



LOS MODELOS EXPLICATIVOS Y SU APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES¹

José Omar Zúñiga Carmona²

Mesa: Formación en Educación Superior

Proyecto de investigación finalizado

Resumen: *La ponencia presenta los resultados de un proyecto de investigación que fueron recogidos a partir del acompañamiento que el autor de la misma hizo – como profesor– a un grupo de estudiantes del programa de licenciatura en educación básica, (Popayán, 2013 - 2016).*

El autor acompañó al grupo de estudiantes en el diseño y aplicación de sus respectivos proyectos de práctica pedagógica investigativa (en adelante: P.P.I.). Aunque cada proyecto se centró en la enseñanza de un concepto en particular (nutrición, materia, etc.), todos partieron de la siguiente consideración: “Para enseñar ciencias es condición necesaria, pero no suficiente, conocer la disciplina que se va a enseñar”. (Sanmartí, 2000).

Ahora bien, si preparar y explicar adecuadamente los contenidos no es suficiente para garantizar que los estudiantes comprendan los contenidos que sus profesores les están enseñando, entonces: ¿qué otros factores deben tenerse en cuenta para cumplir con el criterio de suficiencia?

Algunos autores (Giere, 1999) hacen referencia a los modelos explicativos en ciencias, entendidos estos como representaciones posibles de fenómenos o eventos (Concari, 2011:90). Su aplicación tiene

¹ Los autores certifican que tienen los derechos patrimoniales sobre esta obra, que en el texto se respeta el Derecho de Autor y autorizan su divulgación y publicación con una licencia **Creative Commons Atribución**, tal y como se encuentra descrito en: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

² Magíster en Educación. Énfasis Enseñanza de las Ciencias. Profesor Titular. Universidad del Cauca. Popayán. Colombia. omarzuni@unicauca.edu.co; joseomarzuniga@yahoo.es



directa relación con el diseño de actividades por parte de los profesores, de tal manera que las mismas posibiliten que los estudiantes expliquen qué es lo que están entendiendo cuando dicen que están entendiendo un fenómeno o evento.

Palabras Claves: modelos explicativos; enseñanza de las ciencias, didáctica de las ciencias.

1. Descripción del Problema:

1.1.- El escenario escolar como laboratorio de investigación:

En este proyecto se partió de considerar el escenario escolar como un laboratorio propicio para realizar investigaciones de tipo educativo, pedagógico y didáctico.

Por tanto, a partir de un análisis detallado de lo que acontece en dicho escenario, se pueden identificar problemas de investigación. Por ejemplo, se pueden analizar el contexto en el que está ubicado dicho escenario. Desde ese punto de vista, se podría estudiar cómo las condiciones socio – económicas pueden incidir en el rendimiento académico de los estudiantes y en su capacidad para generar aprendizaje de los conceptos científicos. Pero también se podrían analizar temas relacionados con el comportamiento social de los estudiantes y la incidencia del consumo de sustancias alucinógenas en el rendimiento académico de los mismos. En fin, podríamos enumerar una larga lista de situaciones que se suceden cotidianamente en el escenario escolar y que ameritarían el planteamiento de propuestas de investigación, las cuales serían pertinentes para generar propuestas que contribuyan al mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes.

No obstante todo lo anterior, este proyecto se centra en analizar la relación entre el conocimiento común de los estudiantes y el conocimiento científico escolarizado de los profesores. Es a partir de este contexto que surge la pregunta de investigación que sirve de eje al desarrollo del proyecto. A continuación se procede a explicar – por lo menos – dos interpretaciones sobre este tipo de relación y – finalmente – se formula la pregunta de investigación.



1.2.- Tendencias en la enseñanza de las ciencias naturales:

Por supuesto, son muchas las tendencias que han incidido e inciden actualmente en la enseñanza de las ciencias naturales. No se pretende presentar una larga descripción de las mismas; por el contrario, para introducir la pregunta de investigación, solamente se van a describir tres tendencias que se observan en el escenario escolar, referidas ellas a los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de los conceptos científicos en el contexto escolar.

1.2.1. Visión transmisionista de la enseñanza de las ciencias:

Una primera tendencia, referida a la enseñanza transmisionista, parte de considerar que todo lo que sucede en el escenario escolar es responsabilidad plena del profesor: desde la planificación de la clase, la presentación de los contenidos, la secuenciación de los mismos hasta la evaluación. En este escenario, el papel del estudiante es netamente pasivo: escucha, reproduce y repite, casi que de manera memorística. En todo caso, en este escenario, el papel del estudiante está plenamente invisibilizado y reducido a su mínima expresión. En este escenario, el estudiante ni cuestiona, ni pregunta, solamente reproduce y repite.

En este escenario se puede ubicar la enseñanza de las ciencias que se fundamenta en una visión de ciencia positivista, la cual considera que solamente puede ser considerado como científico todo aquel planteamiento que puede ser sometido a – y que supera - la prueba del método científico: desde la observación hasta la experimentación. Es decir, la verdad existe y la función del científico es encontrarla siguiendo un protocolo que está diseñado paso a paso: observación, clasificación, comparación, medición, inferencia, predicción, formulación de hipótesis, comunicación, interpretación de datos, experimentación). Desde este punto de vista, la función del profesor/a es entender que la “verdad” ya fue descubierta (en el laboratorio científico) y que su responsabilidad es entenderla, interpretarla (mediante la transposición didáctica) y explicarla a sus estudiantes.

En este caso, no se trata simplemente de adjetivar (calificando o descalificando) esta tendencia transmisionista de la enseñanza de las ciencias en el contexto escolar. De lo que se trata es de entender



lo siguiente: por muchos años, esta fue [y sigue siendo] la única visión de ciencia que se tuvo en cuenta para planificar la enseñanza de las ciencias en el contexto escolar. Sin embargo, hoy por hoy (y desde hace ya varias décadas), se vienen planteando otras tendencias que han contribuido a cambiar esa visión hegemónica y homogenizante de la enseñanza de las ciencias.

1.2.2. Visión constructivista de la enseñanza de las ciencias:

Una segunda tendencia, que ha contribuido a cambiar esa visión hegemónica y homogenizante de la enseñanza de las ciencias, recoge la incidencia del constructivismo en la enseñanza de las ciencias. Mientras la visión transmisionista de la enseñanza de las ciencias invisibiliza el papel del estudiante en el escenario escolar, esta visión constructivista, por el contrario, parte de reconocer que el estudiante llega al escenario escolar provisto de un tipo de conocimiento (llamado conocimiento común) que se debe tener en cuenta, por parte del profesor, al momento de planificar el desarrollo de su clase. Es decir que, se empezó a reconocer que el estudiante ya no llegaba con una mente vacía, sino que ya trae un conocimiento y que bien vale la pena incorporar dicho conocimiento al proceso de enseñanza.

El surgimiento de esta tendencia generó, en Colombia y en muchos países del mundo, una cantidad significativa de investigaciones centradas en identificar las ideas previas de los estudiantes. Estas ideas previas también se llamaron preconceptos, conceptos erróneos o *misconceptions* (en inglés). Entonces se indagó acerca de las ideas previas de los estudiantes en ciencias naturales (biología, química, física), en ciencias sociales, en lenguaje, en matemáticas y en casi todas las áreas del currículo, llegando a consolidarse (hasta finales de los años 90's y mediados de la primera década de los años 2000) una larga lista de investigaciones ya concluidas y con resultados publicados en las que se podía identificar que había un consenso entre los autores, quienes reconocían que efectivamente los estudiantes llegaban al escenario escolar con conceptos ya elaborados, pero muchos de ellos erróneos. Esto constituyó lo que – en este proyecto de investigación - se denomina como el *conocimiento común de los estudiantes*.

Por tanto, con la visión constructivista, el estudiante pasó de cumplir un papel pasivo a desempeñar un papel activo: se reconoció que tiene capacidad de pensamiento, que puede generar inquietudes y



formular preguntas que orienten el desarrollo de la clase. Este cambio de visión incidió notoriamente en el desarrollo de las clases de ciencias naturales, porque ya no se trataba de que el profesor/a solamente explicara los contenidos y que los estudiantes repitieran pasivamente (y de manera memorística) el significado de los mismos. Por el contrario, ahora se trataba de que el profesor/a planificara su clase a partir de las preguntas de sus estudiantes, tratando en todo caso de lograr que afloraran las ideas previas de los mismos.

Por aquel entonces se investigaba teniendo en cuenta dos teorías derivadas del campo de la psicología cognitiva:

Por un lado, la *Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel* (1978), según la cual los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva de los estudiantes. Esto se logra, según Ausubel, cuando los estudiantes relacionan los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; pero también es necesario que ellos se interesen por aprender lo que se le está mostrando.

Por otro lado, la *Teoría del Cambio Conceptual* (Posner, et al, 1982), entendida como el diseño de actividades de clase que posibiliten la transformación de las concepciones de los estudiantes hacia las aceptadas por la comunidad científica. En este caso, como ya se puede deducir, cuando se habla de cambio conceptual, se está haciendo referencia tanto al resultado como al proceso de transformación de las concepciones de los estudiantes, que es el objetivo de las actividades de enseñanza y de aprendizaje. Una de las finalidades de la Teoría consistía en diseñar actividades de clase que contribuyeran a generar - en los estudiantes - lo que se denominaba el *conflicto cognitivo*. Para Moreira y Greca (2003), en una situación de enseñanza formal, la estrategia de *conflicto cognitivo* implicaría que el profesor generase una disonancia cognitiva en el estudiante suficientemente grande para llevar a una acomodación pero no tan grande que condujera al abandono de la tarea. El resultado de la acomodación sería un cambio conceptual.

Llegados a este punto, la conclusión fue más o menos similar: las investigaciones mostraron que los estudiantes tienen ideas erróneas. La pregunta ahora era:



Y los profesores/as ¿cómo hacemos para ayudar a modificar los preconceptos de los estudiantes?

Para intentar una aproximación a esta pregunta, se va a presentar una tercera tendencia aplicada a la enseñanza de las ciencias, la cual constituyó el marco de referencia conceptual de este proyecto de investigación.

1.2.3. **Visión de ciencia como construcción humana (Giere, 1999):**

Según Sanmartí (2002), a mediados del siglo XX, en los años 50's, surgió la llamada Nueva Filosofía de la Ciencia al ponerse en duda, primero, la relación entre la experimentación y el origen de nuevas teorías científicas y, posteriormente, la racionalidad de la ciencia. La confrontación entre, por un lado, una visión de ciencia objetiva, racional y rigurosa y, por el otro lado, el estudio sobre cómo el conocimiento se ha ido generando realmente a través de la historia, hizo surgir numerosos interrogantes.

La idea básica desarrollada fue que el conocimiento científico está condicionado por las perspectivas teóricas de los que investigan o de la comunidad de investigadores.

Aun así, se pueden encontrar diferentes aproximaciones. Por ejemplo, los epistemólogos, quienes continúan defendiendo la racionalidad como motor del progreso de la ciencia. Este es el caso de Popper, Lakatos y Laudan. O bien los que, como Kuhn, opinan que los cambios son fruto básicamente de condicionamientos sociales. Incluso hay quien considera, como Feyerabend, que no hay ningún indicio de racionalidad ni ningún método en el progreso de la ciencia.

Los falsacionistas, entre los que se encuentra también Karl Popper, admiten que la observación es guiada por la teoría y la presupone, pero que se puede decidir racionalmente si una teoría es mejor que otra [...]

En las aproximaciones menos racionales de la Nueva Filosofía de la Ciencia, como es el caso de Thomas Kuhn, tienen mucha importancia los estudios del campo de la Historia y de la Sociología de la Ciencia, que ponen de manifiesto la relevancia de los factores sociales en el desarrollo científico.



Desde este campo de estudio, se aborda la influencia de factores económicos, ideológicos, de prestigio y de competencia entre los grupos de investigación en la decisión sobre cuáles son los problemas “objeto de “avance científico” y en la valoración de los resultados que van obteniendo.

El abandono de una teoría por otra no se puede explicar sólo por la realización de observaciones y experimentaciones más cuidadosas y sistemáticas, o por la falsación de conjeturas. Una teoría es más que una suma de conceptos: es una estructura.

Es especialmente importante resaltar el cambio de perspectiva que representó considerar el conocimiento científico como una *construcción* humana. Hasta ese momento se consideraba que la “verdad” existía y que los científicos buscaban confirmarla. En cambio, los nuevos planteamientos introducen la idea de que la ciencia *construye* interpretaciones de los fenómenos, *modelos*. Por ello, se habla de una visión *constructivista de la ciencia* que [...] tiene relación con las teorías constructivistas del aprendizaje y de la enseñanza.

El giro cognitivo de la Nueva Filosofía de la Ciencia se ha desarrollado en los últimos años, a partir del intento de preservar y comprender la racionalidad de la ciencia.

Una teoría cognitiva de la ciencia es la que intenta explicar cómo los científicos utilizan sus capacidades cognitivas – percepción, control motor, memoria, imaginación y lenguaje – para construir la ciencia moderna.

Esta concepción se basa, en cierto modo, en una visión evolutiva de la ciencia análoga a la evolución biológica (Giere, 1999). Los procesos cognitivos se relacionan con la evolución de las teorías de forma similar a cómo los mecanismos genéticos se relacionan con la evolución de las poblaciones. La genética condiciona la diversidad entre los organismos y la herencia, pero la supervivencia y la evolución dependen de las condiciones ambientales. Asimismo, se puede hablar de diversidad de representaciones o de modelos científicos y de herencia a través de la transmisión cultural de estas representaciones, cuya supervivencia o evolución también depende de factores sociales.



Se considera pues (Giere, 1999) que las teorías y los modelos son construcciones humanas que se ajustan más o menos a los hechos del mundo. Cada representación proporciona una perspectiva de dichos hechos, por lo que en cualquier caso siempre es parcial y algo imprecisa.

Se afirma, por tanto, que el núcleo de una teoría científica no lo constituye un conjunto de axiomas o leyes sino un conjunto de modelos. Estos modelos son entidades abstractas idealizadas, definidas por sus afirmaciones, por modelos a escala física o por medio de ecuaciones. Gráficos, diseños generados por computador, etc. Por ejemplo, son modelos las ideas de “cambio químico”, “onda”, “ser vivo”, “ecosistema”, etc.

La conexión entre el modelo abstracto se hace a través de hipótesis teóricas que aseveran la similitud entre el modelo abstracto y cualquier cosa del mundo real.

Desde este punto de vista, los modelos se generan para dar respuesta a una “forma de mirar” la realidad ya que “el ajuste modelo – realidad no es global, sino sólo relativo a aquellos aspectos del mundo que los modelos intentan capturar” (Giere, 1999:64). Del modelo se deducen preguntas y se hacen predicciones que se contrastan con los datos provenientes de la experimentación. Por ello se puede afirmar que – de alguna manera – la realidad observada forma parte del modelo tanto porque se genera en relación a ella, como porque ésta se observa a través de él.

Giere (1.999) es sensible a la importancia de las ciencias cognitivas. Como al final del siglo XX, estas ciencias cognitivas estuvieron en la punta de lanza de la investigación científica, entonces Giere planteó, en primer lugar, lo siguiente:

“Los científicos también son humanos; si la ciencia se hace con el pensamiento, entonces: ¿qué tipo de ciencia estudia el pensamiento?”

y se respondió:

“pues la psicología cognitiva; en general, la ciencia cognitiva, que incluye la computación, la psicología cognitiva, etc.”



Entonces, el enfoque cognitivo en la filosofía de la ciencia, plantea que, a lo mejor, determinadas teorías empíricas de la ciencia cognitiva sí podrían ayudar a resolver determinado tipo de problemas. Por ello, Giere prefiere hablar de modelos teóricos en lugar de hablar de teorías. Las teorías al final serían o conjunto de modelos teóricos o de hipótesis teóricas.

En segundo, Giere también hizo el siguiente planteamiento:

En realidad: *¿qué hacemos nosotros, los humanos en general?*

Y respondió: *pues hacemos modelos de la realidad.*

Giere es un realista pero perspectivista, lo que explica su idea de los mapas como modelos de la realidad. Plantea que los seres humanos podemos materializar los modelos de la realidad, a través de la escritura, de un mapa, de un esquema, etc.

Los planteamientos de Giere se pueden explicar a partir de una analogía tomada de la vida cotidiana:

Cualquier persona puede hacerse un modelo mental acerca de cómo serán sus próximas vacaciones del verano. Este modelo mental lo puede materializar a través de una carta escrita a mano o en un computador, en la cual pueda plasmar materialmente este modelo mental a partir de una serie de frases; o puede realizar un croquis de los sitios que planea visitar. Puede hacerlo de muchas formas. Luego, pasado el verano, la persona puede contrastar sí el modelo que ella hizo acerca de cómo iba a ser el verano, realmente se ha acercado o se ha alejado de lo que vivió realmente durante el verano.

Pues bien, Giere dice que los científicos en la realidad hacen lo mismo. El científico se hace un modelo acerca de lo que él considera que es una estructura social, del funcionamiento de una célula, de cómo es un átomo. Se hace un modelo y luego lo plasma, lo define a partir de esquemas, un conjunto de enunciados o de modelos matemáticos. Para Giere el lenguaje es importante, pero no es la única forma de materializar un modelo. Él dice que en ocasiones podemos utilizar esquemas, gestos o mapas, para materializar una idea mental. Entonces, así como una idea nuestra la podemos materializar de muchas y variadas formas, de la misma forma podemos materializar un modelo sobre una parte del mundo.



Aquí, en el caso de Giere, se trata de un modelo mental que se puede definir a partir de varios lenguajes: el lenguaje matemático (a partir de ecuaciones), a partir de una serie de enunciados, a partir de un esquema o con una simulación. No hay límites para la forma de definir esta representación de la realidad.

Los planteamientos de Giere acerca de los modelos explicativos sirven como referentes para introducir la pregunta de investigación que constituye el eje central de este proyecto de investigación

2. La pregunta de investigación:

De manera general, el problema básico que se plantea en este proyecto de investigación es:

¿Cómo enseñar ciencias de una forma que resulte pertinente?, es decir,

¿Cómo promover que la cultura científica generada a través de los siglos pueda ser comprendida por la población, se sepa aplicar y se pueda continuar generando?

Ello implica, fundamentalmente, responder a las cuatro preguntas que configuran el currículo, a saber:

¿Qué enseñar?, ¿Cuándo enseñar, ¿Cómo enseñar? y ¿Cómo evaluar los resultados?(Sanmartí, 2002: 25).

Las cuatro preguntas mencionadas anteriormente fueron abordadas en el desarrollo de este proyecto de investigación, pero – además – se prestó especial atención a la discusión acerca de la Didáctica como disciplina ya establecida, teniendo en cuenta que en la Universidad del Cauca en general, y en el Departamento de Educación y Pedagogía en particular, aún no se le ha dado el reconocimiento a la Didáctica de las Ciencias como disciplina. Por el contrario, existe la tendencia generalizada a considerarla, no solamente en el nuestro sino también en otros escenarios académicos, como una herramienta instrumental para el buen hacer de la enseñanza.



Hablando de las tendencias generalizadas, el problema de investigación se fundamenta en que – aún hoy - se sigue considerando que para enseñar ciencias naturales es condición necesaria y suficiente el saber acerca de la disciplina que se va a enseñar (conocimiento disciplinar en biología, en química o en física, por ejemplo). Sin embargo, en este proyecto de investigación se partió de la consideración según la cual, además del conocimiento disciplinar, es necesario involucrar otros elementos para la enseñanza de las ciencias naturales.

¿Cuáles son esos elementos? En el desarrollo del proyecto de investigación fueron abordados de manera detallada, advirtiendo eso sí, que no existe una “receta” para ello, porque aprender a enseñar ciencias naturales no consiste en conocer unas ideas para aplicarlas tal cual. Por un lado, porque no existen (ni existirán) reglas generales aplicables a cualquier situación. Por otro lado, porque – al ser la enseñanza una profesión que todos los profesores hemos experimentado en calidad de estudiantes - todos tenemos nuestros propios puntos de vista o modelos sobre cómo es mejor enseñar ciencias naturales, e incluso qué técnicas y recursos aplicar. (Sanmartí, 2002: 25).

Retomando el planteamiento anterior según el cual para enseñar ciencias naturales es condición necesaria el saber acerca de la disciplina que se va a enseñar, debe aclararse – sin embargo - que no es condición suficiente. Dicho de otra manera, como profesores/as debemos preparar una adecuada explicación de los contenidos de clase, pero aun así, esto no garantiza que nuestros estudiantes aprendan. Entonces, ¿qué elemento/s hace/n falta para completar el proceso?

Lo anterior dio lugar, de manera particular, a plantear la pregunta de investigación en torno a la cual giró el desarrollo de este proyecto de investigación:

¿Qué estrategias didácticas se pueden diseñar, implementar y evaluar para facilitar el aprendizaje de conceptos científicos en estudiantes de educación básica?

3. Propósitos:

3.1. Propósito general:



- Diseñar, implementar y evaluar modelos explicativos para la enseñanza de conceptos científicos en educación básica.

3.2. Propósitos específicos

- Identificar y caracterizar los modelos explicativos (Giere, 1999), destacando su aplicación en la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica.
- Brindar elementos teórico – prácticos a los futuros licenciados en Educación Básica, para la enseñanza de conceptos científicos, mediante el diseño de modelos explicativos para su aplicación en las ciencias naturales.
- Contribuir al re-conocimiento y difusión de estrategias didácticas para la enseñanza de conceptos científicos en la educación básica.

4. Metodología:

El proyecto de investigación se realizó con el enfoque de la investigación acción educativa.

El diseño metodológico de la propuesta se dividió en cinco fases o etapas:

Primera fase: Identificación y caracterización de los modelos explicativos (Giere, 1999).

Segunda fase: Diseño de modelos explicativos para la enseñanza de conceptos científicos en educación básica.

Tercera fase: Implementación de modelos explicativos para la enseñanza de conceptos científicos en educación básica.

Cuarta fase: Evaluación del impacto que genera la aplicación de modelos explicativos para la enseñanza de conceptos científicos en educación básica.

Quinta fase: Producción de materiales (módulo) para la divulgación de la propuesta de diseñar, aplicar y evaluar modelos explicativos para la enseñanza de las ciencias en educación básica.



Esta investigación fue de carácter cualitativo y en ella se pretendió elaborar descripciones, análisis y conclusiones a partir de la observación de varias sesiones de clase, y de los datos que de ellas se pudieron obtener, en las que se implementaron modelos explicativos para la enseñanza de conceptos científicos en educación básica.

Para la formulación de esta investigación se tuvieron en cuenta preguntas de tipo cualitativo, con el propósito de indagar sobre la construcción de significados en la clase de ciencias naturales. Además, se enfatizó en el papel de las acciones de los estudiantes como sujetos de la investigación; de la clase de ciencias como contexto de la investigación; en los métodos para la recogida de datos; en los tipos de evidencias que se presentarán para apoyar las afirmaciones que al final se realizarán y en los métodos y el tipo de análisis utilizados.

Enmarcada en el enfoque cualitativo, esta investigación tuvo las siguientes características:

- Esta investigación fue inductiva, en la medida en que analizó aspectos particulares de la clase de ciencias, pero elaboró conclusiones sobre aspectos generales relacionados con la construcción de significado por parte de los estudiantes sobre diversos conceptos científicos.
- Esta investigación tuvo una perspectiva holística, en la medida en que consideró la enseñanza de las ciencias naturales como un todo; es decir, se tuvo en cuenta que en el escenario de la clase de ciencias (que hace parte del contexto que se está analizando), convergen variables tales como el conocimiento científico escolarizado (CCE) de los profesores, el conocimiento común (CC) de los estudiantes y el proceso de producción de significados en la clase como mediador de dichos conocimientos. Tales variables no se analizaron de manera independiente, sino en función de la relación que se dio entre ellas y su implicación en la producción de conocimiento.
- Esta investigación describió las características de un contexto educativo que está delimitado en una clase de ciencias. En dicho contexto interactuaron y se implicaron directamente tanto los profesores como los estudiantes que conformaron la población de estudio, quienes participaron – de manera específica - en el desarrollo de la propuesta didáctica.



- Se trató de una investigación en pequeña escala, que se validó en la medida en que se aproximó a la realidad empírica de lo que ocurrió en el escenario de la clase de ciencias en el que estuvo delimitada.

Población y muestra:

Este proyecto se realizará en el marco del desarrollo de las unidades temáticas correspondientes a la PPI del programa de Licenciatura en Educación Básica, Énfasis Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Participarán veinte (20) estudiantes, quienes estuvieron organizados en grupos de dos o tres estudiantes (cada grupo). Todos los grupos estuvieron bajo la supervisión del investigador principal de este proyecto, quien orientó las unidades temáticas de la PPI correspondientes al énfasis en ciencias naturales y educación ambiental.

Cada grupo ya conformado visitó una Institución Educativa (I.E.) seleccionada por ellos y ubicada en el municipio de Popayán. En cada IE se les asignó un grupo de estudiantes con el cual realizaron las actividades correspondientes al desarrollo de su PPI. Cada grupo realizó varias visitas a su respectiva IE para realizar observaciones, entrevistas y aplicar cuestionarios.

El desarrollo de las actividades de clase permitió recoger los datos que hicieron parte de este proyecto. Con estos datos, algunos grupos elaboraron un módulo o cartilla que recogió los modelos explicativos para la enseñanza de algunos conceptos científicos en educación básica.

Los resultados finales, incluyendo los módulos, se socializaron con los profesores de las respectivas I.E.

5. Resultados:

En el desarrollo de sus respectivos proyectos de Práctica Pedagógica Investigativa (en adelante: PPI), los estudiantes del programa de licenciatura en educación básica, énfasis ciencias naturales y educación ambiental, avanzaron en la formulación, desarrollo, sistematización y análisis de datos de sus



respectivas propuestas (2013 – 2016). El proceso que siguieron fue el siguiente: en sexto semestre avanzaron en la formulación de la pregunta de investigación; en séptimo y octavo semestre avanzaron en el desarrollo de su propuesta de PPI (equivalente a la realización de las actividades de trabajo de campo, a partir de las cuales recopilaron los datos a partir del diseño y aplicación de técnicas e instrumentos). Finalmente, en noveno y décimo semestre avanzaron en los análisis de los datos y la redacción de los informes finales para su correspondiente socialización, tanto en la universidad como en las instituciones educativas en las cuales se llevaron a cabo las diferentes propuestas de PPI.

A continuación (ver tabla No. 1) se presenta una síntesis de algunas de las propuestas que fueron realizadas por los estudiantes:

No.	TÍTULO	REALIZADO POR	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN
1.	Análisis del concepto nutrición humana en algunos textos escolares de ciencias naturales de grado 7-1 de la institución educativa Antonio García Paredes del municipio de Popayán	Luis Carlos Martínez Guaca	¿Qué tan adecuados son los textos escolares de ciencias naturales de la institución educativa Antonio García Paredes para la enseñanza del concepto nutrición humana en el grado 7 - 1?
2.	La enseñanza del concepto ecosistema a través de la construcción del sendero ecológico, con los niños del grado cuarto del centro educativo vereda Siloé del municipio de Popayán.	Sandra Milena López Juspían Yuyerni Jimena Chicangana Juspían	¿Cómo enseñar el enseñar el concepto ecosistema través de la construcción de un sendero ecológico con los estudiantes del grado 4° del centro educativo sede vereda Siloé del municipio de Popayán?
3.	La huerta escolar: estrategia pedagógica para el aprendizaje del proceso de germinación con los niños, niñas de la Fundación Salvando Sueños.	Fernando Solarte Anacona	¿Cómo propiciar aprendizajes a partir del proceso de germinación con los niños y niñas de la fundación salvando sueños a partir de la elaboración de la huerta escolar?
4.	Implementación de actividades lúdicas, para mejorar la enseñanza y el aprendizaje del tema sistema óseo, en estudiantes de 5° grado de la	Leidy Maribel Rendón Inga Luisa María Camayo	¿Qué tipo de actividades lúdicas se pueden implementar como estrategia didáctica para mejorar la enseñanza y el aprendizaje del sistema óseo en



	Institución educativa Alejandro Gómez Muñoz	Narváz	estudiantes de 5 grado de la institución educativa Alejandro Gómez Muñoz.
5.	Los juegos didácticos como una estrategia para la enseñanza de los órganos de los sentidos a estudiantes de grado 4° de educación básica.	Ana Milena Muñoz Lasso Luis Eduardo Ruiz Yenifer Edith Túquerres	¿De qué manera el aprendizaje significativo de los sentidos articula los juegos didácticos con la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes del grado cuarto de primaria?
6.	Articulando el manejo de los residuos sólidos, al proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos del área de ciencias naturales y educación ambiental del grado sexto – a en la institución educativa Los Comuneros del municipio de Popayán.	Milhton Edwin Perafan Herrera Fernando Solarte Anacona Vanessa Constanza Villamuez Burbano	¿Cómo articular el manejo de los residuos sólidos al proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos de las ciencias naturales y educación ambiental del grado sexto – A en la institución educativa los comuneros?

Tabla No. 1: Síntesis de algunas de las propuestas de PPI que fueron elaboradas por los estudiantes del programa de licenciatura en educación básica, énfasis ciencias naturales y educación ambiental (Universidad del Cauca, 2013 – 2016).

Es importante aclarar que la síntesis de las propuestas que se presentan en la Tabla No. 1(ver) constituyen solamente una muestra representativa de los proyectos de PPI que fueron propuestos y culminados por los estudiantes ya mencionados. Por supuesto, fueron varios los temas que se trataron en el desarrollo de las respectivas propuestas de PPI. En todo caso, los resultados de dichas propuestas presentan un común denominador: cada una de ellas se planteó como producto final esperado el diseño, la implementación y la evaluación de un modelo explicativo para la enseñanza de un concepto científico en educación básica: nutrición humana, residuos sólidos, órganos de los sentidos, sistema óseo, germinación, ecosistema, etc. En todos los casos, los estudiantes visitaron las respectivas instituciones educativas en las cuales realizaron sus actividades de PPI; allí aplicaron los instrumentos diseñados para la recopilación de los datos e interactuaron con niñas y niños de diversos grados de educación básica. Una vez obtenidos los datos, procedieron a la sistematización y codificación de los mismos para pasar a su respectivo análisis. Finalmente, en la mayoría de los casos, los estudiantes elaboraron cartillas didácticas para recoger allí el conjunto de actividades que fueron realizadas con los niños y niñas de educación básica, incluyendo algunas recomendaciones para la enseñanza de los conceptos abordados en cada una de las propuestas de PPI.

7. Conclusiones



- El desarrollo de las propuestas de PPI elaboradas por los estudiantes de licenciatura permitió identificar y caracterizar los modelos explicativos (Giere, 1999), destacando su aplicación en la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica.
- El acompañamiento pedagógico a cada una de las propuestas de PPI, permitió brindar elementos teórico – prácticos a los futuros licenciados en Educación Básica, para la enseñanza de conceptos científicos, mediante el diseño de modelos explicativos para su aplicación en las ciencias naturales.
- A través de las actividades realizadas con los estudiantes de la licenciatura en educación básica, énfasis ciencias naturales y educación ambiental, se pudo contribuir al reconocimiento y difusión de estrategias didácticas para la enseñanza de conceptos científicos en la educación básica.

8. Bibliografía:

Ausubel, D. P. (1978). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune and Stratton.

Concari, S.B. (2011). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicaciones para la enseñanza de las ciencias. En: *Ciencia & Educación*. Vol. 7. No. 1.

Giere, R. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. U of Chicago Press.

Giere, R. (. (1992). *Cognitive models of science*. Minneapolis: University Minnesota.

Giere, R. (1992a). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Giere, R. (1999). Using models to represent reality. In Magnani, N. Nersessian y P. Thagard (eds.), (Ed.), *Model-based reasoning in scientific discovery* (Plenum Publishers ed., pp. 41-57). Nueva York:

Kuhn, T. (1989). *Estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura económica. (Versión original 1962) (Ed.),

Greca, I. M. y Moreira, M. A. (2003). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 7, n.1. <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>



Posner, G. *et al.* (1982). Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual. En: Science Education. Vol. 66. Issue 2. Pags.: 211 – 217.

Sanmartí, N. (2002). Aprender ciencias implica aprender a autorregularse. En: Sanmartí, N. (Ed.). (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Enseñanza Secundaria Obligatoria* pp. 147-168. Madrid: Síntesis.

Sanmartí, N. (2002). ¿Para qué enseñar ciencias?. En: Sanmartí, N. (Ed.), (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. pp. 55-70. Madrid.: Síntesis.

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la real academia española de la lengua* (22° ed.). Madrid.