.10 P5.ES. 3	Ideas previas/conocimientos previos	Indagar por lo que los estudiantes saben acerca de la temática, fenómeno, conceptos... que se van a trabajar.
P2.ES.6 P2.ES.7 P3.ES.8 P4.ES. 6	Nivel académico/educativo/edad/ de los estudiantes	Con base en las ideas previas, identificar si los estudiantes están o no preparados para abordar dichos temas, fenómeno, conceptos... Además del curso en el que se está trabajando y la edad de los estudiantes.
P3.ES.7 P4.ES.5 P4.ES. 6 P4.ES. 7	Objetivos de aprendizaje	El profesor debe tener claro el para qué, por qué, cuando, qué...
P4.ES. 2 P3.ES.9	Tiempo requerido y distribución del mismo	El profesor debe tener en cuenta los tiempos de clase, el tiempo que requiere la práctica experimental y la distribución de los diferentes

			momentos en el tiempo que dura la práctica experimental, además del manejo de los estudiantes durante ese tiempo.
	P4.TI.19	Retroalimentación de la experiencia	La manera en que se concluye la práctica experimental, se retroalimenta la práctica, se retoman procesos que se dieron durante la práctica.

Anexo 11: Elementos metodológicos que tienen en cuenta los cinco licenciados en biología al momento de estructurar prácticas experimentales.

Código de la unidad de registro que apoya la información	Elemento conceptuales al que hace referencia
P1.ES.8 P1. TI. 21 P3. TI. 15 P3. TI. 18 P4. TI.11 P2. ES. 8 P5.ES. 5 P5. TI. 6	Marco conceptual/ marco teórico/ acceso a la información/investigación previa/ temática/fenómeno estudiado
P4. TI. 18 P2. TI.11	Historia de la biología
P3.ES.7 P4.TI.13	Bioseguridad Hablar a los estudiantes de las normas, peligros cuidados... que se deben tener con los materiales, reactivos... en el espacio físico donde se lleve a cabo la práctica experimental.
P4.ES.3	Bioética, Basándose en los fenómenos que estudia la biología, (Tratamiento adecuado y con responsabilidad de los seres vivos).

Anexo 12: Elementos conceptuales que tienen en cuenta los cinco licenciados en biología al estructurar las prácticas experimentales.

Fuente propia.

Código de la unidad de registro que apoya la información	Licenciados en biología	Ministerio de educación colombiano	Referente teóricos tomados para la investigación	Libros de texto
P1.ES. 10 P2.ES.7 P4. TI. 15 P1.ES. 36 P3.ES.26 P3.ES.29 P4.ES. 28	Observar/observación	Observar	Observar	Observar
P1.ES. 10 P3. TI. 17 P1.ES. 36 P1.ES. 37	Contrastar/comparar	X	Comparar	X
P1.ES. 10	Medir	X	X	X
P1.ES. 10 P1.ES. 36	organizar información	recoger, organizar y evaluar información	X	X
P1.ES. 10	tomar decisiones	X	X	X
P3.ES.6 P3. TI. 18 P4. TI. 17 P5. TI. P3.ES.29	Analizar	Analizar	Analizar	Analizar

P1.ES. 9 P1.TI. 22	Planteamiento de hipótesis	X	X	Plantear hipótesis
P1.ES. 9 P3. TI. 15 P3. TI. 18 P1.ES. 37	Control de variables	X	X	X
P1.ES. 9 P3.ES.6 P3.ES.6 P3. TI. 19 P1.ES. 37	Registro de datos	X	X	Registra
P3.ES.29 P4.ES. 35	Estructurar complejidades	X	X	X
P3.ES.29 P2.ES.20	Rigurosidad/seguir metodologías	X	X	Seguir un paso a paso
P4.ES. 28	Discusión	X	X	X
P4.ES. 28	Indagación	X	Indagación	
P4.ES. 28	Curiosidad	X	X	X
P4.ES. 29	Creatividad	X	X	X
P4.ES. 35	Interpretar	X	Interpretar	X
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	Explorar	X	X

Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	compartir los resultados	X	Resultados
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	Examinar	X
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	Formular preguntas	X
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	Inferir	X
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	Reflexionar	X
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	Relacionar	Relacionar
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	Justificar	Explicar
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	Argumentar	X
Aleixandre et al. (2003); Reyes y García (2014).	X	X	X	Utilizar

Anexo 13: Habilidades científicas encontradas durante el proceso de investigación: en esta tabla se muestran coincidencias entre los diferentes referentes. La (X) significa que esa habilidad no fue enunciada por la fuente en donde está ubicada, donde aparece el nombre de la habilidad

científica o un sinónimo quiere decir que si es enunciada como una habilidad a desarrollar.

Fuente propia.