



---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**ESTUDIO MIXTO DEL APRENDIZAJE CIENTÍFICO EN  
LA EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA  
BASADO EN LA PLANEACIÓN, ACCIÓN Y  
EVALUACIÓN EN EL COLEGIO MAYOR DE SAN  
BARTOLOMÉ: UNA MIRADA DESDE EL PARADIGMA  
PEDAGÓGICO IGNACIANO**

GRANADOS, N; JIMENEZ, S

# **ESTUDIO MIXTO DEL APRENDIZAJE CIENTÍFICO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA BASADO EN LA PLANEACIÓN, ACCIÓN Y EVALUACIÓN EN EL COLEGIO MAYOR DE SAN BARTOLOMÉ: UNA MIRADA DESDE EL PARADIGMA PEDAGÓGICO IGNACIANO**

NELSON ANDRÉS GRANADOS SABIO  
[ngranados55@hotmail.com](mailto:ngranados55@hotmail.com)

SIDNEY SILENNYA JIMÉNEZ SARMIENTO  
[australiasile@gmail.com](mailto:australiasile@gmail.com)

Colegio Mayor de San Bartolomé. Bogotá, Colombia.

## **RESUMEN**

En este trabajo de investigación se evidencian avances en los procesos de planeación, acción y evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de algunos conceptos científicos con estudiantes del colegio Mayor de San Bartolomé (Bogotá, Colombia) en las áreas de Física y Biología de la educación básica secundaria y media. Se socializa el desarrollo parcial de las fases de trabajo de una unidad didáctica basada en la metodología indagatoria para el aprendizaje de las ciencias del programa de la Educación Científica Basada en la Indagación ECBI (Chile, 2012), que reúne los momentos de trabajo en el aula planteados por la Propuesta Educativa de La Compañía de Jesús (Vasquez SJ, 2006) desde el Paradigma Pedagógico Ignaciano PPI, mostrando como allí confluyen las teorías del Aprendizaje Basado en Problemas de la Universidad de Mc Máster en Canadá (Morales Bueno, 2004) y los Modelos Mentales de Johnson-Laird (Moreira, 2002). La experiencia ha permitido evidenciar avances en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, diseñando y poniendo a prueba herramientas y actividades que permiten a los escolares dar solución a situaciones problema planteadas por los docentes para el estudio de los conceptos asociados a los ciclos bioquímicos en Biología y el estudio de los circuitos eléctricos en Física.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje científico, Indagación científica, Aprendizaje basado en problemas, Paradigma Pedagógico Ignaciano.

## **ABSTRACT**

In this research advances in the processes of planning, action and evaluation of teaching and learning of scientific concepts with some college students Mayor de San Bartolomé (Bogotá, Colombia) are evident in the areas of physics and biology of Basic Secondary and Media education. Partial development of the working phases of a teaching unit based on the research methodology for science learning program-Based Inquiry Science Education in ECBI (Chile, 2012), which brings together the moments of

work in the socialized classroom posed by the Educational Proposal the Society of Jesus (SJ Vasquez, 2006) from the Ignatian Pedagogical Paradigm PPI, showing how it brings together theories of Problem Based Learning Mc Master University in Canada (Morales Bueno, 2004) and Mental Models of Johnson-Laird (Moreira, 2002). The experience has allowed to demonstrate progress in the learning processes of students, designing and testing tools and activities that allow students to solve problem situations raised by teachers to study the concepts associated biogeochemical cycles in Biology and the study of electrical circuits in physics.

**KEY WORDS:** Scientific learning, scientific inquiry, Problem-based learning, Ignatian Pedagogical Paradigm.

## Introducción

En las últimas décadas se ha evidenciado un auge tecnológico que ha puesto a la educación científica en la necesidad de implementar nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje que permita a la población estudiantil estar a la vanguardia de los recientes cambios en los paradigmas científicos, así como ser partícipes de los cambios a nivel ambiental y socio-político que devienen a raíz de ello en nuestro entorno. Este hecho también exige que los docentes estén en un permanente proceso de actualización para proponer una alternativa al esquema tradicional de enseñanza en ciencias naturales en el que predomina el aprendizaje memorístico y la enseñanza de contenidos extensos que en ocasiones carecen de sentido, no porque no exista, sino, porque no es evidenciado.

De manera que, se hace necesario que la educación en ciencias se enfoque en cumplir objetivos que comprometan el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y que ofrezcan a los estudiantes herramientas que les permita construir o realizar modificaciones en sus maneras de comprender y utilizar lenguaje científico, comprobar hipótesis planteadas por ellos mismos y solucionar problemas de la vida cotidiana, acompañando sus actividades de un sentido de responsabilidad social en concordancia con el contexto que confronta el estudiante.

Según (Carro, 2000), el proceso de innovación y actualización científica en el contexto educativo está ligado al papel que se tiene como docente e investigador. Esto significa que, más allá del papel del docente como orientador y acompañante en el proceso de formación de los estudiantes, debe existir compromiso en realizar permanente investigación en los objetos de estudio de la didáctica de las ciencias, que están asociados a los elementos que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula, a la reelaboración del conocimiento científico de los docentes de ciencias naturales y la formación de habilidades de pensamiento de la población estudiantil y contextualización de su aprendizaje.

Los objetivos de la investigación en didáctica de las ciencias están orientados hacia los fines de la educación científica, que en Colombia son propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia MEN como *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales* (MEN, 2004). Estos señalan los saberes básicos que los escolares colombianos deben poseer al finalizar su paso por los niveles de educación básica primaria, básica secundaria y media, sin generar la exclusión de población de las diversas regiones, costumbres y culturas propias colombianas.

Las estrategias didácticas que se utilicen, permitirán establecer el camino para alcanzar los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, teniendo en cuenta que, al incluir la didáctica de las ciencias y sus elementos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, se estarán brindando herramientas para saber elegir qué elementos son los más adecuados para aprovechar en el aula, según las necesidades de los estudiantes y según su contexto educativo y social.

En este proceso se busca dirigir las acciones del docente a un objetivo claro, que esté relacionado con las habilidades de pensamiento a orientar y desarrollar en los estudiantes, el cual se debe incluir en un plan de clase o unidad didáctica detallada. Por tanto es indispensable conocer que se le puede brindar al estudiante o de qué manera puede ser apoyado para que pueda realizar procesos de metacognición propios para el estudio de un fenómeno o una situación problema, implementando elementos orientadores tales como: talleres, guías, charlas, debates, prácticas experimentales y salidas de campo e implementación de las TICs.

De manera que, proponer objetivos es indispensable para establecer metodologías y conseguir que el estudiante construya un modelo mental funcional respecto a algún fenómeno, un conocimiento que le permita manejar condiciones y realizar predicciones sin la necesidad de acudir a un conocimiento memorístico. Pero es fundamental también conocer cómo evaluar objetivamente, ya que los procesos de evaluación y su dinamismo, dependen de los roles que desempeñan tanto docentes como estudiantes.

Planear la evaluación consiste en conocer inicialmente lo que se pretende evaluar, ya sea por medio de una evaluación cualitativa, cuantitativa o mixta, por lo que el docente debe conocer el nivel de aprendizaje que presenta la población a intervenir antes de comenzar los procesos de enseñanza y aprendizaje, con el fin de identificar fortalezas y dificultades para gestionar acciones puntuales que le permitan a los estudiantes mejorar sus dificultades (Clavijo Clavijo, 2008). Por otra parte, es indispensable que el estudiante conozca los resultados de su proceso de formación con el fin de generar motivación o conciencia de las dificultades que se puedan presentar y puedan verificar en que aspectos deben trabajar. Este proceso de investigación asociado a la planeación, la acción y la evaluación del proceso educativo, es la base de ésta investigación.

La ejecución total de dicho proyecto permitirá hacer énfasis en la planeación, acción y evaluación para el desarrollo del aprendizaje científico a partir de resultados reales que permitan realizar confrontaciones, datos que serán obtenidos en distintas etapas del trabajo con la población intervenida de algunos niveles de básica secundaria y educación media del Colegio Mayor de San Bartolomé, teniendo en cuenta los Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales del MEN empleando las TICs en dicho proceso evaluativo. Adicionalmente, el impacto generado en la comunidad educativa Bartolina permitirá abrir paso a la aplicación ésta propuesta en otros niveles de educación en ciencias naturales, así como invitar al lector a ser partícipe de la investigación en Didáctica de las Ciencias.

### **Paradigma Pedagógico Ignaciano (PPI): propuesta educativa de La Compañía De Jesús**

Según (Vasquez SJ, 2006), la Propuesta Educativa de la Compañía de Jesús, consiste en un instrumento que tiene como propósito orientar y acompañar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, basado esencialmente en lo humanístico,

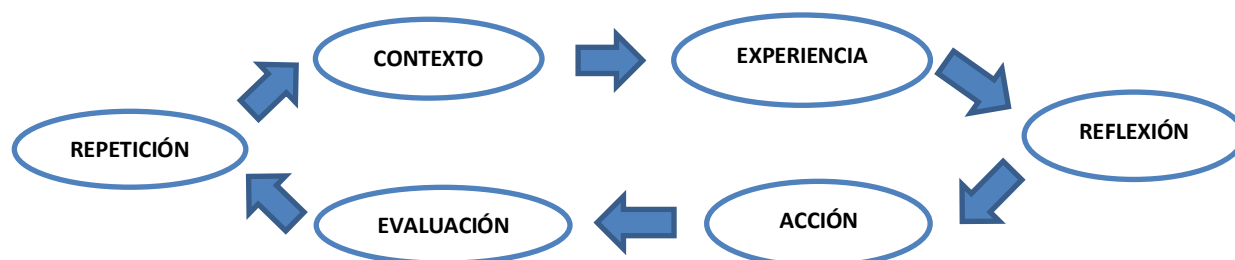
convirtiéndose en la precursora de la educación centrada en el estudiante y de toda una pedagogía inspirada en el Padre Ignacio de Loyola y de la tradición de la Educación Jesuítica desde el siglo XVI, en los colegios de la Compañía de Jesús en Colombia. De esta manera, el paradigma (camino) de la Pedagogía Ignaciana es la estrategia que adoptan los acompañantes (docentes) y demás integrantes de la comunidad para hacer parte de ésta experiencia de formación.

San Ignacio de Loyola escribe el documento dedicado a la Educación de la Compañía de Jesús, en la que posteriormente es organizado a manera de plan de estudios “La razón de ser” (Ratio Studiorum), documento que de manera sistemática dio a conocer su modo de proceder pedagógico. Allí quedó plasmado un interés por el desarrollo integral de los estudiantes, teniendo presentes todos los detalles posibles para ofrecer una formación muy completa, a la que denominan los Jesuitas *Magis*, que significa “ser más para servir mejor”, con el fin de contribuir a la sociedad con mujeres y hombres competentes destacando una Educación Integral, conformada por un proceso permanente que se propone a desarrollar diez dimensiones que caracterizan al ser humano: cognitiva, social, estética, espiritual, corporal, emocional, ética, afectiva, comunicativa, socio-política.

El paradigma se desarrolla en cinco momentos:

1. *Situar la realidad en un contexto (Contextualización)*. Consiste en situar en su circunstancia al sujeto y aquel aspecto de la realidad que se quiere experimentar, conocer, apropiarse y transformar, siendo el punto de partida que debe tener en cuenta el docente, para la posterior contextualización de la enseñanza y aprendizaje.
2. *Experimentar vivencialmente desde la realidad (Experiencia)*. Es la condición de todo conocimiento humano con la cual el estudiante llega a la acción comprometida, objetivo final de la Educación Ignaciana, que se puede realizar planteando actividades desde una experiencia de laboratorio y a través de lecturas que plantean conversatorios, discusiones, debates, foros, entre otros.
3. *Reflexionar sobre esa experiencia (Reflexión)*. Consiste en el ejercicio que realiza el estudiante, para entender la vivencia de la experiencia a partir de la conceptualización, elaboración de teorías, suposiciones, accediendo a la construcción de conocimiento al entender y verificar lo experimentado.
4. *Actuar consecuentemente (Acción)*. Es el aporte decisivo de la Pedagogía Ignaciana que consiste en desafiar a los estudiantes en asumir una postura frente a lo aprendido, construido y actuar en coherencia con ella, motivando a tomar decisiones a partir del discernimiento.
5. *Evaluar la acción y el proceso seguido (Evaluación)*. Se entiende una revisión de la totalidad del proceso pedagógico seguido de los resultados siempre en busca de la excelencia, siguiendo cada uno de los pasos del paradigma con el objetivo de cumplir lo propuesto.

**Figura 1: Momentos del Paradigma Pedagógico Ignaciano (PPI)**



### **Modelos mentales y Modelos conceptuales**

Philip Johnson-Laird, profesor del Departamento de Psicología de la Princeton University, plantea que las personas operan de manera cognitiva utilizando tres tipos de representaciones mentales del mundo: representaciones proposicionales, imágenes y modelos mentales. Estos tres tipos de representación permiten realizar una aproximación acerca de la manera como las personas pueden razonar o comprender un fenómeno.

Las representaciones proposicionales se asocian a la manera como las personas pueden captar el contenido provenientes de algún tipo de información, teniendo en cuenta que cada persona maneja en su mente un lenguaje propio, distinto a todos los demás, al que Antonio Moreira distingue como “Mentalés” (Moreira, 2002), de modo que una sola proposición puede tener distintos significados para cada persona.

El punto de vista común de los fenómenos u objetos del mundo hace referencia a las imágenes, las cuales son modelos que permiten hacer representaciones mentales sin requerir provenir de algún tipo de modelo mental, de modo que no tienen ninguna funcionalidad más que representar una simple percepción. Por ejemplo, si se quisiera hablar acerca de un átomo cualquiera, la imagen más común que podrían tener algunas personas al pensar en un átomo es la típica representación del modelo “sistema solar” de los electrones girando en torno al núcleo atómico, al que solamente se le dará algún sentido cuando se necesite trabajar con el concepto de átomo.

Por otro lado, los modelos mentales son representaciones muy específicas y funcionales, construidos a partir de la formación de imágenes y representaciones proposicionales. Los modelos mentales permiten comprender fenómenos o estados de los objetos y realizar cambios o predicciones sobre los mismos. De modo que, al momento de querer explicar algún fenómeno como la reflexión de la luz por ejemplo, deben existir elementos que representen un haz de luz y un obstáculo en el cual sucederá la reflexión de la luz, los cuales permitan establecer resultados distintos al momento de modificar distintas condiciones del ejercicio mental, como el cambio de los ángulos de incidencia, que dependiendo de la revisión de su conocimiento, la modificación de sus concepciones alternativas y la experiencia, se irán añadiendo otros elementos funcionales como el ángulo de reflexión, líneas normales a las superficies, etc.

Según Moreira (*ibíd.*), los modelos mentales no necesariamente tienen que ser precisos o concordantes a la teoría científica o modelos conceptuales (que hacen

referencia al conocimiento científico que se comparte en la comunidad), pero deben tener funcionalidad. En este sentido el docente tiene como objetivo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, enseñar un fenómeno a partir de un modelo conceptual empleando modelos mentales del mismo, brindando a sus estudiantes las herramientas necesarias para orientarlos en la construcción de sus modelos mentales, de modo que permitan la comprensión de los objetos de estudio sin recurrir a la memorización o repetición mecánica de un procedimiento.

### **Aprendizaje basado en problemas (ABP)**

El aprendizaje basado en problemas (*Problem-based learning*) es una teoría del aprendizaje surgida en la década de los 60's en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Mc Master en Canadá. El auge en la investigación médica y la necesidad de cambiar los tradicionales esquemas de enseñanza y aprendizaje, requirieron el estudio de nuevas metodologías de trabajo en el aula que se basaran más en la investigación que en poner en práctica habilidades para retener información (Morales Bueno, 2004).

Habitualmente los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias se han enfocado más hacia el aprendizaje memorístico de largos contenidos científicos y listados de ecuaciones que permiten solucionar mecánicamente problemas de papel y lápiz, que en mostrar mesuradamente modelos conceptuales y un contexto en el que los estudiantes puedan evidenciar e interactuar con las aplicaciones de su conocimiento. Adicionalmente la evaluación del aprendizaje ha tomado el camino de comprometer directamente la manera como los estudiantes retienen dicha información, sin considerar su capacidad para enfrentarse a problemas interdisciplinarios complejos.

De manera que, profesionalmente los estudiantes requerirían de conocimientos y prácticas más innovadoras para poner a prueba habilidades orientadas al análisis de situaciones problema, la adquisición y sintetización de información, la formulación de hipótesis y su puesta a prueba, lo cual sería aportado al desarrollar habilidades y competencias de aprendizaje asociadas a la deducción y la manera como un estudiante puede abordar una investigación científica. De esta manera se estableció la teoría del *aprendizaje basado en problemas* (ABP) como una nueva metodología de enseñanza y aprendizaje.

En el ABP, el docente propone a sus estudiantes un problema de investigación, que será punto de partida para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Durante este proceso, los estudiantes podrán construir de manera autónoma su conocimiento, consultando y aprendiendo de las ciencias básicas para dar solución al problema, generándose espacios para la discusión, la investigación, el trabajo experimental y el trabajo colaborativo. El docente debe ser quien genere dichos espacios, considerando al estudiante como constructor activo de su conocimiento y no como receptor pasivo del mismo, orientándole por medio del planteamiento de preguntas con el fin de permitirle encontrar nuevas herramientas que le faciliten el entendimiento del problema y posteriormente dirigirle a la solución del mismo.

De esta manera, el ABP permite llevar el proceso de aprendizaje a manos del mismo estudiante, resaltando el trabajo colaborativo en la investigación como herramienta para el análisis, la discusión y la motivación hacia el trabajo interdisciplinario.

## Metodología

Este proceso investigativo fue asumido desde una concepción metodológica basada en un estudio mixto del aprendizaje científico, en el cual se puede evidenciar la convergencia entre el PPI con teorías del aprendizaje como el ABP y la Teoría de Modelos Mentales y Modelos conceptuales, que permitirán la planeación curricular, la elección de herramientas, metodologías y estrategias de trabajo en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula como objetos de estudio en nuestra investigación en Didáctica de las Ciencias. Por tanto, el proyecto se organizará en 3 etapas de trabajo consistentes en planeación, acción y evaluación, para ser desarrolladas en su totalidad en 3 meses, que corresponden al tercer período de trabajo académico en el Colegio Mayor de San Bartolomé (Bogotá, Colombia). El producto de esta investigación consistirá en el diseño e implementación de una unidad didáctica basada en la indagación científica. A continuación se socializan avances en cuanto a las etapas de trabajo.

### 1. Planeación y acción.

#### 1.1 Población estudiantil

El presente proyecto se ha iniciado con una muestra total de 154 estudiantes de grado 8° y grado 11° del Colegio Mayor de San Bartolomé, distribuidos en cuatro secciones o grupos:

Grado	Número de estudiantes	Estudiantes por grupo
8°	77	801: 38
		802: 39
11°	77	1103: 39
		1104: 38

#### 1.2 Elección de temáticas y planteamiento de la pregunta problema

La elaboración de unidades didácticas permite planear estrategias, herramientas, espacios y métodos para los procesos de enseñanza y aprendizaje de alguna temática. Sin embargo, en algunos casos la falta de interés por elaborar con dedicación una unidad didáctica ha reducido equivocadamente este proceso a la simple preparación de instrucciones a partir de la parcelación de una serie de contenidos académicos, en su mayoría tomados del índice temático de un texto escolar, el cual se trabajará a lo largo de un período o semestre académico.

Según (SanMarti, 2000), algunos aspectos se pueden considerar importantes al momento de elaborar una unidad didáctica y diseñar estrategias de trabajo, los cuales pueden aportar autonomía al docente. Estos consisten en elaborar diagnósticos y sondeos periódicamente, tener claridad en los propósitos de la unidad didáctica, seleccionar mesuradamente los contenidos, planear la metodología de trabajo y las



actividades que permitirán retroalimentar continuamente el conocimiento de los estudiantes sobre un fenómeno para la modificación de su modelo mental del mismo y la evaluación tanto del trabajo y aprendizaje de los estudiantes, como de las estrategias y herramientas utilizadas durante la ejecución de la unidad didáctica.

El diseño de la unidad didáctica, tomando como base la teoría del ABP, requiere que el docente plantee una pregunta o situación problema inicial que permita abarcar una cantidad justa de contenidos relacionados con el tema de estudio y que pueda ser abordada desde situaciones experimentales que los estudiantes deberán desarrollar a lo largo del tiempo estipulado para la ejecución del proyecto. El docente tendrá como labor orientar los procesos y actividades que desarrollen los estudiantes, procurando que todo tipo de cuestionamientos, consultas, talleres, experiencias, etc., estén dirigidas a la solución de la pregunta o situación problema.

En el Colegio Mayor de San Bartolomé, el Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental en su proceso de planeación curricular, ha diseñado un Plan Integrado de Área en el que se han organizado ámbitos conceptuales sugeridos, formulación de saberes básicos, *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales* (MEN, 2004) y situaciones problema para Biología en los Niveles de Educación Básica Primaria, Básica Secundaria y para Física y Química en la Educación Media (10° y 11°). La situación problema se trabajará a lo largo de cada uno de los tres períodos académicos organizados por trimestres escolares.

Las situaciones problema parcialmente abordadas con los escolares corresponden a los ámbitos conceptuales sugeridos en la planeación curricular del Plan Integrado de Área.

**Figura 2: Preguntas problema y ámbitos conceptuales parciales en la planeación curricular.**

<b>Grado</b>	8°	11°
<b>Grupos</b>	801 - 802	1103 - 1104
<b>Asignatura</b>	Biología	Química
<b>Ámbitos conceptuales sugeridos</b>	Ciclos Biogeoquímicos (elementos, flujo de energía, flujo de materia, ciclo abierto, ciclo cerrado)	Electromagnetismo (Potencial eléctrico, resistencia eléctrica, corriente eléctrica, circuitos eléctricos)
<b>Situación Problema</b>	¿Cómo están organizados los elementos químicos en la naturaleza?	¿Qué características presenta la cantidad de corriente y el voltaje en los circuitos con resistencias conectadas en serie y en paralelo?

### 1.3 Implementación de actividades curriculares

Para la implementación de actividades que serán propuestas para el aprendizaje científico de los estudiantes, es indispensable su previa planeación, teniendo claridad en el ¿Por qué? ¿Qué? ¿Cómo? Y ¿Donde? de la herramienta. Es necesario tener en cuenta que dichas actividades se diseñan para que el estudiante haga

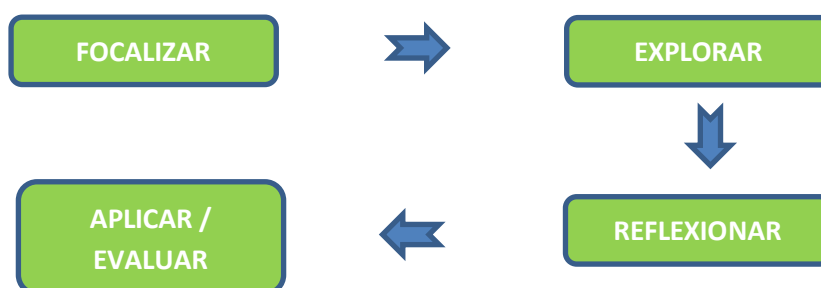
retroalimentación de su conocimiento, encuentre limitaciones en la funcionalidad de su modelo mental y busque alternativas para comprender un fenómeno.

Los aspectos mencionados por San Marti (*op. Cit.*) han sido tenidos en cuenta en la etapa de planeación de nuestra unidad didáctica. La metodología que involucra las etapas de acción (ejecución) y la evaluación de la presente investigación, fue organizada en cuatro fases de trabajo que corresponden al método indagatorio de la Educación en Ciencias Basada en Indagación ECBI, programa iniciado en 2002, producto de la National Academy of Sciences y la Smithsonian Institute e implementado por el Ministerio de Educación de Chile (Chile, 2012).

Este método plantea que el aprendizaje científico de los estudiantes se da basándose en la experiencia, así como en el desarrollo de sus habilidades cognitivas, sociales y personales. El aprendizaje está fundamentado por preguntas problema y está orientado por un ciclo de aprendizaje que consta de cuatro fases: focalizar, explorar, reflexionar y aplicar – evaluar.

1. *Focalizar*: consiste en una etapa de contextualización y motivación del estudiante.
2. *Explorar*: consiste en promover la observación y la experimentación.
3. *Reflexionar*: respecto al estudiante, consiste en la interpretación de sus observaciones y la socialización de sus resultados.
4. *Aplicar - evaluar*: respecto al estudiante, consiste en aplicar sus conocimientos, promover la interdisciplinariedad.

**Figura 3. Fases del método indagatorio de la Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI)**



Dentro de estas cuatro fases de trabajo, se hizo confluir los momentos del PPI, la teoría del ABP y la teoría de Modelos mentales y modelos conceptuales en un solo eje de trabajo.

Durante la investigación se han relacionado los momentos del PPI y las fases del método indagatorio, dada la connotación en su estructura y las relaciones entre sus componentes, generando así un complemento entre éstas dos metodologías. De éste modo es posible hacer la siguiente relación entre ambas:

1. Fase 1: *Focalizar*. Las actividades referentes a la focalización del método indagatorio presentan similitud con las actividades propias del primer momento del PPI, asociado a la contextualización, ya que en ambas fases se tiene claro que es necesario contextualizar al estudiante, conocer el estado de sus modelos mentales, indagar por sus concepciones alternativas, imágenes y

representaciones proposicionales y motivarlo a emprender el proceso investigativo. En esta fase son sugeridas las herramientas de diagnóstico y el planteamiento de la pregunta o situación problema.

2. Fase 2: *Explorar*. En esta fase se da similitud con las acciones que caracterizan la experiencia, segundo momento del PPI. Las experiencias como las prácticas experimentales permiten generar desequilibrios a nivel conceptual, lo que permitirá al estudiante encontrar motivos para modificar su modelo mental. En este espacio se sugiere generar espacios para establecer nuevos cuestionamientos que permitan conducir la investigación hacia la solución de la pregunta o situación problema. El trabajo colaborativo desempeña un factor importante en la observación y el registro de datos.
3. Fase 3: *Reflexionar*. El momento del PPI asociado a la reflexión comparte aspectos relevantes con esta fase del método indagatorio. En ésta parte del proceso se resaltan actividades que permiten afianzar el conocimiento como: los espacios para el análisis de datos, la indagación por el significado o la importancia de lo que se está haciendo en relación al tema en estudio, los espacios para la discusión y la socialización de experiencias (puesta en común), el uso de cuadernos para elaborar mapas conceptuales, guías, preguntas, etc., que son actividades que permitirán al estudiante utilizar su modelo mental para explicar un fenómeno y realizar predicciones. En esta fase se sugiere favorecer el trabajo grupal, orientar por medio de consultas y hacer del espacio de clase una “clase comunitaria”.
4. Fase 4: *Aplicar y evaluar*. En esta fase existen similitudes con los momentos de Acción y Evaluación del PPI. Se destaca el poder aplicar lo aprendido en las tres fases anteriores para la elaboración de proyectos que permitan hacer conexiones con otras áreas y con la vida cotidiana, personal y social. En este punto se podrá revisar el proceso desarrollado para resolver la pregunta o situación problema, y nuevos cuestionamientos en este punto pueden motivar al estudiante a tomar nuevos caminos en la investigación. Es importante evaluar en esta fase los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación.

**Figura 4: convergencia entre el método indagatorio y el PPI en las etapas de planeación y acción**



### 1.4 Actividades parciales



Las actividades planeadas para dar solución a la pregunta problema, están orientadas a desarrollar las competencias en Ciencias Naturales que Plantea el Ministerio de Educación Nacional de Colombia MEN (*op.Cit*), que corresponden al *uso comprensivo del conocimiento científico*, la *explicación de fenómenos* y la *indagación*. Estas actividades deben poseer un objetivo claro de aprendizaje y deben ser evaluadas en cuanto a la disposición y aprovechamiento que generan en los estudiantes.

Las actividades pueden comprometer el trabajo experimental, la resolución de ejercicios mentales, actividades de consulta, mapas conceptuales, etc., y deben ser orientadas permanentemente por el docente, procurando dirigir la investigación a la solución de la pregunta o situación problema.

Para la orientación de las actividades, es provechoso poder utilizar TIC's, como simuladores de fenómenos, archivos audiovisuales, presentaciones, etc., ya que estos elementos permiten a los estudiantes revisar y modificar de forma más sencilla las imágenes que permiten la elaboración de un modelo mental funcional.

El trabajo en cada asignatura se inició con una actividad de diagnóstico con preguntas abiertas, la cual fue desarrollada por los estudiantes en un tiempo no mayor a 30 minutos. Esta actividad de diagnóstico permite conocer las imágenes y concepciones alternativas que se tienen acerca de los conceptos clave que manejarán los escolares en el proceso de dar solución del problema. Adicionalmente esto permite evidenciar la manera como los estudiantes abordarían la situación problema o un ejercicio mental. Conociendo estos elementos, se logró establecer una metodología adecuada para abordar las temáticas que estarán relacionadas con el problema de investigación.

**Figura 5: Actividades de diagnóstico iniciales**

 <p><b>Colegio Mayor de San Bartolomé</b> Área de Ciencias Naturales y Edu. Ambiental – Biología 8° Actividad de diagnóstico</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Establezca un concepto corto de Ciclo Biogeoquímico. Realice una ilustración que crea que identifica el concepto.</li><li>2. Elabore un diagrama del Ciclo del Hidrológico en el que asocie los conceptos de reacciones químicas y los estados físicos.</li><li>3. Ilustre mediante un diagrama la manera como ocurre el reciclaje de materia.</li><li>4. Establezca diferencias entre el ciclo de agua y el ciclo del carbono. Elabore un diagrama en el que se muestre la diferencia que usted considera.</li></ol>	 <p><b>Colegio Mayor de San Bartolomé</b> Área de Ciencias Naturales y Edu. Ambiental – Física 11° Actividad de diagnóstico</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Establezca un concepto corto para: potencial, corriente y resistencia eléctrica. Para cada concepto realice una ilustración para apoyarse y mencione sus unidades de medida.</li><li>2. Establezca diferencias entre la corriente de electrones y la corriente convencional.</li><li>3. Elabore un diagrama de un circuito eléctrico en el que asocie los conceptos de potencial corriente y resistencia eléctrica.</li><li>4. ¿Cómo se puede medir la cantidad de corriente y el voltaje en un circuito eléctrico? Realice una ilustración.</li></ol>
--	--

## 2. Evaluación

Tradicionalmente la evaluación ha sido concebida como una actividad de medición y calificación en relación a la cantidad de conocimientos adquiridos. Sin embargo con el

paso de los años este concepto ha sufrido diferentes cambios, pues, los múltiples autores que han hablado de evaluación han dejado su propia definición. Por ejemplo Tyler (1973) afirma que la evaluación es una constante comparación entre los actores principales involucrados en la misma. Scriven (1967) a su vez menciona que hay una evaluación acumulativa que hace referencia a la obtención de resultados, y otra evaluación formativa donde se hace una estimación del proceso de enseñanza aprendizaje. Cronbach (1963) afirma que la evaluación es una búsqueda de información para quien la realiza. McDonald (1971) considera a la evaluación de forma holística, donde se involucran todos los componentes de los procesos de enseñanza y aprendizaje, que son: procesos, resultados y contexto. Por su parte el JCSEE “Joint committee on standards educational evaluation” (1981) plantea, además del carácter valorativo de la evaluación, que esta debe tener sentido, es decir, ha de ser útil para la toma de decisiones, debe ser viable, ética y exacta en cuanto a las conclusiones que deja. Barriga (1984) propone que la evaluación debe ser algo más que un ejercicio de poder, debe verse a la evaluación como lo que es: una actividad social y no unos resultados observables, cuantificables y controlables desenlazados de la sociedad de donde se obtienen estos datos. (Citado por Clavijo (Ibíd., 2008)).

En la evaluación se debe tener claridad en el *por qué, para qué, qué, cómo y dónde*; ya que si se desconocen estos aspectos, entonces, esta carecería de sentido y se convertiría en una herramienta totalmente instrumental que tan solo arrojaría valores cuantificables apartados del proceso formativo.

Según Elola & Toranzos (2000) *“toda evaluación es un proceso que genera información y en este sentido siempre implica un esfuerzo sistemático de aproximación sucesiva al objeto de evaluación. Pero esta información no es casual o accesoria sino que la información que se produce a través de la evaluación genera conocimiento de carácter retro alimentador”* Finalmente dice Rafael Porlán (1999), *“son las concepciones que tiene el docente de sí mismo, de la educación, de la enseñanza, del aprendizaje, y de la evaluación, las que determinan y condicionan su actividad frente a los alumnos, podría decirse, que son estas concepciones y formas de pensar de los profesores, los responsables del tipo de relaciones que tanto docentes como estudiantes establecen con el conocimiento y con sus formas de producción”*

Todos los elementos que de alguna manera intervengan en el proceso de aprendizaje deben ser evaluados, y en este sentido, Clavijo (2008) argumenta que es importante considerar dentro de la evaluación tres dimensiones: el aspecto conceptual, procedimental y actitudinal:

1. *Evaluación Conceptual*: consiste en la revisión de los conceptos que aprenden los estudiantes. Pozo (1992) afirma que, si la evaluación ha de ser conceptual, entonces los conceptos requieren evaluarse con una aproximación cualitativa, ya que lo que allí se es el grado de comprensión o asimilación. Clavijo (Ibíd.) sugiere que la evaluación de un concepto puede hacerse solicitando su definición o identificando el concepto entre otros varios o empleándolos en una exposición temática. Los conceptos pueden transformarse en aprendizaje si se parte de las concepciones alternativas o conocimientos previos que el estudiante posee, que a su vez se interrelacionan con las actividades en las que interviene el docente, sin embargo, no basta con obtener información sino se establecen relaciones significativas con otros conceptos a nivel complementario. Pozo (Ibíd.) propone también que la evaluación puede ser

factual cuando se evalúan datos o hechos, y por tanto se debe hacer de manera cuantitativa. Las pruebas tipo opción múltiple o los cuestionarios falso verdadero entre otros pueden ser de utilidad.

2. *Evaluación Procedimental*: Coll y Valls (1992) afirman que la evaluación de los procedimientos representa una limitación en cuanto a que generalmente se evalúa el aprendizaje memorístico, más no lo significativo del mismo. El aprendizaje que se evalúa aquí no es inmediato, ya que hay habilidades que cuestan trabajo aprender y deberían de evaluarse no como un logro, sino en relación a los avances y evidencias de progreso que el estudiante vaya obteniendo, es decir, el compromiso en el cumplimiento de actividades, el interés mostrado por superar dificultades y la manera como el estudiante es capaz de aplicar esos conceptos a otros campos de estudio.
3. *Evaluación Actitudinal*: Quizás sea la de mayor complejidad ya que éste tipo de evaluación puede volverse subjetiva y está ligada a las actitudes y comportamientos de los estudiantes, características que en ocasiones son muy difíciles de observar, por lo que hay que dar largos plazos de tiempo para poder evidenciar cambios relevantes. Bolívar (1995) socializa algunas estrategias, entre ellas, el llevar una lista de control, un registro anecdótico, instrumentos de autoinforme, etc.

Es importante resaltar que las tres dimensiones evaluativas serán tenidas en cuenta durante la implementación de herramientas de aprendizaje y la evidencia de progreso en la construcción de modelos mentales. Los resultados de la investigación, así como la unidad didáctica producto serán socializados al terminar de ejecutarse la investigación.

## **Conclusión**

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias requieren del permanente proceso investigativo del docente, ya que los constantes cambios en los paradigmas científicos exigen el hecho de generar cambios en los modelos mentales que el docente tiene de algún fenómeno, en el sentido que, el docente y el estudiante participan de un proceso que es enteramente mental, en el cual el docente orienta la elaboración de los modelos mentales de los estudiantes a partir de modelos conceptuales y por medio de sus modelos mentales, por lo que es indispensable tener en cuenta todas las herramientas que favorezcan dicho proceso en el aula, que se convertirán en objetos de estudio de la didáctica de las Ciencias.

La comprensión de un concepto para predecir cambios en un fenómeno y su aplicación en la resolución de problemas y la interdisciplinariedad, son algunas de las características más importantes a destacar en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En algunos casos, en las aulas no se enseña a resolver problemas de la vida cotidiana o no se promueve el desarrollo de estrategias de aprendizaje, es decir, los estudiantes no son preparados para enfrentar a situaciones desconocidas, sino aquellas que el docente explica con soluciones perfectamente conocidas y que, por supuesto, no generan ningún tipo de dudas ni exigen tentativas. La educación en ciencias se ha tornado en algunos casos en una clase de tablero cuyo fin es operar mecánicamente ante cualquier situación problema, confiando en lo que se pueda retener memorísticamente sin el interés de dar significado a sus conocimientos.

Luego, es de esperarse en esta investigación, que la organización de actividades curriculares a partir del método indagatorio, en convergencia con el PPI, permita que los estudiantes retroalimenten sus concepciones alternativas de algún fenómeno y puedan modificar sus modelos mentales para que permitan comprender, explicar y realizar predicciones del mismo sin recurrir al aprendizaje memorístico más que para conocer modelos matemáticos que permitan interpretar un problema de lápiz y papel. En este sentido, la indagación científica favorece la exploración del conocimiento científico, permite establecer hipótesis para resolver una situación problema y por medio de la orientación del docente se logra generar cuestionamientos que conducen a un aprendizaje más sólido y a un manejo más apropiado de los conceptos de las ciencias.

De este modo el ABP se establece como una nueva manera de llevar el proceso de aprendizaje a manos del mismo estudiante, fomentando la valoración del trabajo en equipo y la motivación al trabajo interdisciplinario, y la indagación científica, sin inferir que las metodologías tradicionales de enseñanza y aprendizaje sean distintas e ineficientes, ya que todas las metodologías de trabajo llevadas al aula de clase se consideran como complementos unas entre otras y suelen ser provechosas en la medida en que sean bien elaboradas y ejecutadas. Por lo que se espera que ésta investigación sea punto de partida para la investigación en Didáctica de las Ciencias, y la planeación de llevar la experimentación al aula de clase.

## **Bibliografía**

- Bolívar, A. (1995). La evaluación de valores y actitudes.
- Carro, L. (2000). La formación del profesorado en investigación educativa: una visión crítica. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 15 - 32.
- Chile, E. (2012). *ECBI Chile*. Recuperado el 2 de Julio de 2014, de <http://www.ecbichile.cl/metodo-indagatorio/>
- Clavijo Clavijo, G. (2008). *La evaluación del proceso de formación*. Recuperado el 12 de Julio de 2014, de Colombia Aprende: [http://www.colombiaprende.edu.co/html/productos/1685/articles-178627\\_ponen7.pdf](http://www.colombiaprende.edu.co/html/productos/1685/articles-178627_ponen7.pdf)
- Coll, C. y. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de los procedimientos.
- Cronbach, L. J. (1963). Course improvement through evaluation.
- Devés, R. (2012). *Principios y estrategias del Programa de Educación en Ciencias basada en la Indagación (ECBI)*. Recuperado el 2 de Julio de 2014, de ECBI Chile: [http://www.ecbichile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Deves\\_\\_Reyes\\_revisado\\_1-04-081.pdf](http://www.ecbichile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Deves__Reyes_revisado_1-04-081.pdf)
- Díaz Barriga, A. (1984). Didáctica y Currículo.
- ELOLA, N., & TORANZOS, L. (2000). Evaluación educativa: una aproximación conceptual.

Joint committee on standards educational evaluation. (1981). Standard for evaluation of educational, projects and materials.

Martínez, M. F. (2006). El aprendizaje basado en problemas: revisión de estudios empíricos internacionales. *Revista de Educación*, 397-418.

Mc. Donald, B. (1971). The evaluation of the humanities curriculum project: a holistic approach.

MEN. (2004). *Ministerio de Educación Nacional de Colombia*. Recuperado el 26 de 05 de 2014, de [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)

Morales Bueno, P. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoria: Ciencia, Artes y Humanidades*, 145-157.

Moreira, A. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências*, 36-56.

Porlán , R., & Rivero, A. (1999). El conocimiento de los profesores. *Serie fundamentos No 9*.

Pozo, J. I. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos.

SanMarti, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias.*, 239-266.

Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation.

Tyler, R. (1973). Principios del currículo.

Vasquez SJ, C. (2006). *Propuesta educativa de la Compañía de Jesús*. Bogotá: Kimpres Ltda.