



APRENDER A ENSEÑAR CIENCIAS VINCULANDO EL MUSEO COMO  
RECURSO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA  
CIRCULATORIO HUMANO.

UN ESTUDIO DE CASO

Trabajo de investigación realizado por:  
VÍCTOR NÍCOLAS FLÓREZ JIMÉNEZ.  
JAIRO ELÍAS MORENO ALDANA.

Dirigido por:

Dra. FANNY ANGULO DELGADO.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

Línea: Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas

Medellín, julio 2009

APRENDER A ENSEÑAR CIENCIAS VINCULANDO EL MUSEO COMO  
RECURSO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA  
CIRCULATORIO HUMANO.  
UN ESTUDIO DE CASO

Trabajo de investigación realizado por:  
VÍCTOR NÍCOLAS FLÓREZ JIMÉNEZ.  
JAIRO ELÍAS MORENO ALDANA.

Para optar por el título de Magíster en Educación que ofrece la  
Universidad de Antioquia.

FANNY ANGULO DELGADO  
Directora de Investigación

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
Facultad de Educación  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN  
Línea: Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas.

Medellín, julio 2009

## **AGRADECIMIENTOS**

En esta página queremos hacer un reconocimiento a las instituciones que contribuyeron en la realización de esta investigación:

A la Universidad de Antioquia por permitirnos cualificar nuestro proceso de formación académica en la Maestría en Educación, Línea Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas que coordina el grupo GECEM.

A la Institución Educativa Presbítero Luis Eduardo Pérez Molina, del municipio de Barbosa (Antioquia) y a la Escuela Normal Superior de Medellín, por facilitar sus instalaciones y los espacios en el proceso de investigación y los tiempos requeridos en el proceso de formación.

### ***Nuestros sinceros agradecimientos***

A Dios por brindarnos la oportunidad de realizar este estudio.

A la Dra. Fanny Angulo Delgado, por su gran aporte en nuestra formación como investigadores, por su inmensa paciencia y respeto hacia nuestras decisiones, por sus valiosas orientaciones y su gran calidad humana, más que una asesora ha sido una amiga. Aspectos que contribuyeron a un favorable ambiente de aprendizaje.

A Carlos Soto, Marta Luz Ramírez, Luz Stella Mejía, María Mercedes Jiménez y a todos los demás miembros del Grupo de Investigación Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas – GECEM, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, quienes fueron nuestros maestros y maestras en el proceso de formación, porque estuvieron siempre pendientes de escuchar y colaborar con sus sabios aportes durante la socialización de los avances, los juicios de expertos y la revisión del proyecto de investigación.

A Liliana María Osorio, colega y amiga, por las orientaciones y correcciones en la construcción final del proyecto de investigación.

*A mis hijas, Francia y Lina, quienes me motivaron día a día con sus sonrisas a seguir adelante y a no desfallecer.*

*A mi esposa Beatriz, por su apoyo incondicional y comprensión a lo largo de mi maestría, su gran amor y confianza en mí, hizo posible que este sueño se convirtiera realidad.*

*Jairo Elías.*

*A mi esposa Cecilia, y a mi hija Laura, por sus sacrificios e incondicionalidad, motivos por los cuales me permitió alcanzar este anhelo con la ejecución y terminación de este trabajo.*

*Víctor Nicolás.*

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN.

<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>17</b>
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	
<b>3.1. LA RELACIÓN MUSEO - ESCUELA.....</b>	<b>18</b>
3.1.1. Los museos de ciencias y la escuela.....	18
3.1.2. Clasificación de los museos de ciencias.....	25
3.1.3. Simbiosis museo-escuela. Puntos de encuentro y desencuentro.....	29
3.1.4. El Museo de Morfología de la Universidad de Antioquia.....	37
<b>3.2. FORMACIÓN DE PROFESORES. ....</b>	<b>39</b>
3.2.1. Concepto de Formación Continuada.....	40
3.2.2. El profesor que aprende a enseñar ciencias.....	45
<b>3.3. RELACIÓN ENTRE METACOGNICIÓN Y CAMBIO CONCEPTUAL.....</b>	<b>48</b>
3.3.1. Reseña histórica del Cambio Conceptual.....	48
3.3.2. La Ecología Conceptual.....	51
3.3.2.1 Definición de Metacognición.....	52
3.3.2.2. Componentes de la metacognición.....	54
3.3.3. El papel de la metacognición en el cambio conceptual.....	57
3.3.4. El papel regulador de la metacognición sobre el estatus de las ideas....	59
<b>3.4. CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR Y PCK.....</b>	<b>65</b>
3.4.1. Conocimiento Profesional del Profesor.....	65
3.4.2. Conocimiento Pedagógico del Contenido CPC ó PCK.....	67
3.4.2.1. Componentes del Conocimiento Pedagógico del Contenido CPC....	71
3.4.2.1.1. Orientaciones para la Enseñanza de las Ciencias.....	73
3.4.2.1.2. El conocimiento de cómo entienden la ciencia los estudiantes.....	74

3.4.2.1.3. El conocimiento del currículo, estrategias de enseñanza y de evaluación de los aprendizajes de las ciencias.....	74
3.4.2.1.4. Eficacia del Profesor.....	76
3.4.3. Reflexión sobre la acción.....	78
3.4.4. Reflexión en la acción.....	79
<b>4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>80</b>
4.1. El proyecto Marco: DiCiArte.....	80
4.1.1. Dispositivo de niveles.....	81
4.1.2. Investigación - Formación.....	82
4.1.3. La Red Clidi.....	82
4.1.4. El análisis de las acciones del profesor.....	84
4.2. Cronograma y Fases de la investigación.....	87
4.2.1. Cronograma de la investigación.....	87
4.2.2. Fases de la investigación.....	88
4.3. Tipo de estudio.....	93
4.3.1. Cualitativo – interpretativo.....	93
4.3.1.1. El estudio de caso.....	94
4.3.1.2. Construcción del caso para esta investigación.....	97
4.3.1.2.1. Criterios para la selección de la participante en la investigación.....	97
4.3.1.2.2. Contexto de la investigación.....	97
4.4. La Clínica Didáctica.....	98
4.4.1. Fuentes.....	98
4.4.2. Instrumentos... ..	98
4.4.3. Técnicas.....	101
4.5. <b>Análisis de la información.....</b>	<b>102</b>
4.5.1. Selección de episodios.....	102
4.5.2. Selección de fragmentos de las entrevistas (EI, EAC).....	104
4.5.3. Transcripción: convenciones.....	104
4.5.4. Construcción de categorías de análisis en relación con el método de investigación.....	105

<b>5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS: EL CASO.....</b>	<b>111</b>
5.1. Inteligibilidad.....	113
5.1.1. Orientación de la enseñanza.....	113
5.1.2. Creencia sobre el propósito de la enseñanza.....	114
5.1.3. Conocimiento sobre cómo entienden las ciencias los estudiantes.....	119
5.1.3.1. Motivación para el aprendizaje.....	119
5.1.3.2. Necesidad para el aprendizaje.....	120
5.2. Plausibilidad.....	123
5.3. Fructibilidad.....	132
5.3.1. Eficacia del profesor.....	132
5.3.1.1. Contexto específico.....	132
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>152</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>157</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>159</b>
<b>9. CIBERGRAFÍA.....</b>	<b>170</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS Y TABLAS:</b>	
<b>GRÁFICAS:</b>	
Nº 1. Relación Metacognición - Cambio Conceptual. [Adaptado de Hewson y Lemberger (2000) y Thorley (1990)]......	64
Nº 2. Modelo Hexagonal del Conocimiento Pedagógico del Contenido para la Enseñanza de la Ciencia. [Traducido de Oliver & Park, (2008: 279)]......	72
<b>TABLAS:</b>	
Nº 1. Características del Estudio de Caso.....	96
Nº 2. Análisis de los episodios seleccionados.....	103
Nº 3. Categorías para analizar el estatus de las ideas de la profesora.....	110
Nº 4. Resultados obtenidos sobre las modificaciones del estatus de las ideas de la profesora.....	137

## ANEXOS\*

Nº 1 Cuestionario de la Entrevista Inicial.

Nº 2 Transcripción de Entrevista inicial.

Nº 3 Cuestionario de la Entrevista de Autoconfrontación Cruzada.

Nº 4 Transcripción de Entrevista de Autoconfrontación Cruzada.

Nº 5 Ponencia: Ponencia: ANGULO, F.; MESA, N.; RAVE, L.; FLÓREZ, V.N. & MORENO, J.E. 2007. Aprender a enseñar ciencias usando el museo como recurso. Dos estudios de caso. IV Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número Extra. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, 18, 19 y 20 de agosto.

Nº 6 Taller: ANGULO, F.; FLÓREZ, V.N. & MORENO, J.E. 2007. El ciclo de aprendizaje como herramienta intelectual en la enseñanza de las ciencias. III Encuentro Internacional de Enseñanza – Aprendizaje de las Ciencias y las Tecnologías. Universidad de La Paz. Barrancabermeja. 1, 2 y 3 de noviembre.

Nº 7 Ponencia: ANGULO, F.; SOTO, C.; RICKENMANN, R.; MESA, N.; RAVE, L.; FLOREZ, N. & MORENO, J. 2009. Apprendre à enseigner les sciences en utilisant les musées comme une ressource pour l'enseignement. Etude des transformations des conceptions sur les savoirs scientifiques et sur leur incidence dans les conduites d'enseignement. 1er colloque international de l'ARCD, Où va la didactique comparée? Didactiques disciplinaires et approches comparatistes des pratiques d'enseignement et d'apprentissage. Université de Genève 15 et 16 janvier.

Nº 8 Ponencia: ANGULO, F.; FLÓREZ, V.N. & MORENO, J.E. 2009. Aprender a enseñar ciencias usando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema circulatorio humano. Un estudio de caso. International Congress of Science Education. Cartagena, Colombia. 15-18 of July 2009.

---

\* Los anexos se encuentran en otro archivo del mismo CD.



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se inscribe dentro del énfasis de investigación sobre Formación de Profesores de la Maestría en Educación. Línea Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas que coordina el grupo GECM. Uno de los objetivos de esta línea de investigación, es comprender las características del pensamiento de los profesores, a partir de las acciones que realiza en el aula, cuando aprende a enseñar ciencias.

Este estudio de carácter cualitativo-interpretativo, se centra en las acciones de una profesora que aprende a enseñar ciencias naturales cuando vincula el museo como recurso novedoso en su enseñanza, desde una perspectiva teórica donde la metacognición es condición para que se dé el cambio conceptual, es decir, analizar cómo la profesora modifica el estatus de sus ideas, sobre la enseñanza de un contenido, en este caso, el sistema circulatorio y el uso del Museo de Morfología.

Si bien, algunos estudios muestran información general sobre los estudiantes en el aprendizaje por cambio conceptual y la metacognición en la solución de problemas, pocos referencian el aprendizaje de los profesores a partir de sus prácticas, desde la reflexión metacognitiva para que modifiquen sus ideas y concepciones arraigadas desde su formación como estudiantes, y pasen a la dimensión del profesor que aprende a enseñar ciencias y vincula un recurso didáctico diferente a los tradicionales.

Igualmente, la revisión bibliográfica señalada en los antecedentes sobre la fundamentación teórica del cambio conceptual y la metacognición muestra pocas evidencias empíricas al respecto, en el sentido de relacionar la metacognición y sus componentes como insumos importantes que conduzcan a elevar el estatus de una idea para considerar el cambio conceptual de la misma sobre la enseñanza de las ciencias y el uso del museo en un contenido específico. Por lo tanto, la metacognición como condición para el cambio conceptual, es referente de análisis en el aprendizaje de una profesora que enseña ciencias. Por esta razón, se considera que esta investigación aporta

elementos teóricos a la temática que se estudia.

Asimismo, hace parte de un proyecto marco denominado DiCiArtE (Didáctica de las Ciencias y las Artes) en una red que integra diferentes universidades nacionales y extranjeras: Universidad de Antioquia (Grupo GECM) y Universidad de Ginebra (Grupo SED), entre otras, que vinculan los recursos didácticos Escuela-Museo para la enseñanza artística y de las ciencias en la formación de docentes (Rickenmann, 2006b). De este macroproyecto retomamos aspectos como los aportes de orden metodológico y teórico en que se fundamentan las acciones efectivas de una profesora que aprende a enseñar ciencias utilizando el Museo de Morfología como recurso didáctico.

Para el Grupo GECM, esta propuesta procura aportar algunos elementos teóricos y prácticos para facilitar la implementación del uso del patrimonio expuesto en las instituciones culturales y de divulgación científica en los programas educativos, y en particular los de ciencias naturales.

En esta investigación se tomaron como referentes teóricos: la educación en los museos, la formación continuada del profesor, la metacognición, el cambio conceptual, la relación entre metacognición y cambio conceptual, el Conocimiento Profesional del Profesor y el llamado Pedagogical Content Knowledge (PCK), traducido por algunos autores anglosajones como Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) y en la línea europea como Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). Este tipo de conocimiento hace referencia a tres características básicas: las formas de representar y formular el contenido a enseñar, el conocimiento de estrategias de enseñanza y el conocimiento de las concepciones de los estudiantes, junto con sus dificultades de aprendizaje. En este estudio se toma entonces el CPC como referente teórico fundamental, que permite categorizar e identificar cómo aprende la profesora a enseñar ciencias en el marco de su conocimiento sobre el uso de recursos como el Museo.

La Clínica Didáctica facilitó los métodos de recolección y análisis de la información, se realizó utilizando dos entrevistas (inicial y de autoconfrontación

cruzada), las observaciones y grabaciones de clases. La información recogida fue organizada y categorizada de acuerdo con los componentes de la metacognición (conciencia, conocimiento, regulación, monitoreo y evaluación), el cambio conceptual referente al estatus de las ideas (inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad), y el CPC (orientaciones para la enseñanza de las ciencias, el conocimiento de cómo entienden los estudiantes la ciencia, el conocimiento del currículo, conocimientos de las estrategias para la enseñanza, el conocimiento de la evaluación de los aprendizajes de las ciencias y la eficacia del profesor).

El producto es la descripción y el análisis de los segmentos de las entrevistas en los cuales se evidencian modificaciones en el estatus de las ideas de la profesora respecto a las potencialidades del Museo, cuando enseña el sistema circulatorio.

Los análisis muestran que en la profesora ocurren modificaciones en sus ideas sobre la utilización del museo como un recurso novedoso para la enseñanza de un contenido científico. Estas modificaciones son consecuencias de un ejercicio metacognitivo de reflexión y toma de conciencia sobre las potencialidades que ofrecen los museos de ciencias como recurso para la enseñanza, ideas que ella ve plausibles, y fructíferas desde su práctica (al diseñar y aplicar una unidad didáctica vinculando el museo).

También hay modificaciones en sus ideas sobre la enseñanza y el aprendizaje, en cuanto se amplían. En sus reflexiones, la metacognición media para que ocurra en ella el cambio conceptual acerca del museo, como un recurso novedoso para la enseñanza de las ciencias y además, sobre el valor que posee como patrimonio científico y cultural de la contemporaneidad. Asimismo reconoce la necesidad de estrechar vínculos entre la escuela y el museo de ciencias, en procura de mejorar los aprendizajes de conceptos sobre el sistema circulatorio.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En la didáctica de las ciencias se considera que una manera de incidir en el mejoramiento de la calidad de la educación en esta área del conocimiento es a través del planteamiento y puesta en marcha de propuestas de formación para los profesores de ciencias; de ahí que un importante campo de investigación sea el de la formación inicial y continuada de profesores.

Con los trabajos de investigación de L. Shulman (1986), a finales de los ochenta, surgió la preocupación por configurar marcos teóricos y metodológicos relacionados con el pensamiento del profesor de ciencias, a partir de la hipótesis de que si se lograran modificar sus ideas, es posible obtener cambios en sus acciones (Utges, 2003). El fundamento de esta tesis es que los profesores en ésta área del conocimiento tienen sus propias ideas y concepciones sobre la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y el conocimiento (Hewson, 1987; Aguirre, Haggerty, & Linder, 1990) y otros aspectos de la educación en ciencias que influyen de alguna manera en su actuación en el aula. El estudio de dichas ideas y concepciones, puede posibilitar cambios en sus formas de enseñar a partir de la reflexión sobre sus prácticas. Al respecto, Porlán, Rivero & Martín Del Pozo (1997, 1998) contribuyen con elementos teóricos sobre la influencia que tienen las concepciones epistemológicas y pedagógicas de los profesores, sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje de una disciplina científica.

El conjunto de conocimientos sobre su campo disciplinar, sobre el contexto y sobre los saberes pedagógicos y didácticos que los docentes adquieren y utilizan en su práctica, es denominado Conocimiento Profesional del Profesor (Porlán et al, 1998; Tamir, 2005). La manera como se puede conceptualizar e investigar tal conocimiento, es bastante compleja, así como lo es, abordarlo unido a una disciplina objeto de enseñanza; sin embargo, es necesario para la investigación didáctica caracterizar este conocimiento como punto de partida para la formación que se desea promover en los profesores.

Las concepciones epistemológicas y didácticas influyen en el Conocimiento Profesional del Profesor, conocimiento constituido por cuatro componentes que son: conocimiento del contexto, conocimiento disciplinar, conocimiento pedagógico y conocimiento didáctico del contenido. Con respecto a este último, Shulman (1987) hizo importantes aportes sobre las creencias y juicios de los profesores, desde marcos de referencia psicológicos y cognitivos, el Conocimiento Pedagógico del Contenido –CPC- (Pedagogical Content Knowledge –PCK- por su sigla en inglés) como categoría de conocimiento, que involucra los saberes que le ayudan al profesor(a) a hacer enseñable un contenido. Además, comprende el conocimiento de las representaciones del profesor(a) sobre el tema que para él o ella son las más adecuadas para la enseñanza y la comprensión de las dificultades específicas de los estudiantes al aprender. El CPC es complejo y difícil de documentar porque es un conocimiento tácito, una construcción interna del profesor(a) que incluye en general los siguientes conocimientos: el disciplinar, el pedagógico general, el curricular, el del contexto educativo, de los estudiantes y sus características, el de los propósitos y fines de la enseñanza y el didáctico del contenido.

Este conocimiento ha sido utilizado como guía de programas de formación continuada de profesores; sus aportes y desarrollos teóricos han generado un consenso frente a la importancia de esta propuesta de formación sintetizada en la expresión “aprender a enseñar a lo largo de la vida” (Angulo, 2001; Tardif, 2004) que se logra a partir de la reflexión del profesor(a) sobre sus concepciones, ideas y pensamientos.

Esteve (1997), Perrenoud (2001), y Angulo & García (2001), consideran que la Formación Continuada de los Profesores es relevante para el cambio social y por ende, coherente con las nuevas tendencias educativas que demandan un espacio de reflexión sobre el acto educativo y sobre la acción efectiva del profesor(a) enfocado a mejorar su práctica permanentemente. En este sentido, es importante que el profesor(a) se pregunte e identifique su estilo personal, sus creencias y el origen de ellas.

La acción del profesor(a) en el aula, se constituye como un insumo fundamental en el análisis de la enseñanza porque va acompañada de la reflexión, de modo que la actividad que despliega en sus prácticas efectivas es

producto de esas consideraciones permanentes; al valorar los puntos débiles y fuertes de su práctica, podrá hacer correcciones que le ayudan a mejorar su estilo (Esteve, 1997). Por otro lado, para explicar las acciones de enseñanza del profesor hay consensos alrededor de utilizar perspectivas teóricas y didácticas más descriptivas que prescriptivas en el sentido de que la autoconfrontación y la reflexión del profesor provocan cambios en sus prácticas de enseñanza (Rickenmann, 2006b).

El proceso metacognitivo que hace el profesor(a) al reflexionar sobre su acción didáctica, se expresa cuando él o ella, considera que al enseñar las ciencias, anticipa, planifica y orienta sus actividades y hace las secuencias de contenido con unos propósitos, además tiene en cuenta la evaluación de forma transversal y el monitoreo de sus procesos, en función de aprender a enseñar a lo largo de la vida (Angulo, 2001; Tardif, 2004).

En el proceso metacognitivo se presentan una serie de procesos psicológicos que implican la planeación, análisis y evaluación de la práctica, procesos que se despliegan cuando el profesor(a) se hace consciente de sus acciones, las regula y monitorea. La habilidad metacognitiva, es la capacidad de autorregular el propio aprendizaje, lo que permite que el profesor(a) sea consciente de su actividad, y tome decisiones sobre ella para adecuarla y mejorarla, es decir, planificar qué estrategias se pueden utilizar en cada situación, aplicarlas, controlar y monitorear el proceso, evaluarla para detectar fallos y aciertos, todo ello orientado hacia una nueva acción (Angulo, 2003).

En el aprendizaje por Cambio Conceptual es relevante destacar que la metacognición influye en las modificaciones que ocurren en la ecología conceptual del sujeto y por ende, es una condición para que se dé el aprendizaje (Georghiades, 2000).

Desde esta óptica, la actividad del profesor(a), es relevante en cuanto se analiza a partir de su reflexión en y sobre su práctica cuando considera el aprendizaje de sus estudiantes en un contexto no formal. Por tanto, se propone describir cuál es la relación entre la metacognición y el cambio conceptual en la

modificación del estatus de las ideas de una profesora que aprende a enseñar ciencias utilizando el museo como recurso para la enseñanza.

Desde esta perspectiva teórica, muchas investigaciones se han centrado en las concepciones de los estudiantes y cómo éstas cambian cuando aprenden ciencias, pero no encontramos investigaciones que reporten los cambios que ocurren en las ideas del profesor(a) cuando enseña ciencias y menos aún, utilizando un recurso didáctico novedoso como puede ser un museo. Por esta razón, en esta investigación pretendemos aportar algunas explicaciones desde el cambio conceptual y la metacognición, que nos permitan entender cómo cambian las ideas del profesor(a) que aprende a enseñar ciencias cuando vincula el museo de ciencias, en un proceso de formación continuada, una práctica reflexiva y recursos novedosos. Al respecto, Angulo (2003) afirma que los esfuerzos por contribuir en la formación continuada del profesorado desde una perspectiva reflexiva de su acción, de manera que desarrolle habilidades metacognitivas, comprenden la aplicación del razonamiento al acto de enseñar, con el fin de mejorar las actividades y las tareas intelectuales que lleva a cabo el profesor(a). Una de esas tareas tiene que ver con el cómo aprende el profesor(a) a incorporar a su quehacer cotidiano, recursos no convencionales o novedosos, como pueden ser los museos de ciencias.

En los últimos años, se están proponiendo y evaluando nuevos recursos educativos para la enseñanza de las ciencias y se ha potenciado el uso de los museos en las prácticas escolares, por cuanto estos se visibilizan como instituciones culturales que contribuyen al proceso de enculturación científica o bien como complemento a la educación científica que hace la escuela.

La definición misma del museo y el planteamiento de sus funciones, ha estado cambiando significativamente. Un ejemplo de ello lo muestra Bloom (1984:55), cuando dice que *“si las colecciones son el corazón de los museos...la educación es el espíritu”*. Significa entonces, que los museos se van convirtiendo en escenarios con grandes posibilidades de contribuir a los aprendizajes y a la investigación desde diversas perspectivas y enfoques.

En esta investigación asumimos que los profesores de ciencias que son “eficaces” (siguiendo a Park & Oliver, 2008), aprenden a enseñar constantemente a lo largo de su vida, como consecuencia de someter a reflexión metacognitiva su propia práctica. Cuando dicha práctica involucra un recurso novedoso, su asimilación a la práctica habitual no se da de la misma manera que un recurso tradicional o bien conocido por el/ella, como puede ser el libro de texto, los carteles explicativos, las prácticas de laboratorio, o los videos, ya que conoce estos recursos desde su experiencia misma como estudiante. En esta investigación asumimos que la incorporación de un Museo de Ciencias a las prácticas habituales de un profesor(a), debe pasar primero por aprender a enseñar ciencias usando tal recurso. Pretendemos entonces entender este proceso desde la perspectiva teórica del Cambio Conceptual, en la cual la Metacognición es condición indispensable para modificar el estatus de las ideas del profesor(a), sobre el uso de este recurso y patrimonio científico para la enseñanza de un contenido (sistema circulatorio), de modo que en la medida en que diseñe unidades didácticas que aplicará en su actividad de enseñanza, piense en el museo como un objeto cultural en función del aprendizaje y reflexione sobre su práctica.

Así pues, considerar el diseño, ejecución y evaluación de dispositivos didácticos por parte del profesor(a), pensando en la relación Museo-Escuela, es poner en escena sus compromisos ontológicos y epistemológicos sobre la ciencia, el conocimiento, y didácticas de recepción cultural, (Rickenmann, 2007), que al explicitarse mediante procesos metacognitivos, pueden favorecer un aprendizaje por cambio conceptual en tanto el profesor(a) llegue a modificar el estatus de sus ideas respecto al uso del recurso museístico en la enseñanza de las ciencias.

Nuestro problema de investigación se sintetiza en la siguiente pregunta general:

¿Cómo aprende a enseñar ciencias una profesora del grado séptimo incorporando el Museo de Ciencias como recurso novedoso para el aprendizaje de los contenidos sobre el sistema circulatorio?



Para dar respuesta a este interrogante central, es necesario tener en cuenta:

-El análisis de la planificación de una secuencia de enseñanza sobre el sistema circulatorio y la puesta en marcha de la misma.

-Las reflexiones y posibles modificaciones que la profesora plantea a sus prácticas de enseñanza.

## 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Desde una perspectiva del Cambio Conceptual en la cual, la Metacognición es condición para la modificación del estatus de las ideas,

Analizar las modificaciones de las ideas de una profesora de grado séptimo, a partir de sus acciones efectivas cuando enseña ciencias, utilizando el Museo de Morfología como recurso didáctico (al momento de diseñar y aplicar una unidad didáctica sobre el sistema circulatorio).

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A través de una entrevista inicial sobre la planeación de una unidad didáctica y una autoconfrontación cruzada, analizar las modificaciones que propone la profesora al contrastar su planeación con las acciones efectivas que realiza en el aula.
- Establecer relaciones teóricas y metodológicas entre el Cambio Conceptual y el Conocimiento Profesional del Profesor.
- Mediante la clínica didáctica describir la forma de vinculación del Museo como recurso didáctico para la enseñanza del contenido específico de ciencias: El sistema circulatorio.
- Contribuir con evidencia empírica para comprender la formación continuada de profesores de Ciencias Naturales, desde una perspectiva teórica donde la metacognición es condición determinante para aprender a enseñar por Cambio Conceptual.

### **3. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1. LA RELACIÓN MUSEO - ESCUELA.**

##### **3.1.1. LOS MUSEOS DE CIENCIAS Y LA ESCUELA.**

Los Museos son instituciones históricas-culturales que existen en muchas partes del mundo. En Europa, Estados Unidos, Canadá. Por ejemplo, presentan características diferentes con respecto a América Latina. Debido a su trascendencia hacen parte del cotidiano de las personas, están integrados a los sistemas educativos, recreacionales. En Latinoamérica en cambio, salvo raras excepciones, luchan aún por hacerse reconocer con los rasgos que son comunes a los “nuevos museos de ciencias”, es decir, base conceptual, intención didáctica, vocación popular de enculturación científica, carácter interactivo y ambiente lúdico.

En los últimos treinta años ha habido un aumento progresivo en el número de museos y centros de ciencia, crecimiento que abre nuevas tendencias en el campo de la investigación de la enseñanza al destacar la importancia de los museos. Es así, que a mediados de los ochenta aparecen publicaciones en la revista “Studies in Science Education” sobre la enseñanza de este tópico en contextos no formales.

De modo, que se configuran propuestas que consideran que buena parte del aprendizaje de las personas ocurren por fuera del entorno escolar, un ejemplo de ello, es el aprendizaje por libre elección. Asimismo, deducen que no hay una sola manera de aprender ni un solo lugar para hacerlo, que los aprendizajes son continuos, y provienen de muchas fuentes. Por lo tanto, una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias es diseñar estrategias didácticas que tengan en cuenta habilidades y aptitudes de los estudiantes, y generar condiciones favorables para que los ambientes de aprendizaje les permitan involucrarse activamente en la resolución de problemas siguiendo la metodología científica. Visto así, le corresponde al profesor, el diseño de las

estrategias didácticas tanto en la escuela como por fuera de ella, y es allí, donde cobra importancia la educación no formal e informal. Autores como: McManus, (1992); Dierking & Martin, (1997); Aguirre & Vásquez (2004) designan como educación no formal toda actividad organizada, sistemática, educativa, realizada fuera del marco del sistema oficial para facilitar cierta clase de aprendizajes tanto a adultos como a niños.

Hoy se admite que el aprendizaje se puede dar en cualquier situación y que no requiere necesariamente la escuela para llegar a tal fin, por ello se plantea que los museos de ciencias pueden ser el punto de encuentro de la enseñanza formal si la programación del museo se inserta en el currículo. De forma similar, puede ser no formal, actuando como complemento de los proyectos escolares, o simplemente como un proceso exploratorio de recreación y uso del tiempo libre. En el caso de aprendizaje informal; la relación del museo con el visitante se convierte en una situación compleja, puesto que atiende diversos públicos simultáneamente y cada público viene con una estructura conceptual múltiple y diversa.

Por lo tanto, en este aspecto se hace interesante la relación con la escuela ya que ambas instituciones se pueden complementar en los propósitos formativos que cada una instituye, además, el público escolar de la mano del profesorado amplía no solamente la estructura conceptual homogénea, sino que amplía comprensivamente lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal en el estudiantado.

La escuela dentro de sus programas de ciencias sigue un currículo sujeto a unos planes de área, con contenidos determinados para cada uno de los grados, lo que posibilita que la institución museal a través de sus exposiciones, se incluya dentro de estos programas curriculares, los temas de las exposiciones que presenta en sus módulos y que se pudieran orientar hacia el público escolar, como también hacia el público general. La relación conceptual que constituyen los museos y las escuelas es promisoria en el sentido de reforzar conceptualmente las explicaciones que se hacen desde el aula de clases, desde perspectivas que van más allá de éstas. Los museos además de ser motivadores, se convierten en una experiencia educativa y de trascendencia actitudinal del escolar frente a la vida, a la historia y al

conocimiento profundo de la ciencia, para ello, es conveniente diseñar un cronograma de visita al museo en conjunto con el programa museal y escolar (Guisasola, Azcona, Etxaniz, Mujika & Morentin, 2005).

Por otro lado, siguiendo la definición del concepto Museo, propuesto por el ICOM (Consejo Internacional de Museos) *"el museo es una institución permanente sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierta al público, que realiza investigaciones concernientes a los testimonios materiales del hombre y su entorno, los adquiere, los conserva, los comunica y principalmente los exhibe con fines de estudio, educación y deleite"* (Documento en Línea. *El Museo y tipos de museo. Monografías.com:2*). Articulamos la escuela al museo a partir del reconocimiento de éste como "...institución permanente que conserva y presenta colecciones de objetos de carácter cultural o científico con fines de estudio, educación y deleite".

En ambas instituciones ocurren aprendizajes en contexto formal y no formal, dado que entre estos hay un continuo, es decir, se complementan estrategias estructuradas desde propuestas escolares con otras de libre elección. Estas últimas, sin estructura metodológica, proporcionan a los estudiantes experiencias diferentes y concretas a las que ocurren en las aulas. Por ejemplo, una salida de campo o la visita al museo constituyen una actividad integradora entre estas dos fuentes de aprendizaje, los museos poseen un potencial didáctico diferente al de la escuela, al presentar experiencias e interacciones con elementos reales, temas relacionados con la vida real, diversión e interactividad con los objetos. (Guisasola & Morentin, 2007).

Guisasola & Morentin (2007), consideran que la inmersión en estos ambientes ricos en estímulos, son muy necesarios e importantes pero no suficientes, ya que la visita al museo debe estar integrada al currículo escolar, para que el complemento entre estos dos contextos sean significativos para el profesor como para los estudiantes y puedan conducir al logro de aprendizajes eficaces y duraderos.

Los museos poseen un potencial educativo muy importante en relación al aprendizaje independiente y autodirigido, pero al no realizarse en forma continua los estudios de público, no se tienen conocimientos suficientes acerca de las necesidades de los visitantes, desaprovechándose el potencial, tanto del usuario como el del museo, y en ocasiones las exposiciones que no han sido planificadas pedagógicamente, desorientan y confunden.

Además, existen estudios, uno de ellos, es el realizado por Boisvert, D. L. & Slez J. B. (1994, 1995 citados en González, 2007), que muestran como el aprendizaje no se da en los visitantes eventuales a museos, porque sus visitas esporádicas solo pueden interesarlos, ya que aquello que no se comprende de inmediato puede ser la motivación para proseguir una exploración. Por esta razón los museos cuentan con servicios educativos que planifican actividades que permiten explicar el contenido de las exposiciones, con la finalidad de que la mayor cantidad de público las comprenda.

Cuando las actividades se realizan de manera independientemente de las necesidades, los programas educativos, generalmente, no tienen continuidad en la formación del estudiantado, en los conceptos y en los procesos de aprendizaje que son importantes y que solamente se permiten desde la escuela. En el caso de los museos de ciencias que no planifican sus ofertas con miras a satisfacer los requerimientos concretos, ofrecen una respuesta inadecuada a la creciente demanda de servicios al público.

Por tal razón, algunos museos de ciencias se esfuerzan por hacer estudios sobre la comunidad a la que sirven, lo que les permitirá conocer cuáles son las instituciones y a través de ellas los potenciales visitantes y sus intereses. Una acción concreta podría ser interactuar con las escuelas y proponer programas que se relacionen con sus planes de estudios, realizando la difusión y una estrecha comunicación con ellas, informándolas sobre los eventos, exposiciones, talleres autodirigidos, u otras actividades que se lleven a cabo. De esta manera el museo no sólo cumple con la conservación del patrimonio, sino principalmente con su función pedagógica en su evidente relación con la escuela.

Los museos desde su concepción histórica llevan implícita la relación con la escuela. Aunque esta función es aún confundida por las razones antes expuestas, es válido afirmar que los museos de ciencias han evolucionado en su carácter educativo, que se manifiesta no sólo en los módulos presentados sino también en sus avances; se han vuelto interactivos, personalizados, y tecnológicos como una respuesta a las demandas de una sociedad cambiante y moderna.

Los museos de ciencia (*science center*) en el escenario de la educación científica, cumplen con la función que la sociedad les exige. Después de siglos en los que muchos de estos museos sólo satisfacían la vanidad de sus dueños, han pasado a ser reconocidos por mostrar los objetos de la cultura de forma crítica y, dentro de lo posible, permitir el diálogo del público con un objeto contextualizado, evolucionan al mostrar colecciones naturalistas, narrar hechos históricos y anecdóticos para contar la vida cotidiana y dar lugar al hombre común. Estos, además de presentar sus históricas y raras colecciones, confrontan a los humanos con objetos, elementos naturales y seres vivos. En los museos cada objeto tiene su significado, este lo da el hombre que lo visita, del objeto deviene el símbolo de una realidad. El hecho de ver la exposición, confronta al hombre con su realidad y este es el resultado de su interpretación y significado personal.

*“En general, los nuevos museos querían educar, y para ello optaron por ofrecer en sus salas de exposiciones objetos y dispositivos que sirvieran, como en los tradicionales museos, para sorprender y deleitar, pero en una forma que pudiese provocar esa incomodidad intelectual que precede al aprendizaje. Si hay personas que llegan al museo con determinadas preguntas, lo que se pretende no es ya que encuentren alguna respuesta, sino sobre todo que durante su visita descubran caminos para buscarlas, al tiempo que inevitablemente se van planteando nuevas preguntas” (Revista Educación y Biblioteca. Nro. 147. 2005:82).*

Al respecto, se concreta un propósito educativo de estas instituciones y es el de fomentar el interés de las personas, en especial las de edad escolar, por contribuir en la comprensión del importante papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad. La ciencia se ha confinado en gran parte en la escuela, pero esta cuenta con recursos limitados y es bien sabido que la

escolaridad no es suficiente para atender los vertiginosos desarrollos científicos y tecnológicos.

Para acceder a la ciencia, la sociedad utiliza otras ofertas con la intención de aprender y satisfacer sus necesidades intelectuales y emocionales, situación que no depende de una sola fuente o institución, por ejemplo la escuela o el museo en acciones aisladas. La formación del conocimiento procede de múltiples fuentes e informaciones, se sitúa dentro de contextos socioculturales únicos y específicos.

Otra importante intención de los museos es la popularización de la ciencia y la cultura contemporánea, apropiándose del concepto de enculturación y de alfabetización que cumplen, en la medida en que estos espacios abiertos al público se acerquen al contexto escolar, pasando de simples objetos a realizaciones y materializaciones del conocimiento humano a través de artefactos que se exhiben en las exposiciones para satisfacer la curiosidad y las necesidades de educación (formación) del visitante, distanciado de la escuela y más ávido de conocimientos, concretándose así una de las funciones sociales de los museos como opción educativa no formal en términos de la *“apropiación de la ciencia”*.

El museo de ciencias tiene una disposición diferente para el aprendizaje del público usuario, en sus contextos y sus mediaciones culturales, utiliza medios tecnológicos diferentes. Para los museos, la formación del conocimiento procede de múltiples fuentes e informaciones: históricas, iconográficas, textuales, interactivas, situadas en contextos socioculturales únicos y específicos. Es claro reconocer que la construcción de conocimiento no funciona como en las escuelas. El aprendizaje individual dependerá de los destinos alcanzados por cada quien a lo largo de un camino libremente elegido; cada visitante aprende de manera distinta: intereses, destinos e itinerarios poseen la misma importancia, de hecho lo que el visitante aprende está determinado por sus experiencias previas y por todas aquellas otras que entran en juego en la comunicación e interacción. Para el museo las facilidades informales promueven la *“creación de significados”* en los sujetos.



Por esto, una característica que contribuye de manera importante al ambiente de los museos de ciencias es el hecho de que se valora como muy significativo el “prohibido no pensar”. De acuerdo con Weber (2003), consideramos lo relevante que es el hecho de que luego de la visita, al salir de la exposición los escolares tengan más preguntas que al entrar, lo que indica que el visitante o escolar que va al museo está progresando en su conocimiento. Por lo tanto, el museo quiere formar una actitud cultural para la vida del ciudadano, que lo visita informalmente, pero además como mediador pedagógico tiene como propósito: ser una extensión del aula como dispositivo cultural.

También es claro para los museos que los aprendizajes no dependen de una sola fuente ni institución, estos están determinados en función de una comunidad de intercambio, por ejemplo, escuela - museo en la que las comprensiones se construyen a partir de diálogos.

De ahí que el debate para los museos de ciencias se encuentre abierto: unos consideran importante las estrategias de cultura de masas para comunicar los resultados de las investigaciones científicas y eso es válido. Pero también ha de considerarse que las visitas, en su mayoría dirigidas han aceptado la incorporación de nuevas tecnologías como un camino para reconciliar la ciencia erudita con las nuevas formas de comprender y significar.

De igual modo, otros piensan que los museos educan en lo afectivo despertando el interés en sus visitantes por asuntos científicos, procurando mejorar la imagen pública de la ciencia, al vincularla a ambientes, momentos y sensaciones agradables. En cierto sentido, para ellos es claro que el derecho a la educación persiste en la escuela y durante toda la vida de las personas, independientemente de la edad.

La sociedad seguirá demandando información científica y se apoyará en los museos de ciencias para educarse en parte en lo científico y estar a tono con los veloces cambios de la ciencia y la tecnología, situación que debe aprovecharse para que la escuela dialogue con los museos y pueda llegar a acuerdos comunes en educación científica.

### 3.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS MUSEOS DE CIENCIAS.

Los museos en general, de acuerdo con la ICOM, se clasifican por la naturaleza de las colecciones o fondos, entendidos como su concepción temática, que a continuación presentamos:

**a. Museos generales de Arte:** o especializados de pintura, escultura, grabado, artes gráficas (diseños, grabados y litografías), arqueología y antigüedades, artes decorativas y aplicadas, arte religioso, música, arte dramático, teatro y danza.

**b. Museos de historia natural:** en general que comprenderían colecciones de botánica, geología, zoología, paleontología, antropología, etc., o especializados en geología y mineralogía; botánica y jardines botánicos; zoología, jardines zoológicos y acuarios; de antropología física.

**c. Museos de Etnología y Folklore.**

**d. Museos Históricos,** que se podrían subdividir a su vez en:

- Museos bibliográficos referidos a grupos de individuos, por categorías profesionales.
- Museos biográficos (dedicados a un único personaje)
- Museos de época (objetos y recuerdos de una época)
- Museos conmemorativos de acontecimientos.
- Museos de la historia de una ciudad
- Museos históricos y arqueológicos

- Museos de guerra y del ejército.
  - Museos de la marina.
- e. Museos de las Ciencias y Técnicas.** Pueden ser generales, o bien especializados en física, oceanografía, medicina y cirugía, técnicas industriales e industria del automóvil, manufacturas y productos manufacturados.
- f. Museos de Ciencias Sociales y Servicios Sociales:**
- Museos de pedagogía, enseñanza y educación
  - Museos de justicia y policía.
- g. Museos de Comercio y Comunicaciones:** que pueden ser de la moneda y sistemas bancarios, de transportes o de correos.
- h. Museos de agricultura y productos del suelo.**

En la anterior clasificación encontramos ubicados los *Museos de Ciencias y Técnicas*, estos se agrupan con base en sus objetivos, más que en el área temática que presentan. Así, los museos que tuvieron sus orígenes en colecciones de curiosidades, máquinas o instrumentos, tenían como objetivo mostrar la ciencia, a través de la enumeración de las realizaciones técnicas de un país en una determinada época. Un ejemplo de estos son los museos creados en el primer tercio del siglo XX, que tenían como objetivo mostrar la ciencia y se esmeraban por la conservación y presentación del patrimonio científico y técnico, además se evidenciaba una decidida voluntad pedagógica y cultural.

A partir de los años sesenta una nueva tendencia ha orientado cada vez más un gran número de instituciones museales, con el objetivo de comunicar la ciencia. Estos son los Museos de Ciencias con fines pedagógicos, "Centros de Percepción" los cuales estaban dotados de atractivos estéticos y pedagógicos para despertar la curiosidad del visitante, también conocidos como science center (Pérez, Díaz, Echevarría, Morentin & Cuesta, 1998).

En las décadas de los setenta y ochenta, la visión de los museos de ciencias se hace más amplia y compleja, muchos de ellos incluyen una gran variedad de exposiciones con el fin de cautivar al público. Igual que la sociedad y los avances científicos y tecnológicos, los museos de ciencias han tenido su propia evolución. A unos los llaman *tradicionales*, donde se exhiben objetos de valor histórico o cultural y a los restantes se les denomina museos *interactivos*. Existen otras clasificaciones de tipo cronológico: McManus (1992 citado en González, 2007), señala como museos de ciencias de primera generación, aquellos que presentan taxonomía de objetos, ideas científicas tales como concepto de evolución, estos son de los años sesenta y setenta.

En la segunda generación, se incorporaron los avances de la ciencia y la industria, se realizó entrenamiento de personal, se coleccionaron materiales y se hizo investigación; algunos de estos museos desarrollaron secciones educativas y se esforzaron en vincular a la escuela. Tuvo lugar, además, una gran discusión acerca de la necesidad de representar las implicaciones de los desarrollos tecnológicos y la problemática de la naturaleza de la ciencia como una actividad cultural.

La tercera generación, señala McManus, hace énfasis usualmente en la ciencia contemporánea o tecnología, y añade que se hace uso interactivo de exhibiciones, requiriendo que el visitante piense y manipule, como posibles vehículos de comunicación. Un representante de esta tercera generación es el *Palais de la Decouverte de Paris. Francia*.

Hoy en día, hay dos tipos de museos de tercera generación de ciencia comunicativa. El primero está basado en exhibiciones temáticas, interactivas, a

menudo centradas en los grandes conceptos de la ciencia como la herencia, evolución, nutrición y producción de alimento, ecología y el cuerpo humano. El segundo corresponde a los *centros de ciencia*, que exploran fundamentalmente las ideas sobre fenómenos (usualmente de la física) interpretados a la luz de la ciencia y la tecnología. Feher (1990 citado en González, 2007), señala que la nueva generación de museos de ciencias está caracterizada por exhibiciones que permiten a los visitantes la libre experimentación con fenómenos naturales.

### 3.1.3. SIMBIOSIS MUSEO-ESCUELA. PUNTOS DE ENCUENTRO Y DESENCUENTRO.

Muchos informes sobre el estado de la educación y en particular la educación científica han destacado un crecimiento casi simétrico en las instituciones que refuerzan lo educativo: museos, bibliotecas, parques y el sistema escolar en procura de articulaciones en programas educativos en conjunto más eficaces (Geli, Junyent & Sánchez, 2004; Piñero et al., 2006 citados en González, 2007). Al respecto, Jacques Delors (1996:26) señala: “... *se observan dos movimientos simétricos: por una parte las instituciones culturales, como los museos y las bibliotecas que tienden a reforzar su misión educativa y no se limitan ya a su tarea científica o de conservación del patrimonio. Por otra parte, el sistema escolar conlleva a cooperar más con ellas.*”

En efecto, otros autores como Orellana & De La Jara (1999), resaltan la complementariedad entre museo y escuela pero con importantes cambios estructurales, y en esa relación proponen abrir nuevos espacios de interacción que le permita a la escuela aprovechar esta cooperación en la perspectiva de seguir educando a lo largo de la vida. Lo cual resulta muy pertinente en currículo enfocado a la formación del ciudadano.

La literatura actual muestra que este es un campo poco explorado y que exige mayores esfuerzos. Al respecto un importante ámbito de investigación se viene fortaleciendo en procura de hacer aportes teóricos entre estos dos contextos, el formal y el no formal. Los museos también son instituciones importantes, parte del capital cultural de una nación y lo que se busca es cómo hacer más efectivo su uso con propósitos educativos. En este sentido, se vienen desarrollando ofrecimientos para el desarrollo profesional de los docentes incorporando los museos de ciencias en sus propuestas de innovación (Dogerthy, 2004).

Osborne & Dillon (2007), en un informe de investigación sobre aprendizaje en contextos informales, señalan que en este campo se han dado avances y que la relación escuela-museo ha contribuido con propuestas de cooperación mutua.

La realidad muestra que muchos aprendizajes ocurren en contextos sociales y culturales diferentes a los escolares, en cierto sentido buena parte del conocimiento se adquiere por fuera de la escuela (Falk & Dierking, 1992). Esto sin duda es importante considerarlo pero debe tenerse presente desde el sistema educativo el pensamiento del profesor cuando relaciona el museo y la escuela, además, cuando tiene en cuenta en sus propuestas didácticas la incorporación de los museos de ciencias, desde referentes históricos, psicológicos, sociológicos, lingüísticos, epistemológicos para transformar las exposiciones contemplativas en actividades de diálogo, de interacción, de reflexión y de aprendizaje.

Sobre esta práctica se vienen desarrollando epistemologías para el pensamiento reflexivo y construyendo paradigmas metodológicos para estimular la discusión. Los espacios museales son recursos, entornos únicos para estudiantes y profesores *"y permiten a la gente experimentar un fenómeno nuevo de un modo interesante"* (Dogerthy, 2004:28).

Visitar los museos, es una ocasión para acordar con la ciencia significados, pensamientos, experimentar con los objetos expuestos, interactuar con conocimiento especializado que implica al mismo tiempo la participación con habilidades, comportamientos, emociones, encuentros personales con el conocimiento multidisciplinar, haciendo de la experiencia algo complejo y rico.

Las actividades, los recursos y las propuestas pedagógicas de los museos son diferentes a las ofertadas por la escuela, ambas confluyen hacia propósitos comunes pero desde visiones diferentes. Los acercamientos entre escuela y museo con propósitos formativos coinciden entre otros aspectos en que:

- La exposición de los objetos culturales son para la escuela y el museo el punto de partida; escuela y museo enseñan alrededor de algo concreto. Los objetos de las exposiciones de por sí, son fuentes de conocimientos, estén o no dentro del museo o de la escuela, su función es independiente de estar en uno u otro espacio. La experiencia de ir al museo a interactuar, puede ser un componente de una unidad didáctica

concertada que incluye varios momentos: el trabajo preparatorio, la pre visita, el diseño de la actividad de aprendizaje y el trabajo durante y posterior a la visita (Freitas & Martins, 2005).

- Pensar en el diseño de actividades de aprendizaje que involucren los museos de ciencias con fines educativos implica considerarlos como espacios de aprendizaje especial, con esto queremos decir, que es un medio alternativo al de la escuela, es fuera de ella donde las experiencias personales de interacción son base para la construcción del conocimiento, y el interés por el estudio de algo alrededor del museo, por lo general comienza con preguntas que surgen para el individuo en la escuela o por fuera de ella, la exposición comunica y crea conflicto (Guisasola et al., 2005).

Con respecto al importante papel del profesor de ciencias que mira los museos como escenarios de aprendizaje informal, Miotto (2004), afirma: *“En el acercamiento entre la escuela y el museo de ciencias, juega un papel importante el profesor por: facilitar las experiencias, porque posee las capacidades y los conocimientos para crear las condiciones mínimas para que en sus estudiantes se dé el interés de la interacción con estas formas de presentar los objetos culturales científicos, asimismo, estar pendiente de las dificultades alrededor de la comprensión y significación de los estudiantes para tomar las medidas y acciones que reorienten la actividad”* (Proyecto SMEC. Documento en Línea cap. 4:12).

Por lo anterior, uno de los retos tanto para los museos como para los profesores que los ven como otros escenarios de aprendizaje es que durante la visita y en la post-visita utilicen las exposiciones como elemento para la construcción de conocimientos y significados que por sus características no pueden equipararse y evaluarse desde modelos convencionales escolares (Sánchez, 2008).

Como producto de este doble movimiento escuela-museo, museo-escuela encontramos reseñadas investigaciones que analizan la función educativa de



los museos, allí se señalan algunas problemáticas que deben tenerse en cuenta al hacerse propuestas enmarcadas en ésta dialéctica. Una de las recomendaciones es superar una visión anecdótica y artificiosa de visita al museo para esforzarse en propuestas conjuntas y sólidas de educación científica. La escuela no es el único lugar donde se aprende ciencias, se requiere analizar la función educativa de los museos como un complemento de la educación formal que se adquiere en la escuela, teniendo en cuenta que en los últimos años los museos de ciencias se han movido y cambiado en sus contenidos, su papel social y su actitud frente al ciudadano (Wagensberg, 2000).

Cada exposición del museo, cualquiera que sea su tema, se ve influida inevitablemente por los supuestos culturales y los recursos de las personas que los hacen, y quienes los usan con fines educativos. Las exposiciones son creaciones culturales de instituciones, en ellas y en sus programas se reflejan supuestos acerca de la comunicación científica, concepciones de ciencia, conocimiento y cultura.

Los museos de ciencias hacen parte de contextos culturales y científicos que acogen el patrimonio de la humanidad; la práctica educativa del museo, influye en la forma y contenidos de sus exposiciones. Es por esto, que se considera a los visitantes, por ejemplo los estudiantes, como miembros de una cultura particular, como intérpretes de sentidos y símbolos que convergen en perspectivas similares sobre el mundo, los fenómenos y las cosmovisiones.

En esta reflexión sobre museo de ciencias y escuela emergen preguntas para ambos actores (profesor-museo), como por ejemplo: ¿Es el museo el que se acomoda a las peticiones del profesor?, ¿Es el profesor el que modifica su modelo didáctico o sus concepciones en función de las exposiciones de esta institución cultural?

Consideramos que estas dos cuestiones merecen reflexión, no sin antes tomar posición en este sentido, en tanto, es el profesor quien adapta su modelo didáctico para establecer relaciones con los museos de ciencias, en función de

procurar aprendizajes más significativos de conceptos científicos, lo que implica revisar y considerar aspectos metodológicos, sociológicos, epistemológicos y psicológicos entre otros.

Así como la escuela se centra en el proceso de aprendizaje del estudiante, el museo se centra en el usuario, este usuario que puede ser también un estudiante que busca aprender sobre un contenido, de modo que puede adecuarse este contenido en función de quien lo demanda. Escuela y museo deben considerar por una parte, la bases epistemológicas para organizar las exposiciones y por otra, la bases psicológicas del aprendizaje, para que juntos puedan desarrollar y responder a la disposición de los visitantes (estudiantes) en procura de aprendizajes más consistentes y efectivos.

Por otro lado, es importante considerar que tanto el museo como la escuela tienen su potencial educativo, lo relevante es destacar que su relación beneficia el aprendizaje y la enseñanza de un contenido; las potencialidades de ambas instituciones deben responder a las demandas del estudiante y del ciudadano común, por ende la población estudiantil es el usuario atractivo de estas instituciones que complementadas, surten efectos educativos relevantes.

Así, el papel de un museo científico en una sociedad se sitúa como interfaz y mediador de cuatro sectores específicos relacionados con el sistema de ciencia y tecnología de un país: la sociedad misma entendida como el ciudadano que se beneficia de la ciencia, la comunidad científica donde se crea el conocimiento, el sector productivo y de servicios donde se usa la ciencia y la administración que la gestiona. En esta red de relaciones, uno de los aspectos más discutidos del papel de los museos, es cambiar la relación del público general con la ciencia, caracterizada por una falta de interés, hostilidad y bajo nivel de comprensión tanto de la ciencia como de sus formas de investigación.

De acuerdo con la Comisión Europea (2003), un objetivo explícito de muchos sistemas educativos, es el aumento del interés de los jóvenes por la ciencia, en donde los museos de ciencias, han obtenido un reconocimiento como recurso

extraescolar para introducir nuevas formas de enseñanza, a fin de acercar ciencia y mundo de la vida.

Hay muchos proyectos para estudiar la relación educacional entre museos y escuela como una forma de reforzar la enseñanza de las ciencias y de que los jóvenes se familiaricen con éstas. Los museos de ciencias y los centros de ciencias naturales, desempeñan un papel crucial en el entendimiento público de este saber, creando las condiciones y desarrollando metodologías que permitan adquirir experiencia de primera mano sobre los fenómenos científicos y despertar la curiosidad, el respeto, la motivación y el interés por saber entender y aprender más. Los museos de ciencias también se implican activamente en la educación escolar: proporcionan una serie de actividades a los estudiantes, ofrecen recursos y ayuda especializada a los profesores y organizan iniciativas de cursos de formación.

Los museos de ciencias proporcionan buenas oportunidades para que la gente aprenda independientemente y a su manera. Estos, permiten a los visitantes escolares experiencias para reafirmar o cuestionar sus ideas y pueden ayudar a dar sentido y mejorar comprensiones sobre el mundo que les rodea. Gil (1993), nos recuerda que el primer paso para dar sentido a nuestro mundo es familiarizarnos con él. Planteamos cuestiones sobre un mundo que viene determinado por nuestra propia experiencia y por una serie de experiencias interrelacionadas que confieren un carácter significativo al aprendizaje. Una de las contribuciones más importantes que proporcionan los Museos de Ciencias es facilitar que nos enfrentemos con “fenómenos reales” y en muchos casos, experimentarlos en una variedad de situaciones a través de interacciones sensoriales

Por otro lado, es importante resaltar el valor sociocultural de las prácticas en la utilización de los museos de ciencias por parte del público escolar, estas contribuyen a afianzar y valorar aspectos del patrimonio natural humano (McComas, 1998). Asimismo, Jeffery-Clay (1999) considera que puede mejorarse el potencial educativo de los museos mediante estrategias orientadas por teorías de enseñanza y aprendizaje, articuladas con las propuestas formativas de las escuelas; agrega que los museos pueden ser entornos “perfectos” para poner en práctica estrategias de enseñanza basadas

en las teorías constructivistas para facilitar aprendizajes. Además, deben proponerse materiales y actividades previas a la visita, otras durante y otras en la postvisita y si se aprovechan los cuestionamientos, ideas y explicaciones de los alumnos con materiales diseñados para desarrollar en cada uno de los momentos: antes, durante y después de la visita, se puede estimular un aprendizaje integral utilizando los museos de ciencias (Guisasola et al., 2005).

A continuación se mencionan unos principios importantes en el contexto del aprendizaje utilizando como recurso los museos, de acuerdo con Guisasola et al., (2005):

El primer principio permite crear condiciones eficaces de aprendizaje donde la visita al museo se integre dentro un programa como una actividad que complemente los contenidos. Por ejemplo, en la visita al Museo de Morfología es posible discutir y observar diversos montajes permanentes que comprenden disecciones, proyecciones anatómicas, colecciones de huesos y fetos, entre otros; que hacen de las temáticas abordadas desde las clases de ciencias de un grado determinado.

En el entorno escolar, situar la visita al museo dentro de una o varias unidades didácticas de un curso contribuye a marcar unos objetivos concretos de aprendizaje. En la unidad didáctica diseñada y aplicada en esta investigación, los estudiantes pueden encontrar en el museo explicaciones sobre cómo funciona el sistema circulatorio en los seres humanos. Se pueden plantear preguntas relacionadas con las unidades didácticas estudiadas en la escuela y pueden ser capaces de comparar aplicaciones tecnológicas y principios científicos estudiados. Cuando los módulos son interactivos, los estudiantes pueden manipular y analizar las diferentes variables que intervienen de acuerdo con preguntas previas planteadas en las unidades didácticas o bien, en el material de la visita al museo (Guisasola et al., 2005).

El segundo principio, consiste en desarrollar la autonomía de los estudiantes en su aprendizaje. Se estimula a los estudiantes para que realicen su propia investigación sobre la base de la información que tienen alrededor las

preguntas planteadas en clase antes de la visita y la formulación de hipótesis. Se trata de que los estudiantes trabajen en grupo y realicen análisis de propuestas, validación o refutación de las mismas de acuerdo con los procedimientos característicos del trabajo científico. En relación con ésta investigación, se permitió identificar cómo se da la circulación humana y desde la fisiología tratar de validar una explicación. Permitir a los estudiantes que hagan su propio itinerario en la sala para contestarse las preguntas previamente seleccionadas, puede aumentar su interés en la visita y su autonomía de aprendizaje.

El tercer principio es orientar las necesidades ambientales de los estudiantes. Para una mayor eficiencia es necesario que conozcan la estructura del museo, las salas y los módulos con que trabajarán; disponer de los materiales necesarios que faciliten esta tarea, como fotos y esquemas. Esto evita que los estudiantes se desorienten y pierdan tiempo buscando otras áreas del museo.

Hay reportes en esta línea en los que se ha detectado que la preparación de la visita en el aula es poco efectiva. Por lo tanto, se sugiere desarrollar estrategias específicas tanto en el museo como en la escuela para una mayor eficacia de la visita al museo. En este sentido, consideramos importante la intención reflexiva del profesor(a) en las actividades de preparación, ejecución y evaluación de actividades de enseñanza en las que se programe visita a los museos.

Las investigaciones realizadas en los últimos años presentan a los museos y centros de ciencias como un recurso de aprendizaje no formal, llamado a tener un papel relevante en el siglo XXI (Dierking, 2004).

El aprendizaje en estas instituciones tiene características especiales, Rennie & Jhonston (2004), destacan tres aspectos de este aprendizaje. En primer lugar por sus características, el aprendizaje puede ser un proceso individualizado, el visitante elige qué aprender y cómo aprender, construyendo su propio "currículo de aprendizaje". En segundo lugar el aprendizaje está contextualizado, es decir, los resultados y los logros de una experiencia de

visita y de discusión se producen por la interacción de tres contextos: personal, social y físico (Falk & Dierking, 1992), aquí es donde entra la planeación y anticipación del profesor(a). El tercer aspecto se refiere al aspecto teleológico, es decir, la proyección en el tiempo del aprendizaje, lo que significa que se puede aprender después de la visita o de varias visitas.

#### 3.1.4. EL MUSEO DE MORFOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.

Para nuestro estudio en la relación escuela-museo, caracterizamos el Museo de Morfología de la Universidad de Antioquia, vinculado a la unidad didáctica: sistema circulatorio. Este museo hace parte del Museo Universitario y comprende la Colección Ser Humano. Fue seleccionado por sus características específicas que le permite a la profesora del caso, adecuar sus contenidos de ciencias a la propuesta curricular del área. Se ubica en el Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, fue creado a principios de 1970 por el Dr. Jairo Bustamante B., en ese entonces, Jefe del Departamento y motor principal en cuyo eje, profesores, estudiantes de postgrado y monitores, elaboraron las delicadas piezas de museo que señalan cada una de las estructuras del cuerpo humano. Dichas piezas fueron tomadas de cadáveres humanos, disecadas cuidadosamente y resaltando en ellas estructuras como nervios, arterias, venas etc., con vinilos de colores, según las convenciones internacionales que llaman la atención del visitante; estas piezas se conservan en recipientes de acrílico transparente y están inmersas en formalina al 10%.

Está conformado por una colección de 250 piezas de: preparados anatómicos permanentes, preparados anatómicos transitorios, disecciones, proyecciones anatómicas (cortes axiales), preparados histológicos, colecciones óseas, fetos con técnica de transparentación y otros elementos artificiales representativos de estructuras humanas, así como piezas reales procesadas con técnicas de inyección-corrosión y plastinación.

La colección se encuentra divididas en módulos representativos de los sistemas morfológicos y fisiológicos del cuerpo humano así: Módulo del sistema cardiorrespiratorio, módulo del sistema ósteomuscular (movimiento y

postura), módulo de sexualidad y embriología, módulo de sistema nervioso (neurociencias) y módulo de sistema digestivo (nutrición y metabolismo) y modulo de autorregulación y control (endocrino).

La actividad diaria del Museo se apoya con estudiantes de pregrado en Medicina y va dirigida a otras áreas de la salud como Odontología, Enfermería, Nutrición y Dietética, Instrumentación Quirúrgica y Bacteriología; a estudiantes de posgrado de especializaciones clínicas de la facultad y además se ofrece a toda la comunidad universitaria, y básica secundaria y primaria del área metropolitana.

Las piezas anatómicas, proporcionan una oportunidad a los estudiantes para aprender o reforzar conocimientos básicos de anatomía, bien sea en clases magistrales o en prácticas directas en los anfiteatros (Museo de Morfología. Facultad de Medicina. Universidad de Antioquia: sobre los conocimientos anatómicos y prevención en salud, en documento impreso en folletos, 2007).

El Museo de Morfología se clasifica dentro de los museos de ciencias, como un museo educativo de carácter pedagógico con un propósito fundamental para el usuario y los estudiantes, educar y formar en la medicina y afines. Es un museo de segunda generación por caracterizarse en la presentación de la ciencia y su evolución a nivel del conocimiento de la medicina en la morfofisiología humana; presenta una colección de muestras anatómicas reales preservadas y preparadas para su identificación, exhibe además investigaciones sobre prevención en salud, y viene vinculando escuelas con talleres y temáticas sobre la salud y sus implicaciones a nivel social como estrategia en la prevención y promoción de la salud. (McManus, 1992 citado en González, 2007).



Foto: Museo de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia. Medellín, 2007.

### **3.2. FORMACIÓN DE PROFESORES.**

La investigación se encuentra en la Línea de Formación de Profesores, en Didácticas de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, como alternativa para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en los actuales y futuros profesores de cara a los cambios tecnológicos, científicos y a las nuevas teorías que direccionan su actividad en el aula de clases. Por lo tanto, es importante tener claro, el concepto de formación y el cómo aprende el profesor a enseñar ciencias.



### 3.2.1. CONCEPTO DE FORMACIÓN CONTINUADA.

El profesor(a) de ciencias se forma porque aprende a aprender a lo largo de la vida, implica un aprender constante y como un asunto de desarrollo individual permanente, que conduce al mejoramiento del hombre para el hombre, desde una visión racionalista y humanística (Hewson, 1990), no excluyente, que implica el contexto de la enseñanza de las ciencias. En este ámbito, consideramos la formación continuada de profesores como un mecanismo para reconocer la práctica del profesor(a) que enseña las ciencias desde una óptica de análisis permanente de su acción, que redundará en brindar un aprendizaje contextualizado de las ciencias.

Cuando el profesor(a) aprende sobre su práctica continua, reconoce sus aciertos y desaciertos, que le permiten tomar conciencia de las acciones y aplicar correctivos o mejoras (Angulo, 2002).

Por tal razón, la formación del profesor debe ser permanente y estar permeada por constantes cuestionamientos sobre la ciencia y su evolución; esto le exige cambios en la enseñanza. Estas formas de pensar la ciencia en constante cambio es aplicada por el profesor(a) para entender la dinámica de la clase, con la implementación de nuevas metodologías para enseñar, y esta búsqueda de estrategias por innovar cada vez más en el aula, lo cuestiona y lo preocupa en el sentido de hacer uso de nuevas alternativas y de recursos en la enseñanza de las ciencias (Izquierdo, 2003).

El profesor(a) de ciencias aprende, en la medida en que interviene en clase y corrige sus acciones a lo largo de la vida. Además, aprende a enseñar formas de comprender la vida desde su vivencia personal, desde lo humano, con actitud cambiante de enseñar las ciencias, con otras estrategias, a actuar bajo criterios razonables y humanos que se tejen en una red compleja de relaciones en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje (García & Martínez, 2003).

De modo, que el concepto de formación implica un desarrollo individual, lo que

quiere decir, que uno de los criterios importantes en este aprendizaje continuo, se establece cuando existe una relación de compromiso consigo mismo y con las demás personas con quienes aprende, con el fin de mejorar sus comprensiones sobre ciencia, su enseñanza y aprendizaje, a partir del desarrollo de estrategias y competencias en las actividades de enseñanza y aprendizaje.

Al reconocer los factores generales a nivel social y los referentes teóricos (como enfoques epistemológicos y filosóficos de la ciencia), que le orientan a identificar qué factores sociales están implicados en la construcción de la ciencia, y cuáles fueron las discusiones y consensos que llevaron a los científicos a consolidar la ciencia desde sus distintas disciplinas, el profesor(a) aprende a enseñar desde otro enfoque, en el sentido racional de las ciencias y sus implicaciones sociales, haciéndola humana, comprensible y por ende reflejarla de manera objetiva en el acto educativo (Hewson, 1990).

En esta investigación, se comparte el concepto de formación de Klafki (1976), en cuanto se refiere a la concepción filosófica y pedagógica y el papel determinante para la enseñanza, a partir de la planeación, en correspondencia con esa capacidad de transmitir como resultado de un proceso hermenéutico. El profesor(a) se debe apropiarse de los contenidos, de tal manera que pueda reconocer en éstos, lo significativo y transmitirlos con el fin de que a partir de esa mediación, tenga lugar el proceso formativo para el estudiante y para él o ella.

De modo que para éste autor, el hombre aprende de manera constante, al observar su práctica como el espacio de indagación, y la experiencia como una actividad regeneradora, esto es posible solamente cuando el profesor(a) la cuestiona y la replantea para entender el mundo al cual pertenece, partiendo de sus contextos y el sistema social en el cual se encuentra inmerso desde lo pedagógico. Asimismo, considera que el concepto de formación se determina desde dos ámbitos diferenciados denominados, teorías de la formación, material (al objeto) y por el otro, a la teoría de la formación formal (al sujeto).

Cuando se habla de la formación material a partir de la relación con el objeto, se entiende desde dos puntos de vista:

- a. El objetivismo teórico-formativo: hace referencia a aquel “formado” porque se ha apropiado de muchos saberes.
- b. Teoría de la formación de lo clásico: se entiende como “formado” al sujeto que se ha apropiado de los contenidos clásicos de una especialidad.

Cuando se habla de la formación formal, esta se subdivide en dos teorías: teoría de formación funcional y teoría de la formación metódica, que convergen en la relación del sujeto. En este sentido, la primera tiene que ver con que se considera “formado” a aquel que despliega sus fuerzas interiores. La segunda teoría de esta subdivisión, considera “formado” a quien ha aprendido el aprender a aprender y domina capacidades instrumentales (Klafki, 1986).

Estamos de acuerdo con el concepto de formación propuesto por Klafki, por cuanto coincide con nuestra propuesta de investigación, en la cual se entiende que el profesor se forma cuando aprende a aprender a lo largo de la vida y de ese aprender constante, domina las capacidades, profundiza en la especialidad, confronta su subjetividad y la objetividad del conocimiento científico con su propio concepto, lo que permite movilizar y modificar sus ideas y creencias mediante la reflexión permanente, cuestión que se reitera constantemente en este estudio.

Coincidimos con este autor en lo concerniente a que el ser humano se forma cuando, en la enseñanza, se apropia categorialmente de la realidad cultural, para abrirse paralelamente a esa realidad en ese mismo movimiento. Con la idea de una formación en la que entran en intercambio la objetividad del mundo y la subjetividad del individuo (Klafki, 1986). Por lo tanto, se trata de superar de algún modo la oposición entre el sujeto-objeto y de esta manera poder devolverle a la materia o contenido la importancia que se merece, y que la

formación formal (arriba mencionada) no le reconociera en su concepción de lo externo como algo subordinado al sujeto. Se trata de concebir lo otro, lo exterior como prerequisite dialéctico del sujeto (Yo) y centrar el interés en la relación, como dominio del mundo y génesis de la persona.

Con la idea de formación, se busca mediar entre las exigencias del mundo objetivo y el derecho del sujeto a ser él mismo. Así pues, el hombre le da su forma al mundo, la individualidad condiciona una perspectiva específica frente al mundo que debe actuar formativamente. Pero, por otro lado, está la materia del mundo a partir de la cual el individuo elabora los contenidos formativos (en este caso el tema, sistema circulatorio). El individuo solo puede formarse cuando se ve a sí mismo frente al mundo (en la situación de la práctica de clase). Se denomina entonces, formación a ese fenómeno en el que por una vivencia propia o mediante la comprensión de otras personas, interiorizamos inmediatamente la unidad de un momento objetivo (material) y subjetivo (formal) (Klafki, 1986).

Por lo tanto, el profesor(a) como ser humano aprende de su experiencia cuando esta le ofrece suficientes insumos para su formación sobre lo que es validado bajo la premisa de la autocrítica y la inconformidad del conocimiento, todo esto con la finalidad de aprender a aprender como un proceso que se configura en el modelo de organización y resignificación de sus experiencias, emociones, sensaciones y pensamientos, construyendo prácticas de enseñanzas novedosas que articulen y modifiquen su trabajo y además formen en un colectivo, desde una formación definida y clara de lo que conoce, ve, piensa y cuestiona sobre el mundo que lo rodea (Miranda, 2006).

Lo expuesto anteriormente, es viable si el profesor(a) presenta una disposición favorable frente al cambio de actitud para considerar otras formas de enseñanza de las ciencias que implican un cambio desde el currículo, cambios impuestos de acuerdo a los contextos, los cuales pueden resultar beneficiosos o dificultosos para la enseñanza, por cuanto el profesor(a) no cambia de manera instantánea sino que obedece a ciertas concepciones, de lo que piensa de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje (Mellado, 2004).

Por otro lado, la formación del profesor(a), implica el desarrollo de un modelo didáctico que oriente los contenidos formativos para determinar el estado del aprendizaje de los estudiantes, debe tener en cuenta el conocimiento profesional el cual considera distintas epistemologías o maneras de pensar, además de otros factores como: la formación desde perspectivas críticas, y reflexivas de la ciencia, su enseñanza y el aprendizaje para tomar decisiones fundamentadas en criterios como el orden epistemológico, psicológico y socio-pedagógico. Por eso, desde la perspectiva de la enseñanza se considera importante el papel de la interacción social, y la reflexión de carácter metacognitivo (Banet, 2003).

Autores como Martínez (2004), consideran que la formación del profesor debe mirarse desde el conocimiento que este tenga, el conocimiento del contenido a enseñar, es decir, conocer la disciplina profundamente, el conocimiento pedagógico de su saber profesional, como también su concreción didáctica. Además, debe conocer al alumnado, la habilidad de comunicación con las familias, el contexto administrativo y el conocimiento social y cultural; conocer de su saber en colaboración con sus colegas, en un colectivo; todo ello a partir de un conocimiento práctico, entendido éste, como el conocimiento del saber hacer las cosas en el desarrollo concreto y cotidiano. Este último aspecto, compromete ese saber, empírico y práxico, que relaciona el sentido de las cosas con la acción.

En síntesis, se elaboran dos posiciones que pueden llamarse teorías, por un lado la teoría del sujeto y por el otro la teoría del conocimiento, que permiten concretar las competencias en términos de producción, entendiendo esto como el conocimiento disciplinar y didáctico del profesor. Estas competencias deben desligarse del sujeto para que se pueda pensar en el conocimiento disciplinar de la práctica, algo difícil de lograr porque el sujeto que aprende está influido por lo subjetivo, que le impiden actuar de forma objetiva.

En conclusión, aproximar la coherencia entre el discurso del profesor y su acción en el aula, se encuentra supeditada a una enseñanza contextualizada (Tardif, 2004). De modo, que el contexto se convierte en factor relevante en el proceso de la enseñanza y aprendizaje, ya que depende de las condiciones sociales emergentes, así como la época y las circunstancias implicadas en

ellas. El profesor(a) que se está formando debe entender y considerar estos aspectos que influyen en la forma de pensar y actuar en los procesos de enseñanza, tanto en la planeación y ejecución ya que, a través de los contenidos se favorece el aprendizaje de las ciencias haciendo estas comprensibles. De esta manera se busca fomentar y desarrollar habilidades de aprendizaje que convoquen intereses y oportunidades de cambio en las actitudes de los profesores, al pensar en otras formas de enseñar y aprender las ciencias.

### 3.2.2. EL PROFESOR QUE APRENDE A ENSEÑAR CIENCIAS.

Desde la perspectiva de aprender a enseñar ciencias a lo largo de la vida consideramos tres aspectos interesantes para la propuesta de esta investigación:

Primero, los conocimientos de base teórica en que se fundamentan, tanto la docencia como la ciencia (naturaleza de la ciencia, filosofía y epistemología). Hablamos entonces de la pedagogía y la didáctica de los conocimientos específicos.

Segundo, la capacidad de reflexión sobre sus acciones (el cómo enseña y aprende y conoce las distintas teorías de enseñanza-aprendizaje, y otros conocimientos).

El tercer aspecto, sobre la evaluación que tiene un componente pedagógico que brinda la oportunidad de saber en doble vía cómo va el proceso de aprendizaje.

Desarrollando las ideas anteriores, pensamos que en el primer aspecto, el profesor que aprende a enseñar ciencias debe conocer en profundidad las

teorías en que se fundamenta la didáctica de las ciencias experimentales. El profesor(a) que aprende a enseñar ciencias debe saber cómo se ha construido la ciencia y la naturaleza de ese conocimiento científico. Siendo así, podríamos pensar que hay más de una forma de explicar qué es la ciencia y cuales decisiones sobre qué contenidos enseñar en el aula y para qué enseñar ciencias a los alumnos (Angulo, 2002).

En este sentido, la elaboración de una unidad didáctica en la que se explicitan todos estos interrogantes, saber qué contenidos enseñar y el para qué enseñarlos, constituye la oportunidad para aprender a enseñar las ciencias desde otra perspectiva didáctica en la que el papel del profesor(a) se pone en evidencia, y la reflexión sobre la imagen de ciencia, sus concepciones y la realidad de la enseñanza que busca ofrecer aprendizajes más significativos, se tornan preponderantes. Además, le exige al profesor la capacidad de análisis crítico y de posturas epistemológicas y filosóficas de la enseñanza de las ciencias; ser crítico en el sentido de cuestionar su pensamiento y acciones, desarrollando una autonomía para aprender sobre su hacer, teniendo en cuenta que puede equivocarse, reconocer sus errores y la posibilidad de modificar sus prácticas, apoyándose de manera profunda y coherente en una teoría que oriente su práctica pedagógica.

También consideramos que el profesor(a) que aprende a enseñar ciencias debe cuestionar y reflexionar sobre sus acciones en el aula, saber cómo aprenden sus alumnos y conocer sobre las teorías actuales de la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido, se piensa que el conocimiento de las teorías propuestas en el campo de las didácticas específicas ayudan en la interpretación de las dificultades que puedan presentar los estudiantes en su proceso de aprendizaje, sin desconocer que este proceso esta mediado por las influencias personales y sociales del contexto, que afectan las decisiones sobre cómo enseñar ciencias. El profesor debe conocer todas estas implicaciones y en función de ellas diseñar y seleccionar las actividades de enseñanza-aprendizaje y de evaluación; preguntarse sobre el cómo secuenciarlas y cómo las gestionará en el aula, en otras palabras, diseñar la unidad didáctica.

Por último, el profesor(a) de ciencias debe valorar el importante papel de la

evaluación en este proceso. La evaluación, brinda la información necesaria para tomar decisiones, porque de un lado, ofrece la información sobre cómo el estudiante está aprendiendo, permite identificar sus fortalezas y debilidades, ayuda a verificar el logro de los objetivos propuestos y por otro lado permite adecuar acciones y correctivos según las dificultades que presentan sus estudiantes (Angulo, 2002).

Asimismo, los enfoques epistemológicos y didácticos de las disciplinas específicas, orientan al profesor(a) para tomar decisiones respecto a cómo enseñar, para qué enseñar y qué enseñar en ciencias. Por lo tanto, implica desaprender su particular forma de enseñar para adoptar de manera paulatina, otras formas de enseñar, que surgen desde las preguntas que preocupan su disciplina, e implica las respuestas que ofrecen la solución de problemas cotidianos, con la finalidad de entender el entorno y sus conflictos a nivel social. De igual forma, el modelo didáctico influye en la manera de enseñar un contenido con cierto grado de organización y planificación de las actividades mediante un diseño que fortalezca el aprendizaje, partiendo del contexto cotidiano, para generar un mayor entendimiento en los estudiantes (Jorba & Sanmartí, 1995).

Metodológicamente podríamos decir, que el profesor que aprende a enseñar ciencias debe conocer los instrumentos, recursos y estrategias para organizar los contenidos, preparar las actividades, incluidas las de evaluación, adecuadas a la fase del ciclo de aprendizaje en la cual se encuentren sus alumnos, de acuerdo al contexto y al grupo.

A modo de resumen, aprender a enseñar ciencias implica para el profesor una postura distinta en el sentido de conocer un nuevo modelo de enseñanza, diferente al que tradicionalmente utiliza. Igualmente, potenciar la necesidad de aprender de la reflexión sobre su acción en el aula para implementar modificaciones en las próximas intervenciones e ir adecuando su actuación, de manera que favorezca el aprendizaje de sus alumnos, tomar decisiones de su actuar desde referentes teóricos que tienen que ver con la naturaleza de la ciencia y reconocer las relaciones de los componentes de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los contenidos.



En este apartado explicaremos cómo un profesor(a) en proceso de formación permanente, aprende a enseñar ciencias, considerando dos aspectos importantes: uno, su propia conciencia sobre lo que aprende y dos el conocimiento sobre su forma de pensar (ideas), cuestión que intentaremos explicar desde la relación entre la metacognición y el cambio conceptual.

### **3.3. RELACIÓN ENTRE METACOGNICIÓN Y CAMBIO CONCEPTUAL.**

#### **3.3.1. RESEÑA HISTÓRICA DEL CAMBIO CONCEPTUAL.**

Desde las ideas seminales de cambio conceptual propuestas por Posner, Strike, Hewson & Gertzog (1982), y Hewson (1985), se plantea como condición para el cambio la modificación del estatus de una idea o concepción. Si bien muchas de las investigaciones sobre la modificación del estatus de las ideas se han hecho alrededor de las concepciones sobre las explicaciones de fenómenos científicos, y en particular se destacan los de enseñanza y aprendizaje de conceptos físicos, hay pocos reportes que contribuyan a explicar qué es lo que hace que una idea sea modificada por otra. El conflicto entre ideas es necesario para considerar la posibilidad de modificación, este es el factor desencadenante para la revisión del poder explicativo de una idea frente a otra (Posner & Strike, 1992).

Hewson (2007), en sus investigaciones reconoce que en las personas hay ideas con mayor estatus que otras, agrega que estas son dinámicas, que evolucionan, se reconfiguran, robustecen e inciden sobre las ecologías conceptuales de las personas para que de alguna manera puedan influir en los comportamientos y acciones. Por lo tanto, el nivel de estatus de una idea está condicionado por el grado de inteligibilidad, fructibilidad y plausibilidad (Hewson, 2007).

Con respecto a la inteligibilidad, una idea o concepción es inteligible si se acomoda a la ecología conceptual del sujeto y se hace compatible con otras ideas. Además, si para él/ella la idea es sensata, es representable y es capaz de explicársela a otras personas. También es necesario señalar dos aspectos: una es la importancia de expresar a otros lo que internamente está ocurriendo, cuando se ponen en conflicto las ideas, es decir, en qué condiciones y qué consideraciones se hacen al revisar el estatus de una idea frente a otra. El otro aspecto, es describir el proceso metacognitivo que simultáneamente ocurre cuando se valora una idea, describir densa y profundamente la regulación y el monitoreo de los procesos cognitivos internos, cuando entran en conflicto las ideas.

En la explicitación de las ideas que compiten por su estatus. White (2000), sugiere que se tengan en cuenta para el aprendizaje por cambio conceptual las siguientes cuestiones:

- Reconocer y expresar que se tienen los saberes y conocimientos válidos que le dan el poder explicativo a la nueva idea que se pone en consideración.
- Contrastar las acciones y comportamientos implicados con la ecología conceptual, cuando se piensa en la modificación de una idea por otra.
- Saber que las nuevas concepciones y creencias deben ser consideradas en un contexto de aprendizaje en particular, que se necesita un referente, por ejemplo desde un saber o una disciplina científica que sirva como guía y organizador de los cambios (White, 2000).
- Considerar la aceptación de una idea, si es entendible, razonable y consistente con las comprensiones del sujeto y de valor. Es de esta manera como el estatus de una concepción sirve como pivote.

- Introducir esta nueva idea provocará en el individuo el conflicto conceptual que se requiere para evaluar conscientemente sus comprensiones. Hennessey (2003), le agrega que si la nueva idea es expresada a otros, esto puede favorecer el cambio.
- Considerar una idea plausible, si esta es inteligible; el sujeto ha de considerarla como una forma real de su mundo, representable y explicable con argumentos, pero además, encajar con otras ideas o conceptos que la persona conoce o cree.

Que una concepción sea plausible, significa que además de saber lo que representa la concepción, para la persona, es creíble. En particular, los seres humanos aprenden cómo mantener múltiples "verdades", algunas de ellas opuestas simultáneamente, pero ajustadas y soportadas desde algún componente de la ecología conceptual. Según Tobin, Roth & Zimmermann (2001), la Metacognición y la revisión de las metaconcepciones en el individuo, son consideradas cruciales para el proceso del cambio conceptual.

La fructibilidad de una idea consiste en la posibilidad que tiene la misma para ayudar a la persona a resolver otros problemas o le sugiere nuevos direccionamientos en sus propios procesos de aprendizaje (Treagust & Duit, 2003). Se valora una idea como fructífera, cuando en el proceso reflexivo le aporta al sujeto luces a futuro para resolver los nuevos problemas que se le presentan.

La fructibilidad y la plausibilidad le permiten al profesor sacarle provecho desde sus situaciones de aula a las reflexiones acerca de los problemas didácticos que enfrenta y aplicar soluciones a partir de las ideas nuevas o reconstruidas. Los cambios en sus prácticas producto de la reflexión de sus ideas, es lo que eleva en inteligibilidad, fructibilidad y plausibilidad una idea (Mitchell, 2000).

### 3.3.2. LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL.

“Ecología Conceptual” es un concepto propuesto por Posner y colaboradores (1992), para referirse a un conjunto de factores como las analogías, las metáforas, los arquetipos, las creencias metafísicas, conocimientos de otros campos y experiencias pasadas, encargadas de orientar la modificación de la nueva concepción. La noción de ecología conceptual procura el contexto, esto es, el entorno en el que la nueva concepción es interpretada, es como el nicho ecológico en el que las concepciones se construyen, se modifican y sobreviven. La ecología conceptual asimismo, permite ampliar en profundidad las estructuras cognitivas para interpretar los fenómenos del mundo y dota de razones causales las observaciones que se hacen de los hechos; de alguna forma contribuye a la construcción del nuevo conocimiento en el sujeto al incorporar y cambiar concepciones e ideas.

Como lo resume Soto (2003), al involucrar una interacción dinámica entre la estructura del conocimiento de una persona y el ambiente intelectual en el cual vive, esta interacción posibilita desde diferentes perspectivas e influencias, la dirección del proceso de acomodación de la nueva concepción, proceso que Hewson renombró años después como “Intercambio Conceptual”.

Por otro lado, Thorley (1990) y Beeth & Hewson (1999), amplían el concepto de ecología conceptual para explicar el aprendizaje de conceptos en un individuo, como la participación conjunta y amplia de factores cognitivos que incluyen: anomalías, analogías y metáforas, ejemplos prototípicos, las imágenes, experiencias pasadas, compromisos metafísicos y epistemológicos, creencias y conceptos, y otros conocimientos (véase grafica N° 1, p. 63). Años más tarde, Kelly & Green (1998), amplían el espectro de componentes de la ecología conceptual al incluir factores socioculturales para entender el aprendizaje por cambio conceptual.

Con respecto a los compromisos metafísicos y epistemológicos, desde hace muchos años, Hewson (1985) se ha referido a su importancia para caracterizar la ecología conceptual de un individuo. Estos compromisos en el sujeto tienen

coherencia interna, le ayudan a organizar piezas sueltas cuando construye el conocimiento, permiten considerar una concepción como verdadera o falsa. Es así, que los compromisos compatibles con la nueva concepción la hacen plausible, la cual se acepta o rechaza, si es aplicable en la interpretación de variadas situaciones.

### 3.3.2.1. DEFINICIÓN DE METACOGNICIÓN.

Desde las ideas iniciales de Flavell & Brown, retomadas por Baird (1990), que definen la metacognición como *“el conocimiento, las creencias sobre las propias maneras de aprender y los autocontroles sobre los procesos de aprendizaje”* (Baird, 1990:184; citado en Adadan, 2006:31), este proceso y su relación con la enseñanza y el aprendizaje ha sido tema de investigación de las didácticas de las disciplinas.

La importancia de la metacognición hoy día, está ampliamente reconocida en la literatura y en particular en la enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos. Sin embargo, carece de un modelo explicativo para explicar los mecanismos de autorregulación y monitoreo del aprendizaje del sujeto, en particular de conceptos científicos (Goos, Galbraith & Renshaw, 2002).

Si bien el concepto de Metacognición tiene sus orígenes en la psicología cognitiva y en las teorías del procesamiento de la información (Flavell, 1976), y se centró en aspectos cognitivos del aprendizaje de los estudiantes, al poco tiempo, este concepto se amplió con aportes explicativos de otros campos, que sugerían tener en cuenta factores como los motivacionales. Se reconoce entonces que aprendizajes más efectivos están asociados a las “bondades” del proceso metacognitivo del sujeto.

El concepto de metacognición no tiene una delimitación conceptual y disciplinar muy precisa, sus fronteras son amplias, y su aplicación como estrategia de

aprendizaje es muy generosa. En particular, se refiere a los conocimientos que una persona tiene sobre sus propias formas de aprender y los procesos cognitivos a que recurre en situaciones de aprendizaje, así como las habilidades para monitorear y ajustar sus procesos de manera consciente (Angulo, 2003). Incluye además, el conocimiento de las acciones que se deben de tomar en una situación cognitiva y emocional, y las habilidades para monitorear y ajustar sus procesos y pensamientos conscientemente.

Muchos estudios han indicado que el proceso metacognitivo de las personas influye en su eficiencia académica, sin embargo, como lo expresa Livingston (1997:3): *"No basta con escuchar y leer sobre la metacognición y sus estrategias, esto no es suficiente, es necesario practicarla y conscientemente monitorearla para aprenderla y usarla con adecuados niveles de eficiencia"*. Es decir, debe ser un proceso consciente y continuo.

Lo metacognitivo está asociado con la experiencia, es decir, tiene relación con los esfuerzos constantes y progresivos de las personas, que en un proceso de aprendizaje: planean, secuencian las acciones, las ejecutan, definen las tareas de aprendizaje y pronostican los resultados, las dificultades que se puedan presentar en el proceso; simultáneamente hacen el monitoreo de su propio proceso de aprendizaje y definen los procedimientos más adecuados para hacer en un momento y priorizan las acciones para procurar aprendizajes más rápidos.

Aunque lo metacognitivo es un proceso personal e interno, el sujeto puede hacerlo explícito, o externalizarlo desde un referente disciplinar que implique el contraste de ideas y concepciones diferentes. Davis (2003) y Gunstone (1998), creen que la reflexión es un proceso importante para promover el pensamiento crítico en relación con la metacognición. Pensamiento crítico entendido como el cuestionamiento que se hace el sujeto sobre sus prácticas y cómo puede mejorarlas.

La metacognición es pensada en función de procurar aprendizajes profundos, durables y transferibles, esto es importante para el profesor, porque le procura

hacer consciente el desarrollo de la comprensión de sus ideas y los significados que implican controlar, resignificar y expresar lo construido, así como la valoración del impacto de la nueva concepción en la solución de tareas novedosas de su práctica.

La metacognición incluye estilos conscientes que se habilitan para comprender y monitorear su propio proceso cognitivo. Case & Gunstone (2006), destacan el papel importante de la metacognición a la hora de considerar un nuevo aprendizaje, en cuanto ayuda a establecer un criterio de valor para la nueva idea o concepción puesta en consideración, incluso ayuda a explicitar las limitaciones y vacíos conceptuales acerca de ese nuevo conocimiento, permite además, evaluar el nuevo estado de aprendizaje y contribuye a la toma de conciencia de los procesos cognitivos más eficaces para aprender.

### 3.3.2.2. COMPONENTES DE LA METACOGNICIÓN.

Desde hace varias décadas se ha reconocido que la metacognición tiene dos componentes: la conciencia y la regulación.

La conciencia metacognitiva o conocimiento sobre los procesos cognitivos, es saber qué se conoce, qué estrategias se utilizan para conocer y qué tareas deben realizarse. Al respecto, A. Brown citada en Labarrere (1996: 256) dice: *“Los elementos de conciencia son: saber cuánto se sabe, saber lo que se sabe, saber lo que se necesita saber, así como la utilidad de hacer intervenciones pertinentes”*.

Este aspecto en particular, se refiere a un conocimiento declarativo de saber que se tienen capacidades y habilidades para desarrollar una tarea, es un conocimiento de uno mismo y de los factores que influyen en el propio desempeño ante unas tareas; comprende además, el uso de cierto tipo de

estrategias y procedimientos, valorar el grado de dificultad de las mismas y las limitaciones que se tienen para desarrollarla. Flavell (1976), relaciona aspectos personales, el tipo de tareas que se emprenden, por ejemplo, aprender algo nuevo y las estrategias específicas para abordar la resolución de un problema.

Con respecto a este proceso, hay diferencias entre las personas, porque es un acto declarativo. En un adulto, la conciencia metacognitiva incluye un repertorio de estrategias útiles, tales como la toma de nota de información importante, elaboración de mapas conceptuales entre otras. Muchas veces se tienen dificultades para expresar esa conciencia, lo que no significa que por no ser explícito no sea útil, de hecho, puede ser implícita en algunas situaciones. Las personas con un alto grado de conocimiento condicional están en mejores condiciones para evaluar las exigencias de una situación específica de aprendizaje y a su vez, seleccionar las estrategias que son más adecuadas para esa situación.

La regulación es saber cómo el sujeto hace su proceso cognitivo y está relacionada, con la planificación y el control del mismo. En la última década, se ha reconocido la importancia de este proceso en la enseñanza y el aprendizaje, por cuanto ayuda a las personas a formarse para aprender a lo largo de la vida. Schraw, Crippen & Hartley (2006:117) afirman que *“cuando se estimula la autorregulación hay mejores resultados en particular en el aprendizaje de las ciencias”*.

La conciencia en general incluye tres procesos: la planificación, el seguimiento al proceso y la evaluación. En la planificación, se incluyen actividades como la selección de estrategias apropiadas, los recursos con que se cuenta para la tarea, los objetivos propuestos y el uso de conocimientos básicos; el seguimiento comprende las acciones, las estrategias más eficaces y el monitoreo del plan de acción. Por último, la evaluación se refiere a la valoración de los productos y los procesos, a la regulación del aprendizaje, al cumplimiento de los objetivos, cotejo de las predicciones y comparación del enriquecimiento intelectual.



Este aspecto está referido a los conocimientos procedimentales (saber cómo), lo que implica planificación, control y evaluación; está orientado, pues, a ajustar y controlar los procesos cognitivos, planificar acciones antes de la resolución de una tarea, repasar el plan, destacar las dudas y dificultades en el proceso y pensar las tareas y estrategias para finalizar una tarea (Brown, 1987; Martí, 1995).

La regulación puede darse desde la planificación de la actividad, durante su realización y después que se haya obtenido el resultado deseado o no deseado. Este proceso se caracteriza por ser inestable de acuerdo con la actividad, es independiente de la edad. La regulación se desarrolla a través de procedimientos relacionados con los objetivos planteados, y responde a la pregunta ¿cómo estoy haciendo la tarea? Por lo tanto, la regulación es un proceso transversal que incluye toda la actividad metacognitiva.

En la actualidad, es una necesidad que el aprendiz tenga conocimientos, utilice estrategias para desarrollar determinada actividad y tenga conciencia y control sobre su propio pensamiento, o sea, que conozca cuándo, por qué y para qué dominar esos conocimientos y emplear esas estrategias, afirmación que se aplica al profesor(a) que está aprendiendo enseñar.

Es importante, señalar que no basta con que el sujeto tenga conciencia de lo anterior al realizar determinada tarea, sino que debe tener conocimiento, y control de los procesos que acompañan la solución de un problema. El aprendiz debe querer y sentir la necesidad de empeñarse en resolver tal situación, para ello, actuará sobre sí mismo y se regulará, esta regulación se realizará a través de los procesos de planificación, monitoreo y evaluación (Angulo, 2003). Es relevante destacar la interacción entre la conciencia y la regulación y el manejo de sus variables, por ejemplo, ante la tarea de aprender a utilizar un nuevo escenario para la enseñanza y el aprendizaje, es indispensable que planifique, evalúe y reflexione sobre las acciones.

### 3.3.3. EL PAPEL DE LA METACOGNICIÓN EN EL CAMBIO CONCEPTUAL.

Para M. Beeth (1998a), una de las propuestas novedosas en formación de profesores desde perspectivas constructivistas, consiste en orientar la enseñanza y el aprendizaje por cambio conceptual desde contextos donde se revisen las acciones prácticas del sujeto (Treagust, 2008). En nuestro caso, es el profesor(a) un actor, responsable, cooperador y autorregulador de su aprendizaje.

La reflexión sobre la conciencia del acto de aprender a enseñar del profesor, lo vamos a circunscribir a dos procesos metacognitivos: Uno, el monitoreo de los cambios en el estatus de las ideas que orientan las acciones de enseñanza. Y dos, la consciente regulación de los cambios que se van dando cuando se reconoce que se modifican las ideas, las concepciones, las estructuras cognitivas, haciendo éstas más fructíferas, plausibles y transferibles.

Para White & Gunstone (1989), promover la adopción de una nueva creencia o concepción es relativamente fácil, lo difícil es hacer que los sujetos abandonen sus ideas iniciales y es en esta fase es donde desempeñan un papel importante los procesos metacognitivos, al favorecer la toma de conciencia de quien está aprendiendo.

Estudios de I. Mitchell (2000) en la Universidad de Monash, indican que cuando el profesor(a) conversa con sus colegas sobre su práctica de enseñanza esto le ayuda a reflexionar y a hablar de sus actuaciones, le sirve para pensar cuestiones que antes no había considerado, reflexionar y conversar sobre la práctica con otros profesores le ayuda a ver las dificultades y a comprender sus propios enfoques en el aula.

Asimismo, en estas investigaciones se destaca la importancia de que los grupos de docentes se involucren en la promoción del cambio conceptual, por medio de diferentes estrategias de enseñanza, estimulando la motivación y

cambiando formas de evaluar, elaborando prácticas más comprensivas y menos memorísticas.

En suma, en el estudio de la relación entre los procesos metacognitivos y el cambio conceptual se enfatiza la toma de conciencia como un factor de contrastación entre las ideas de más alta jerarquía frente a otras de menor; pero además, la toma de conciencia debe ayudar a puntualizar que los elementos de la ecología conceptual del individuo son los que más ejercen influencia para valorar el estatus de una idea frente a otra, por ejemplo, cuando una persona se pregunta si su idea es creíble; es verdadera (es decir, se piensa y verbaliza o se ejecuta); si es compatible con sus otras ideas, etc.

De igual modo, una idea puede cotejarse como fructífera si es valiosa para modificar pensamientos y contribuye a la solución de un problema o, si esta idea sugiere nuevas orientaciones en la forma de pensar y de actuar.

El proceso de monitoreo y reflexión sobre la mayor o menor cantidad de condiciones que una idea cumple, define su estatus. A mayor número de condiciones, entonces mayor será su estatus. Así, Hewson (2007), propone valorar el poder intelectual de una concepción para definir su estatus.

Considerando el papel importante de la metacognición para el cambio conceptual, Hennessey (2003) la define como: "*conciencia interna*" del sujeto sobre sus procesos de aprendizaje, "lo que sabe" (el conocimiento del contenido) y "la conciencia del estado cognitivo", como condición para el cambio conceptual. Esta autora agrega, que la evaluación de los procesos metacognitivos da lugar de forma intencional al cambio conceptual, de tal manera, que el control de la cognición anima a los estudiantes en su capacidad para supervisar y ajustar su forma de pensar, alrededor de objetivos que se quieren alcanzar con las tareas propuestas.

Por otro lado, refuerza esta investigación las consideraciones de Gunstone & Northfield (1994), cuando proponen que quien aprende debe ser metacognitivo

en sus procesos de aprendizaje, con el fin de lograr el cambio conceptual, esto afirma, que algunas de las actividades metacognitivas inherentes al cambio conceptual consisten en "*comentar y contrastar sus explicaciones, teniendo en cuenta los argumentos para apoyar o contradecir una u otra explicación de una idea o concepción, y elegir una de estas posibles explicaciones como la de mayor estatus*" (Hewson et al., 1998: 205; citado en Adadan, 2006:31).

#### 3.3.4. EL PAPEL REGULADOR DE LA METACOGNICIÓN SOBRE EL ESTATUS DE LAS IDEAS.

Para White & Gunstone (1989), el cambio conceptual implica adoptar cierta condición sobre lo que es aprender y sobre todo, cual es la utilidad de ese aprendizaje. Desde la perspectiva del profesor(a), aprender a lo largo de la vida le permite ser consciente de que posee concepciones, creencias e ideas sobre determinados fenómenos; saber que se poseen es condición de reflexión y sobre ello considerar cambios en esas ideas y concepciones.

El cambio conceptual no es el único responsable de este proceso, también lo es, el proceso de metacognición de quien aprende sobre la toma de conciencia en los procesos de construcción de conocimiento. Las ideas y concepciones se caracterizan por su difícil acceso a la conciencia, esto implica para el sujeto, el paso por varias fases del proceso de autorregulación y la valoración de las ideas según su estatus, como de las condiciones para su explicitación (Beeth, 1998b).

Según Tobin et al (2001), la metacognición y la revisión de las metaconcepciones en el individuo son cruciales para el proceso del cambio conceptual. Tener en cuenta la importancia de la metacognición con algunos enfoques que podrían explicar cómo ocurre el cambio conceptual, implica también relacionarla con los procesos de la evaluación formadora del sujeto (Jorba & Sanmartí, 1995). En esta dimensión se destaca la importancia de la

función autorreguladora de la práctica misma ya que desde esta perspectiva el profesor(a) debe conocer la evolución de su proceso de aprendizaje, para irse ajustando a las nuevas demandas y reconocer cómo, cuándo, y por qué ha aprendido, modificado y avanzado.

De otro lado, la metacognición es vista por Georghiades (2000), como una mediadora posible en la mejora del cambio conceptual en aprendizajes con niños de la escuela primaria, especialmente en términos de su incapacidad para transferir sus concepciones de un dominio a otro y la corta duración de éstos. Tanto la incapacidad de la transferencia y la corta duración dan lugar a problemas que enfrentan los profesores en el aula.

Su modelo de aprendizaje se basa en la superposición de cuatro componentes: el cambio conceptual, el establecimiento de los antecedentes epistemológicos, la transferencia y la durabilidad de las concepciones científicas. La metacognición surge así como el potencial mediador para mejorar el aprendizaje (Treagust & Duit, 2003).

En un informe de I. Mitchell (2000), sobre la reflexión de la práctica de enseñanza y aprendizaje, se destaca que los profesores son más receptivos a propuestas que involucran la reflexión de sus propias situaciones en vez de recibir información teórica de otras experiencias de profesores, al principio los cautiva lo novedoso de la experiencia, pero luego el interés decrece, pues la información recibida poco tiene relación con su propia experiencia.

Las comprensiones son más inteligibles si se hacen de primera mano, es decir, desde la fuente de los mismos actores; cuando se presentan generalizaciones de lo que hacen y pueden hacer los profesores, con el supuesto de transferir estas ideas a sus propios contextos, dichas ideas pueden significar poco para ellos.

Para que las nuevas ideas sobre el aprendizaje y la enseñanza sean creíbles y plausibles para los profesores, deben estar acompañadas de situaciones y

acciones de aula que son el objeto de la reflexión y además que las nuevas ideas los inviten a hacer propuestas constructivas y mejorar su práctica. En este sentido, Neus Sanmartí (2003:448.) expresa que: *"Desde los planteamientos constructivistas de la enseñanza-aprendizaje se está de acuerdo en que la formación de profesores requiere un cambio conceptual y un cambio «en» o, mejor, «sobre» las prácticas, y que estos dos cambios estén interrelacionados."*

Una de las fuentes de todo cambio es la toma de decisiones de manera explícita, comprometida, consciente, informada y autodirigida en función de unas metas. Las decisiones pueden surgir de tomar conciencia de la insatisfacción o contradicción entre las propias ideas, creencias, concepciones o prácticas, frente a las nuevas que se están aprendiendo, y de reconocer, evaluar y decidir si se van a reconstruir a través de autorregular sus acciones, seleccionando los contenidos y las estrategias más apropiadas al grupo de estudiantes, según el contexto en el que se trabaja (Sanmartí, 2004).

Visto así, cuando el profesor(a) piensa su práctica hace un proceso de regulación que expresa en primera persona que debe mejorarla y reconoce a través de la evaluación que un concepto debe ser explicado o ampliado, de igual forma, considera los aciertos y desaciertos de una idea o concepción. Este proceso de regulación hace que confronte una idea inicial con otras ideas que pueden ser las propias con las aceptadas científicamente, lo que le permite al profesor(a) modificar el estatus de sus ideas, proceso que debe ser constante en el desempeño escolar para mejorar su intervención en el aula a través de un contenido específico, mediante la explicación de la acción de enseñanza.

A continuación se presenta la grafica N° 1 que relaciona la metacognición como proceso posibilitador para el cambio conceptual en la profesora que aprende a enseñar ciencias. Es una adaptación de los trabajos de Hewson & Lemberger (2000) que retoman a Thorley (1990), en donde se analiza el aprendizaje en estudiantes y la modificación en el estatus de sus ideas.

En la medida en que estas ideas se modifican de acuerdo al grado de inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad, el proceso metacognitivo interviene mediante sus componentes en la regulación del estatus de las ideas para modificar la ecología conceptual.

Para la inteligibilidad entendida como los modos de representación de una idea o concepción, se agrupan los subcomponentes de la ecología conceptual en: analogías, imágenes, ejemplificaciones y el lenguaje de expresión. La plausibilidad entendida como los factores que hacen consistente una idea desde la ecología conceptual implica: la evocación de otros conocimientos, las experiencias de laboratorio, experiencias pasadas, factores epistemológicos, compromisos metafísicos y otras analogías plausibles que expliquen un fenómeno. La fructibilidad se considera frente a una idea promisoría, competente y aplicable.

En esta gráfica N° 1, destacamos el papel regulador de la metacognición al considerar el estatus de una idea que ocurre sobre la conciencia, el monitoreo, el conocimiento y la evaluación que se hace sobre los componentes de la ecología conceptual. Componentes que se movilizan constantemente y de forma ubicua (como se observa en la gráfica), que en ocasiones no se declaran pero están activos en el proceso metacognitivo del sujeto. La regulación también juega un papel importante, cuando se es capaz de identificar si la idea se está monitoreando o si se tiene conciencia de que se conoce.

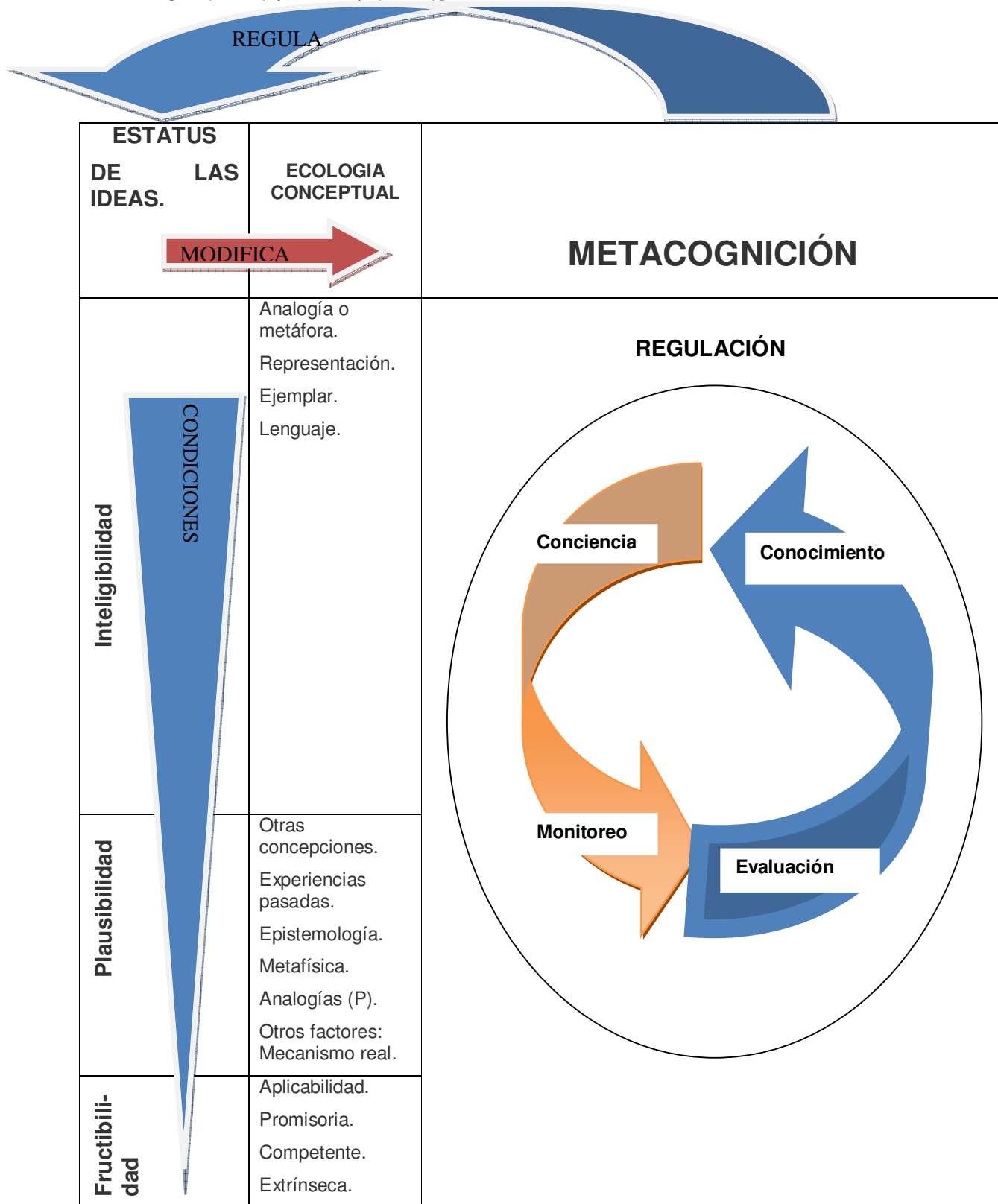
El triángulo que observamos en la columna del estatus de las ideas, representa la manera como van decreciendo las condiciones de la misma, es decir, son más los argumentos que explican la inteligibilidad, pocos los de plausibilidad y menos aún los que hacen a la idea fructificable.

Los anteriores componentes de la ecología conceptual fueron utilizados por los investigadores Treagust & Duit (2008) para explicar el aprendizaje de conceptos en estudiantes. En los análisis de los datos empíricos encontraron muchas explicaciones sobre inteligibilidad, menos para plausibilidad y muy pocas para fructibilidad.

Si bien, es importante tener claridad sobre los componentes de la ecología conceptual, esta investigación se centra en comprender al interior de ésta, el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC).



Gráfica. 1 Relación Metacognición - Cambio Conceptual. [Adaptado de Hewson & Lemberger (2000) y Thorley (1990)].



### 3.4. CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR Y PCK

#### 3.4.1. CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.

De acuerdo con Garritz & Trinidad-Velasco, (2004); Utges, (2003); Porlán et al., (1997, 1998); Furió, (1994); Shulman (1987), el conocimiento profesional del profesor está íntimamente vinculado con los siguientes componentes: el conocimiento pedagógico, el conocimiento del contenido, conocimiento del contexto y conocimiento didáctico del contenido. Al respecto Mellado (2006), citando a Gil, (1991:70) plantea que *“el conocimiento del contenido de una disciplina va más allá del dominio de un saber teórico y práctico del mismo, por lo tanto, este saber debe incluir conocimientos profesionales”*. Dichos conocimientos tienen una base teórica, pero es en el aula de clases donde se hacen evidentes y demandan respuestas inmediatas. Es importante resaltar que sólo dentro del contexto escolar, estos contenidos cobran sentido y significado.

Se reconoce que hay conocimiento profesional desde la disciplina, el currículo, la clase, el aprendizaje de los estudiantes, las actividades escolares y la aplicación de lo aprendido. Los referentes teóricos con relación a las ciencias y su enseñanza, pueden ser evidentes en el conocimiento de la historia de ésta y su epistemología, la metodología de enseñanza, las relaciones de las ciencias, la tecnología y la sociedad en contextos específicos. Una visión dinámica de las ciencias y su carácter evolutivo y constante, en relación con conocimientos de otras disciplinas de los temas enseñados, al seleccionar y secuenciar los contenidos de forma adecuada, tiene en cuenta los intereses de los estudiantes.

El conocimiento de una disciplina implica saber acerca de su contenido y su funcionamiento, de manera específica. Saber el contenido de un tema asociado a una problemática, saber conceptos, teorías, leyes y reglas de las disciplinas, determinándolos como insumos importantes. Lo interesante aquí es que los desarrollos pedagógicos de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias evidencian que *“el dominio de los contenidos científicos es un asunto complejo, que no se puede reducir únicamente a los conceptos como datos*

*dados*" (Furió, 1994:192). Visto así, el conocimiento del contenido no comprende todo el proceso de la enseñanza en el aula, sino que hay otros aspectos de mayor relevancia que el profesor(a) debe considerar a la hora de iniciar la enseñanza de un contenido.

Al respecto, los procesos de preparación, transformación, representación y adaptación, funcionan constantemente si el profesor(a) está planeando y revisando mentalmente las clases y orientando las intervenciones mediante la reflexión constante, al reconocer los procesos en los cuales ha tenido aciertos y desaciertos. Estos son procesos masivamente paralelos y concurrentes, más que secuenciales (Shulman, 1987).

Es importante resaltar, algunas investigaciones (por ejemplo: Baird & Mitchell, 1986; citados en Gunstone, R. & Northfield, J., 1993), las cuales muestran que el profesor que reflexiona sobre sus prácticas e interactúa con colegas sobre las mismas, en un proceso de reflexión perfecciona su intervención en el aula, lo que implica el interés de mejorar la enseñanza a través de compartir experiencias y proveer marcos teóricos de soporte, cruciales para la enseñanza de las ciencias.

Siguiendo a Marcelo (1992), los conocimientos pedagógicos generales no existen fuera del conocimiento que el profesor tiene de la materia que enseña. Es decir, saber un contenido permite enseñarlo, además, si se maneja en profundidad, faculta al profesor para conocer variables de enseñanza, como su organización, preparación, manejo de actividades y un sinnúmero de estrategias. Pero cuando no es así y el profesor no conoce la estructura de la disciplina que enseña, pueden presentarse traumatismos en la enseñanza, en su organización, en las secuencias, en las preguntas y demás variables que se generan en las clases. Por lo tanto, el conocimiento que el profesor tiene del contenido a enseñar, influye en el qué y en el cómo enseñar.

De este modo, para nuestro estudio es importante conocer los componentes del conocimiento profesional del profesor, el cual presenta unas variables de

interés, agrupados en el conocimiento pedagógico del contenido que se presenta a continuación.

### 3.4.2. CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO CPC Ó PCK.

El conocimiento pedagógico del contenido CPC (o Pedagogical Content Knowledge –PCK, por sus siglas en inglés), tiene sentido para su análisis en un contexto específico de enseñanza y de reflexión sobre la práctica. En este conocimiento, está presente la concepción de educación que tiene el profesor(a), sus creencias relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje que permean su práctica en el aula, en la gestión y en el tiempo. Los profesores con sus experiencias construyen imágenes, metáforas, modelos, ejemplificaciones con las que le dan sentido a las concepciones e ideas que guían sus acciones. Esto es relevante si se asume que estas creencias o teorías implícitas, forman parte de los insumos que permiten tomar decisiones pedagógicas y didácticas sobre qué hacer al momento de enseñar un contenido.

En la Didáctica de las Ciencias, el CPC ha sido usado como un término para describir la forma cómo el profesor aprende poco a poco a interpretar y transformar su contenido temático del área, en unidades de significado comprensibles para un grupo diverso de estudiantes. Garritz & Trinidad-Velasco (2004) afirman que para muchos didactas, el CPC se define como el entendimiento integrado de las cuatro componentes de conocimiento que posee un profesor: pedagogía, conocimiento disciplinar, características de los estudiantes y contexto de aprendizaje. El CPC emerge o se genera como una síntesis del desarrollo simultáneo de estos cuatro componentes.

Por su parte, Grossman (1990) identifica cuatro fuentes a partir de las cuales el CPC se genera y desarrolla: la observación de las clases, tanto en la etapa de estudiante como en la de profesor-estudiante; la formación disciplinar, los cursos específicos, por ejemplo de didácticas durante su formación como

profesor(a) y la experiencia de enseñanza en el salón de clases. En los últimos años, los investigadores agregan que el CPC puede enriquecerse con la reflexión en y sobre la acción.

El CPC es una herramienta conceptual para entender a los profesores como profesionales con saberes específicos. Desde la perspectiva de S. Park & Oliver (2008), comprende dos dimensiones: una comprensiva y otra expresiva. La dimensión expresiva del CPC se refiere a la enunciación de las acciones conscientes de su práctica, el conocimiento de lo que se hace, cómo se hace, por qué lo hace de una manera y no de otra y la posibilidad de reflexión sobre estos aspectos. Para esta dimensión, tomar conciencia es un acto necesario para evaluar, planificar y controlar las estrategias empleadas en la enseñanza y el propio aprendizaje, con el propósito de lograr altos niveles de eficacia y eficiencia en el cumplimiento de las tareas propuestas para la acción.

Asimismo, la conciencia comprende el control, revisión de los procedimientos empleados en el aprendizaje, lo que también puede denominarse conciencia metacognitiva e implica establecer además, los mecanismos de acción para la selección y adquisición de información, la organización, jerarquización, categorización de conocimientos y la integración de estos con otros saberes. Es un proceso recurrente, donde se evocan componentes del CPC de manera consciente o inconsciente, que influyen en el pensar y el actuar, es decir, en la toma de decisiones.

Como recurso comprensivo el CPC es un conocimiento único del profesor, que le ayuda a entender su forma particular de desempeño profesional; es un saber especial utilizado para la transformación, con propósitos formativos, de modelos y contenidos de una disciplina, en modelos de ciencia escolar comprensibles para los estudiantes, procurando en la intención y, sin reducirlos a formas elementales y triviales, que conserven su esencia, es decir, que los construidos en el proceso de aprendizaje por los estudiantes se aproximen en abstracción y complejidad a los modelos científicos compartidos por los especialistas (Shulman, 1987), aunque sin la rigurosidad de estos últimos (Izquierdo, 1997).

Desde una visión pragmática el CPC puede ser útil como modelo de análisis para detallar, la relación que establece el profesor(a) en una situación de enseñanza entre su práctica y el modelo que didácticamente subyace y orienta la misma.

Para aproximarse al entendimiento de la dimensión comprensiva del CPC del profesor, se detallaran brevemente los componentes del modelo pentagonal con sus interpretaciones y modificaciones más recientes, y describiremos un nuevo componente, propuesto por S. Park & Oliver (2008), que modifica el modelo original en un hexágono, al incorporarle la “eficacia del profesor” (ver gráfica N° 2. p. 72).

Con respecto a este nuevo componente propuesto, es importante considerar dos aspectos en su articulación e interpretación. Uno, la reflexión en y sobre la práctica de enseñanza y el aprendizaje del profesor(a) en un contexto específico. El otro aspecto, es la marcada influencia de un componente sobre otro y la interrelación que se establece entre estos, es decir, en el modelo hexagonal del CPC se complementan sus componentes, pero cada uno expresa ideas diferentes no excluyentes que se interrelacionan desde la reflexión en y sobre la acción (ver gráfica N° 2. p. 72).

Es importante reconocer la interrelación de los anteriores componentes como un elemento valioso para la caracterización del pensamiento profesional del profesor; en cuanto que el nuevo componente, la eficacia, es útil debido a que establece una estrecha relación entre las ideas del profesor y sus acciones. Dicho de otra forma, la fructibilidad de una idea para el profesor, surgida del análisis de su CPC y sus procesos metacognitivos depende de que estas reflexiones procuren mejorar las formas de aprender a enseñar en términos de los resultados de las acciones.

Asimismo, se hace relevante para el profesor la toma de conciencia, entendida como la acción de pensar sobre sus hechos, de lo fructífero que puede resultar pensar y actuar a partir de hipótesis nuevas que se desarrollan y concretan en situaciones de enseñanza y aprendizaje novedosas.

La conciencia y regulación de los cambios de las ideas por otras más eficaces, es esencial para modificar formas de pensar en un profesor, porque desarrolla habilidades de pensamiento consciente y asegura un interés intrínseco por las nuevas formas de aprender a monitorear las competencias necesarias para describir su modelo didáctico. Aprender conscientemente a prestar atención, no sólo de lo que pasa en la clase y su alrededor, sino también dentro de sí mismo, es un elemento necesario del aprendizaje reflexivo. En este proceso, la concentración es un elemento esencial para el procedimiento de plantear o redefinir procesos, acciones, evaluar ideas y concepciones.

A continuación, se describen los elementos constitutivos de cada componente en el cual se caracteriza el pensamiento del profesor, tomado de las contribuciones hechas por Park & Oliver (2008). De este modelo de CPC, se desprenden las categorías de análisis para el estatus de las ideas en cuanto al cambio conceptual de la profesora (participante del estudio de caso), que aprende a enseñar ciencias usando el Museo:

- La orientación de la enseñanza, expresada en las creencias sobre los propósitos, la naturaleza de las ciencias y las decisiones para enseñar las ciencias (en este caso; el sistema circulatorio).
- El conocimiento sobre el currículo de ciencias, que comprende tanto los materiales como el plan temático de las ciencias para un grado específico.
- El conocimiento sobre cómo entienden las ciencias los estudiantes, esto tiene que ver con las representaciones de los errores, el interés, las necesidades, la motivación y dificultades que presenten los estudiantes en sus aprendizajes.

- El conocimiento de las estrategias para la enseñanza de las ciencias, estrategias específicas de la materia y el tema que utiliza la profesora para la enseñanza.
- El conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias, en el sentido de saber qué aspectos evaluar de lo aprendido y los métodos empleados.
- La eficacia del profesor, respecto al contexto.

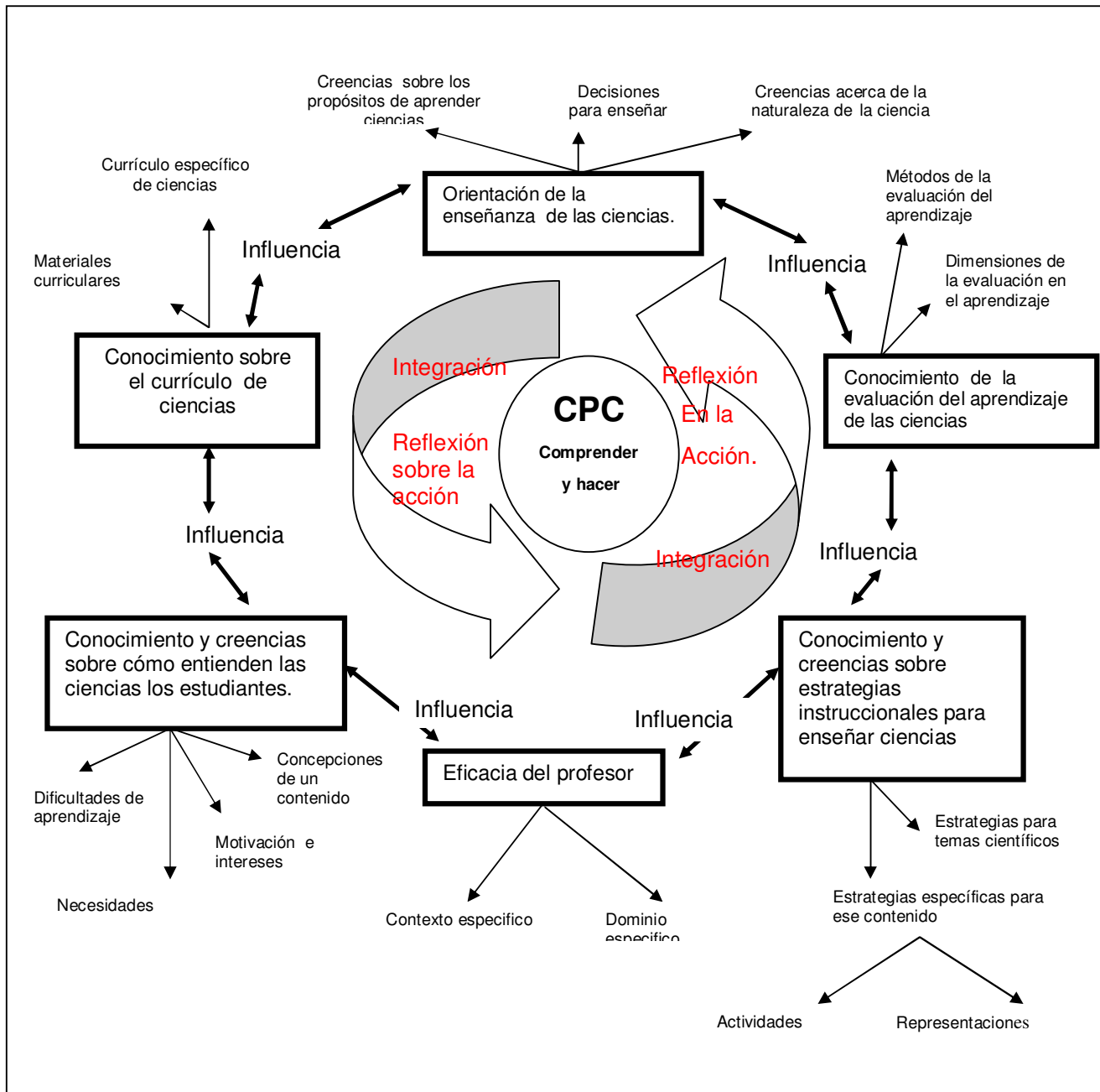
Todos estos componentes se explicitarán en el siguiente apartado, sin embargo, en el esquema se encuentran interrelacionados e influenciados entre sí mediante el proceso de la reflexión en la acción y sobre la acción de manera integrada como parte fundamental en el CPC, en la comprensión y la realización de las actividades de la enseñanza.

#### 3.4.2.1. COMPONENTES DEL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO CPC.

La gráfica Nº 2, adaptado de Oliver & Park (2008), muestra el nuevo modelo de CPC en forma de hexágono, que incluye cada componente con sus referentes y se agrega la “eficacia del profesor” como un complemento novedoso mediado por la reflexión en y sobre la acción, así como en todo el proceso. El CPC y la reflexión sobre el mismo son una versión tomada del documento original de Oliver & Park, que ha sido adaptado y traducido para su comprensión en esta investigación.



Gráfica. 2 Modelo Hexagonal del Conocimiento Pedagógico del Contenido para la Enseñanza de las Ciencias. [Traducido de Oliver & Park, (2008: 279)].



### 3.4.2.1.1. ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Este componente se refiere a las creencias e ideas de los profesores acerca de los propósitos y objetivos de la enseñanza de las ciencias en los distintos niveles y grados (Grossman, Wilson, & Shulman, 1989). Desde lo didáctico, se decide qué enseñar y se piensa en la transposición didáctica de conocimientos, concepto propuesto por Chevallard (1997), que equivale a la relación de los componentes del CPC evocados por el profesor desde el dominio de los modelos científicos disciplinares y lo que implica exponerlos en términos de los modelos de la ciencia escolar, como un acto intencional y complejo; el/la profesor(a) es quien se adapta a las nuevas situaciones a partir de la reconstrucción y evocación de sus comprensiones, es decir, revisa los conocimientos de su CPC, sobre ciencia y sobre la naturaleza de la misma (Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999).

La visión y propósitos de la enseñanza de las ciencias como componente del CPC, contribuye de alguna manera a que los profesores examinen sus conocimientos y creencias preexistentes, así como es importante tener en cuenta las ideas iniciales de los estudiantes; es valioso que el profesor conozca y explicita sus visiones y concepciones, condición que lo aboca a relacionar el conocimiento de la disciplina y el conocimiento pedagógico del contenido para situarse en experiencias de enseñanza y aprendizaje en contextos significativos (gráfica N° 2. p. 72).

El CPC influye sobre las orientaciones para la enseñanza, actúa como un mapa que guía las decisiones del qué enseñar, con qué estrategias, para qué y con qué medios, de igual forma incide en las concepciones sobre cómo evaluar el aprendizaje de los estudiantes.

#### 3.4.2.1.2. EL CONOCIMIENTO DE CÓMO ENTIENDEN LA CIENCIA LOS ESTUDIANTES.

Comprende el conocimiento de los requerimientos conceptuales o prerrequisitos y condiciones para el aprendizaje, las habilidades y capacidades, como también el conocimiento de las áreas que presentan dificultades de aprendizaje en los estudiantes y los contenidos que son requisitos para introducir los nuevos contenidos. Este componente del CPC del profesor, está relacionado con el conocimiento acerca de lo que saben los estudiantes sobre un tema y las probables dificultades que se tienen para aprender lo nuevo. Incluye aspectos como: la motivación, los diversos estilos de aprendizajes, los intereses individuales, los niveles de desarrollo cognitivo y las necesidades formativas particulares (gráfica N° 2. p. 72).

#### 3.4.2.1.3. EL CONOCIMIENTO DEL CURRÍCULO, ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y DE EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES DE LAS CIENCIAS.

El conocimiento del currículo de Ciencias se refiere a los conocimientos sobre los planes de estudio, los recursos disponibles para la enseñanza en particular, los contenidos disciplinares de las áreas; implica conocer a cierta profundidad los contenidos científicos del tema a impartir, así como las relaciones curriculares horizontales y verticales que se puedan establecer en los planes de estudio sobre un tema determinado (Grossman, 1990). Le indican al profesor(a) la importancia de comprender los contenidos relevantes de los planes de estudio en su conjunto; de este, selecciona e identifica los conceptos básicos, organiza las actividades complementarias en procura de lograr mejores entendimientos conceptuales de los estudiantes e igualmente, abarca el conocimiento de las metas y objetivos de los programas curriculares de las ciencias en particular (gráfica N° 2. p. 72).

Las estrategias son el conjunto de conocimientos generales de la disciplina para enseñar en general y el conocimiento de estrategias particulares sobre tópicos o contenidos específicos. Este elemento del CPC comprende dos subcomponentes: en primer lugar, el propósito de una estrategia específica para un contenido y la manera como el profesor se la representa, así como las actividades de enseñanza para ese tópico; las estrategias están relacionadas con los criterios generales que tiene el profesor en su pensamiento para la enseñanza y que son coherentes con los objetivos.

En segundo lugar, las estrategias para enseñar ciencias son diversas y pensadas desde diferentes enfoques y referentes. Algunas utilizadas en la enseñanza de las ciencias son: los ciclos de aprendizaje, el aprendizaje por cambio conceptual, la investigación en el aula, la indagación y otras muy particulares que se aplican a la enseñanza de contenidos específicos dentro de un dominio de la ciencia (gráfica N° 2. p. 72).

Con respecto a la evaluación, componente ligado estrechamente a las estrategias y al currículo, Novak (1993:54) declaró: "*Toda la educación está constituida por cuatro elementos: un alumno, un maestro, un tema, y un ambiente social. Me gustaría sugerir un quinto elemento, la evaluación*". De conformidad con lo anterior, el conocimiento de la evaluación es un componente importante del CPC.

Este conocimiento comprende: las dimensiones de la evaluación de los aprendizajes de las ciencias que son importantes aprender y el conocimiento de los métodos de evaluación de los aprendizajes. Conocer la dimensión del aprendizaje del conocimiento de las ciencias a evaluar, es tener en cuenta las comprensiones conceptuales de los modelos en cuestión, los temas interdisciplinarios, la naturaleza de la ciencia que se enseña, las formas y métodos de investigación científica y el razonamiento práctico para resolver problemas.

Conocer los métodos y formas de evaluar implica saber hacer pruebas escritas sobre problemas de naturaleza abierta y cerrada; valorar productos generados

por los estudiantes, tales como periódicos, informes escritos del laboratorio, artefactos, modelos desarrollados y materiales donde se apliquen las TICs (Tecnologías de la Informática y la Comunicación). Incluye conocimientos sobre los instrumentos específicos, los diferentes enfoques para evaluar y las actividades particulares de los ejercicios de evaluación (gráfica N° 2. p. 72).

#### 3.4.2.1.4. EFICACIA DEL PROFESOR.

Este componente fue propuesto por Oliver & Park (2008), luego de la revisión de más de veinte casos donde los profesores, alrededor de una situación, expresaban su capacidad para enseñar mejor, de acuerdo a unos objetivos concretos y en situaciones de aula particulares. Está relacionado con las creencias del profesor sobre el tipo de estrategias de enseñanza que le funcionan mejor ante una situación.

Este nuevo concepto se inspiró en la idea de autoeficacia de Bandura (1993), explicado desde la teoría cognitiva social y se refiere a las percepciones de los sujetos acerca de cómo median sobre sus propios comportamientos en situaciones en las que se sienten competentes y cómo hacen para evitar situaciones en las que se duda de su capacidad para desempeñarse con éxito.

Cuando el profesor cree en sus capacidades para ejecutar acciones, es más probable que promulgue desde su misma práctica los componentes eficaces de su CPC. Appleton (2000) llama a este componente “la confianza del maestro”, pero la considera más que un conocimiento, una actitud que influye en la toma de decisiones efectivas. Los juicios y comportamientos del profesor considerados como eficaces, son procesos metacognitivos por cuanto el profesor ante una situación, utiliza sus conocimientos para resolverla, es consciente porque identifica, reconoce y describe las propiedades, como la secuencia de los procedimientos y acciones que despliega y regula su propia manera de proceder.

Dicho de otra forma, los procesos metacognitivos de autorregulación, planificación, supervisión y evaluación de las estrategias de enseñanza del profesor, son parte fundamental del éxito en las tareas propuestas y en consecuencia, hacen que se eleve la eficacia del profesor. Hay consenso con respecto a que los profesores con más experiencia hacen inconscientemente la automatización de las estrategias más eficaces y que en un momento dado pueden o no referirse a componentes de su CPC, lo que en consecuencia requiere niveles de control y evaluación, que en ocasiones no se hacen explícitos. Es por esto, que el CPC presenta un proceso muy difícil para documentar, reconocer y retratar, porque es un conocimiento tácito, una construcción interna del profesor.

De acuerdo con Park & Oliver (2008), la eficacia del profesor considera dos aspectos: la eficacia en un contexto específico y la eficacia desde el dominio específico. Desde la eficacia en un contexto, hace referencia al impacto y las repercusiones sociales, políticas y culturales de los conocimientos que el profesor quiere que aprendan sus estudiantes, es decir, para cierto contexto qué se enseña, por qué se enseña, para qué se enseña y cómo se hace el proceso, son cuestiones que el profesor debe tener en cuenta cuando reflexiona sobre la eficacia de sus acciones (gráfica N° 2. p. 72). La eficacia referida al dominio específico, establece una relación entre el CPC y el tema específico, ya que es difícil describir el CPC fuera de un contexto de enseñanza de una disciplina. Es decir, los dominios conceptuales específicos de las ciencias pueden tener para el profesor su particular CPC. Lo más probable es que los profesores con conocimientos en el tema específico, tengan una gama de técnicas y habilidades en general y de dominio específico del contenido en particular, los profesores expertos dicen qué estrategias usar para temas específicos, cuales utilizan en situaciones especiales, porque han probado su eficacia, cuestión que no ocurre en los profesores novatos.

Según Bandura (1993), no basta el conocimiento de la materia y el dominio de una serie de destrezas docentes para garantizar una enseñanza eficaz, la acción docente eficaz también requiere un juicio personal acerca de la propia capacidad para emplear tales conocimientos y destrezas para enseñar, bajo circunstancias novedosas y a su vez, muy variadas. Para este autor, la autoeficacia es concebida en último término, como la cognición mediadora entre el conocimiento y la acción docente. Para nosotros comprende además,

el proceso reflexivo de regulación metacognitiva que modifica el estatus de las ideas y la ecología conceptual del CPC del profesor.

Las creencias e ideas de autoeficacia del profesor pueden marcar diferencias en la enseñanza y en el uso de las estrategias didácticas que utiliza el profesor para mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes y su propio aprendizaje y se convierten en factor importante, activador de la reflexión de la propia práctica. Su relación con muchos aspectos del CPC relativos a la enseñanza y al aprendizaje, sitúan en un lugar importante los procesos de reflexión que llevan a cabo los profesores para mejorar y para dar respuesta al reto didáctico que afrontan cuando se les presentan situaciones novedosas.

### 3.4.3. REFLEXIÓN SOBRE LA ACCIÓN.

Proceso que ocurre antes y después de la acción de enseñanza, esta se da antes de la clase, cuando el profesor(a) planea y piensa en los conocimientos que va a contextualizar y después de la enseñanza, al evaluar lo que ha ocurrido, pero también puede darse durante la acción. Al enseñar, es frecuente encontrarse con situaciones, reacciones o percepciones inesperadas de los estudiantes. En ese momento, se ajusta la acción de enseñanza de manera que tome en cuenta esas situaciones, que como conjunto se convierten en objeto de reflexión. Una característica entonces del CPC es su manifestación, desde la reflexión en la acción del nuevo conocimiento construido o modificado (Schön, 1998).

La reflexión como acción transversal de todos los componentes del CPC, emerge cuando el profesor se enfrenta ante una situación difícil o inesperada de enseñanza y para resolverla, recurre a la integración de varios componentes de su CPC accesibles en ese momento y los aplica de la manera más conveniente; es justo cuando ocurre la acción y la reflexión y se activa el CPC de manera dinámica y compleja.

#### 3.4.4. REFLEXIÓN EN LA ACCIÓN.

La reflexión en la acción influye de manera circular y holística en los componentes del modelo, ocurre luego de que se actúa y comprenden los conocimientos elaborados y explicitados durante la acción misma; permite al profesor(a) ampliar o modificar sus ideas, repertorios y conocimientos sobre una situación de enseñanza en un tema en particular. Como resultado de este proceso, se modifica, adiciona o reorganiza el CPC; es entonces, cuando juega un papel determinante el estatus que tiene una concepción o idea del profesor, idea que pone en acción durante la particular situación y que luego en su proceso reflexivo valora en términos de su eficacia.

La relación entre el CPC y la práctica de enseñanza en las aulas es recíproca, el CPC afecta la preparación y el desarrollo de situaciones didácticas y las decisiones en y sobre sus actividades de enseñanza influyen en el CPC. Estas influencias recíprocas, se pueden mejorar mediante el fomento de procesos de reflexión sobre su propia manera de enseñar, evaluar ideas y concepciones nuevas que orienten este proceso. Es entonces, donde se hace relevante la importancia de la metacognición del profesor, cuando considera tener en cuenta una idea novedosa (ver gráfica N° 2. p. 72).



#### 4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño metodológico de la investigación se retoma desde el proyecto marco DiCiArtE, como referente metodológico en el cual se explicita el desarrollo del análisis del estudio. Igualmente se consideran aspectos relevantes como: la investigación - formación en todos los niveles para la enseñanza de las ciencias en los museos; el análisis de las acciones de la profesora en el aula y fuera de ella cuando enseña un contenido y hace uso del conocimiento de los museos de ciencias. Se presenta además el cronograma de actividades y sus fases de forma descriptiva.

El estudio es de carácter cualitativo-interpretativo, de estudio de caso en la que se describe y analiza la acción de enseñanza de una profesora; se explica la construcción del caso y sus criterios; el contexto de la investigación y por último, la clínica didáctica como metodología de análisis. Las fuentes que posibilitaron el estudio fueron: las entrevistas y las grabaciones en video, como técnica se referencia, la videoscopía y las transcripciones. A continuación los referentes teóricos y metodológicos que orientaron la investigación.

##### 4.1. El proyecto Marco: DiCiArtE.

El proyecto marco DiCiArtE: Didáctica de las Ciencias y las Artes y su Enseñanza, de la Universidad de Ginebra, es un proyecto de investigación y formación docente y está dirigido a la utilización de *Recursos didácticos escuela-museo para la enseñanza artística y de las ciencias en la formación de docentes*. Al interior de este proyecto, surgió la investigación realizada, la cual se articula a DiCiArtE en el diseño metodológico; particularmente en aspectos como: métodos y técnicas para la recolección y análisis de la información (específicamente la técnica de la entrevista clínica y la entrevista de autoconfrontación cruzada), la interpretación y reporte de los resultados. De igual modo, le apostamos a la descripción y reflexión de la formación y acción de los docentes a partir del uso de un recurso de enseñanza como el Museo de

Morfología de la Universidad de Antioquia.

#### 4.1.1. DISPOSITIVOS DE NIVELES.

Esta investigación se desarrolló siguiendo las pautas de DiCiArtE, que propone un dispositivo de tres niveles para la formación de docentes y la investigación, así: la formación de los estudiantes a través de la enseñanza de las ciencias usando el Museo (F1), la formación de la profesora que aprende a usar el Museo en la enseñanza del sistema circulatorio (F2), y la formación de formadores que corresponde al grupo asesor (F3). Para las formaciones F2 y F3, se hizo una adaptación teniendo en cuenta las necesidades específicas del contexto curricular en la Institución Educativa y los módulos o exposiciones que ofrece el Museo de Morfología, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.

Siguiendo la literatura del proyecto marco, el dispositivo F3 lo integran los miembros del equipo de investigación y los responsables pedagógicos de los museos e instituciones de divulgación científica, alrededor de una serie de seminarios de co-formación. (Rickenmann, 2006b). En esta investigación este papel correspondió al grupo GECEM, de la Universidad de Antioquia, Facultad de Educación.

El nivel F2 del dispositivo fue conformado por dos grupos-proyecto, de dos miembros cada uno, uno de los cuales está constituido por la profesora del estudio de caso y su colega, además de la asesora. Las profesoras diseñaron una unidad didáctica siguiendo un ciclo de aprendizaje sobre el sistema circulatorio, en la que vincularon el Museo de Morfología y la aplicaron a un grupo de estudiantes de séptimo grado de educación básica.

Para nuestro estudio, F1 lo constituyó la profesora del equipo que implementó la unidad didáctica con los estudiantes del grado séptimo; en la que vinculó el Museo de Morfología. Es importante mencionar que la dupla docente preparó la unidad didáctica (Sistema Circulatorio), pero sólo una de ellas, la ejecutó y

evaluó; de allí es de donde se desprenden las evidencias de su acción en el aula, que se analiza en esta investigación.

#### 4.1.2. INVESTIGACIÓN - FORMACIÓN.

Como ya se mencionó, DiCiArtE es un proyecto de investigación y formación en didácticas específicas, que intenta describir y comprender de la manera más cercana posible, el vínculo entre las prácticas efectivas de clase y los pensamientos que orientan esas acciones en los profesores (Rickenmann, 2006a).

La investigación, se centra en el análisis de la acción docente de una profesora, cuando aprende a enseñar ciencias desde un marco teórico definido (metacognición y cambio conceptual), al usar el Museo de Morfología en la enseñanza del sistema circulatorio.

La investigación es un proceso de formación para los participantes debido a la constante reformulación de los conceptos, a partir del diseño de la unidad didáctica y su ejecución en el aula. La formación en ese proceso de aprender a enseñar ciencias de manera diferente y el hecho de usar un recurso nuevo (el museo), lo hace ver innovador tanto para la profesora, como para el equipo investigador. Visto así, esta investigación ayuda a la formación docente al aprender a enseñar las ciencias con el uso de nuevos recursos didácticos en la búsqueda de mejores aprendizajes, más efectivos y creativos, potenciando el recurso didáctico del Museo de Ciencias como mediador de los contenidos.

#### 4.1.3. LA RED CLIDI.

DiCiArtE configura una red que integra diferentes universidades nacionales e internacionales que se denomina “Red de Investigación en Clínica Didáctica (Clidi)”<sup>1</sup> la cual reúne equipos de investigadores de Suiza, España y Colombia.

La coordinación de la Red está actualmente a cargo del profesor René Rickenmann. Director del Grupo SED de la Universidad de Ginebra.

Los Equipos de la Clidi – Colombia son:

GECEM - Universidad de Antioquia - Facultad de Educación

Didartes- Equipo de Investigación en prácticas docentes - Universidad de Antioquia- Facultad de Artes

Edumicro- Grupo de investigación en prácticas docentes en microbiología- Universidad de Antioquia - Escuela de Microbiología

Grupo PraxisVital- Universidad de Medellín- Maestría en Educación.

Equipo de Investigación en Enseñanzas Artísticas- Universidad Pedagógica Nacional Bogotá - Facultad de Artes.

Los objetivos de la Red Clidi son:

- La gestión de proyectos de investigación sobre diversas problemáticas pertenecientes al campo de las didácticas específicas, basados en una metodología clínica común, que permita cotejar informaciones sobre el estudio de los procesos de enseñanza-aprendizaje;
- La divulgación de textos epistemológicos y metodológicos sobre los siguientes temas:
  - metodologías en clínica didáctica,
  - didácticas específicas

---

(1) <http://www.unige.ch/fapse/clidi/lared.htm>,

[www.unige.ch/fapse/clidi/lared-desarrollo.htm](http://www.unige.ch/fapse/clidi/lared-desarrollo.htm).

- situaciones de enseñanza-aprendizaje
  - teoría de las situaciones didácticas
  - antropología didáctica
  - formación docente
- 
- La creación de eventos académicos (cursos de postgrado, conferencias, talleres...) para la co-formación de los miembros de la Red;
  - Producción y divulgación conjunta de textos científicos y su publicación en revistas reconocidas internacionalmente;
  - La producción y/o participación a eventos científicos (congresos, coloquios, jornadas de estudio...);

La participación del GECEM como parte de la Red Clidi se hizo a partir del proyecto de investigación conjunto, titulado: *Recursos didácticos escuela-museo para la enseñanza artística y de las ciencias en la formación de docentes- DiCiArtE* propuesto en asocio con el Grupo de investigación *SED (Semiosis-Educación-Desarrollo)*, de la Facultad de Psicología y Ciencias de la Educación de la Universidad de Ginebra (Suiza).

En el marco de este proyecto, se están formando actualmente ocho nuevos investigadores a nivel de Maestría y cuatro más, a nivel doctoral.

#### 4.1.4. EL ANÁLISIS DE LAS ACCIONES DEL PROFESOR.

En el marco de DiCiArtE, las acciones efectivas del profesor se constituyen en la unidad central de análisis, en tanto y para nuestro caso, ponen en evidencia las concepciones de la profesora sobre la ciencia, su enseñanza, aprendizaje y evaluación, así como también, sus comprensiones respecto a los recursos que utiliza para la enseñanza y el aprendizaje. Consideramos que la profesora que

reflexiona sobre su práctica, se involucra en un proceso metacognitivo que le permite planear qué va a enseñar de y sobre la ciencia; cómo lo va a hacer, incluido el uso de recursos, y somete a replanteamiento sus ideas y acciones.

La acción efectiva en el aula, es la evidencia que pone de manifiesto lo que piensa un profesor sobre la enseñanza de un contenido específico (sistema circulatorio), es decir, qué enseña y para qué enseña y por qué selecciona ciertos contenidos al enseñar las ciencias vinculando un recurso como el museo. Todo este andamiaje pragmático está validado sobre lo que el profesor piensa de la ciencia, su epistemología, la forma cómo aprendió las ciencias y cómo la enseña. De igual manera, su visión sobre los museos de ciencias, sus concepciones y prevenciones para su uso en la enseñanza.

Para modificar la concepción de la enseñanza de las ciencias y el uso de recursos, se hace necesario que la profesora piense su práctica y reflexione sobre ella. En estas reflexiones, el concepto de metacognición entra a mediar entre las concepciones, para que ocurra un cambio conceptual en la forma de concebir la enseñanza mediante el uso del museo de ciencias como recurso didáctico.

Al respecto, el estudio de la acción del profesor se destaca en las áreas académicas pertenecientes a las ciencias de la educación y/o ciencias pedagógicas, donde se llevan a cabo desde hace algunos años, numerosos trabajos de reflexión sobre la “profesionalización del profesor” (Altet, 2002). Lo que en un principio consistió esencialmente en un trabajo de discusión de las diferentes concepciones y modelos de la enseñanza, se ha ido transformando desde los años noventa en un proceso de investigación más cercano de las realidades empíricas de la enseñanza. El paradigma del “pensamiento del profesor”, por ejemplo, ha abordado así la problemática compleja de las concepciones y discursos sobre las prácticas efectivas de los profesores.

En este sentido, es importante resaltar las acciones del profesor por su tangibilidad ya que permiten evidenciar cuáles son las tendencias teóricas que se reflejan en las prácticas de aula. Estas prácticas efectivas corresponden a

las realidades empíricas de la enseñanza, en este caso; las actividades que la profesora realiza en el aula de clase, en el desarrollo de una unidad didáctica, en la que aprende a enseñar ciencias vinculando el Museo de Morfología.

Las descripciones de las actividades que realiza la profesora, ofrecen un cambio de perspectiva al privilegiar la actividad del profesor como análisis para el estudio. *“El historial del desarrollo de cada didáctica específica como campo de investigaciones reconocido, crea igualmente diferencias notorias en cuanto a los enfoques y perspectivas de los trabajos realizados. Sin embargo, puede decirse que también en estas áreas, los años noventa marcan una transformación de estudios prescriptivos hacia investigaciones más descriptivas de las realidades y contextos escolares (Schubauer-Leoni, 1998), con respecto a los estudios sobre la profesionalización docente en los trabajos actuales en didáctica clínica” (Rickenmann, 2006b:18).*

Así que, las acciones de la profesora en el aula y en el Museo de Morfología son insumos de análisis y de vital importancia al momento de caracterizar cómo aprende a enseñar ciencias una profesora que usa el Museo.

## 4.2. CRONOGRAMA Y FASES DE LA INFORMACIÓN.

### 4.2.1. CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

SEMESTRE		SEMESTRE 1						SEMESTRE 2						SEMESTRE 3						SEMESTRE 4						SEMESTRE 5						SEMESTRE 6					
MESES	ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
FASE I FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS.	Construcción preliminar de la Unidad Didáctica (UD).		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																								
	Reformulación de las fases de UD.				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																				
	Planeación de utilización del Museo de Ciencias.													X	X	X	X	X	X																		
	Inventario de Museos de Ciencia en Medellín.													X	X	X	X	X	X																		
	Elección del Museo de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.																			X	X	X															
	Visita al Museo de Morfología.																			X																	
FASE II DEFINICIÓN DEL PROBLEMA, CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.	Revisión de bases de datos, revistas internacionales sobre el museo.												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
	Revisión de inventarios, exposiciones y su vinculación en la escuela												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
	Configuración del marco teórico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Identificación de antecedentes sobre Museo-Escuela, la relación Metacognición-Cambio Conceptual.													X	X	X	X	X	X																		
	Elaboración del estado del arte.													X	X	X	X	X	X																		
	Confección de capítulos del marco teórico.													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
FASE III DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION	Confección del capítulo sobre Metodología.																		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
	Elección del caso.																		X	X																	
	Elaboración de Instrumentos.																		X	X	X	X															
	Diseño del cuestionario para la entrevista inicial.																		X	X	X	X															
	Diseño del cuestionario para la entrevista de autoconfrontación cruzada.																								X	X	X										
FASE IV RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	Entrevista inicial.																								X												
	Transcripción.																														X						
	Ejecución de la Unidad Didáctica.																								X	X											
	Grabaciones en video de las clases de la Profesora y visita al Museo de Morfología.																								X	X											
	Elección de los episodios.																														X						
	Entrevista de autoconfrontación cruzada.																														X						
FASE V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	Transcripción de la entrevista de autoconfrontación cruzada.																														X						
	Análisis de los datos.																								X	X	X	X	X	X							
	Categorización e interpretación de los datos recolectados.																								X	X	X	X	X	X							
	Contrastación de la información teórica y proceso de triangulación.																		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
FASE VI COMUNICACIÓN DEL PROYECTO Y PUBLICACIONES	Exposición de avances en Seminario permanente del GECM:												X	X	X	X	X													X	X						
	Elaboración del informe final.																																		X		
	Participación en eventos.																													X					X		



#### **4.2.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN:**

Esta investigación consta de seis fases, que se realizaron desde el mes de septiembre de 2006 y finalizaron en diciembre de 2008, las fases son: formación de profesores de ciencias; definición del problema y construcción de marco teórico y estado de arte; diseño de la metodología; recolección de la información; análisis e interpretación de la información y comunicación del proyecto y publicaciones. A continuación se describen las fases y actividades correspondientes.

##### **FASE I. Formación de Profesores de Ciencias (F1: DiCiArtE)**

En esta fase, el objeto era la formación de la profesora y consistió en el diseño y construcción de una unidad didáctica, desde la planeación, diseño y ejecución de la misma, para ésta, se tuvo en cuenta el ciclo del aprendizaje, atendiendo cada una de las fases que comprende el ciclo. Igualmente la utilización del museo en la enseñanza del tema de la unidad didáctica (sistema circulatorio). Para este contenido se evaluaron los museos de la ciudad, con el fin identificar el adecuado para abordar la temática desde el ámbito de la prevención y promoción en la salud.

##### **ACTIVIDADES:**

- Construcción preliminar de una Unidad Didáctica.
- Reformulación de las fases de la Unidad Didáctica.
- Planeación de utilización del Museo de Ciencias.
- Inventario de Museos de Ciencias en Medellín.
- Elección del Museo de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.
- Visita al Museo de Morfología de la Facultad de Medicina de la

Universidad de Antioquia, por los Investigadores.

- Decisiones sobre incorporación de este Museo a la Unidad Didáctica.

## **FASE II. Definición del Problema, Construcción del Marco Teórico y Estado del Arte.**

Esta fase comprendió tres aspectos fundamentalmente: el primero tenía por objeto revisar todas las bases de datos, informaciones, artículos internacionales y otros, sobre el tema de los museos y las escuelas, así como la vinculación entre éstos; luego inventariar la información obtenida y relacionar la bibliografía mas reciente.

El segundo aspecto, comprendió la exposición y socialización de los temas revisados, tanto los relacionados con los museos como artículos y publicaciones sobre la relación Metacognición y Cambio Conceptual.

Por último, se establecieron los antecedentes para la elaboración del estado del arte y la confección del marco teórico.

### **ACTIVIDADES:**

- Revisión de bases de datos, revistas internacionales sobre museos y aprendizaje sobre el uso del museo en la escuela.
- Revisión de inventarios, exposiciones y presentaciones sobre el uso del museo en el mundo y su vinculación en la escuela.
- Configuración permanente del marco teórico.
- Identificación de antecedentes sobre la relación Museo – Escuela y sobre la relación Metacognición – Cambio Conceptual.
- Elaboración del Estado del Arte.
- Confección de capítulos del Marco Teórico.

### **FASE III. Diseño de la Metodología de Investigación.**

Para el diseño de la metodología, se utilizó el método cualitativo del estudio de caso para atender la singularidad de las acciones de una profesora de ciencias, y comprendió en primera instancia la elaboración del capítulo de la metodología, profundizando sobre el estudio cualitativo y sus particularidades que lo caracteriza. En cuanto la elaboración de los instrumentos y el diseño de los cuestionarios para la entrevistas se dieron bajo la orientación metodológica de la técnica de la clínica didáctica del proyecto marco DiCiArtE.

#### **ACTIVIDADES:**

- Confección del capítulo sobre Metodología.
- Elección del caso.
- Elaboración de Instrumentos.
- Diseño del cuestionario para la entrevista inicial.
- Diseño del cuestionario para la entrevista de autoconfrontación cruzada.

### **FASE IV. Recolección de la información.**

Para la realización de esta fase comprendió tres momentos: un primer momento, la aplicación de la entrevista inicial a la profesora antes de ejecutar la unidad didáctica diseñada por ella, luego realizar la transcripción de la misma. Un segundo momento, fue cuando la profesora aplicó la unidad didáctica de sistema circulatorio a sus estudiantes, en ella se grabaron en video las clases en el aula y la visita al museo. Por último, de esas clases grabadas se seleccionaron algunos episodios importantes para la investigación de los cuales se desprendió una entrevista de autoconfrontación cruzada, entrevista que se transcribió para su posterior análisis.

**ACTIVIDADES:**

- Entrevista inicial.
- Transcripción de la entrevista inicial.
- Ejecución de la Unidad Didáctica.
- Grabaciones en video de las clases de la profesora y visita al Museo de Morfología de la Facultad de Medicina.
- Elección de los episodios.
- Entrevista de autoconfrontación cruzada.
- Transcripción de la entrevista final.

**FASE V. Análisis e interpretación de la información.**

En esta fase se tomaron los datos para el análisis y consta de dos partes: una la categorización e interpretación de éstos a la luz del marco teórico; y otra en la que se realiza una contrastación de la información obtenida (entrevista inicial y entrevista de autoconfrontación cruzada), para rastrear los aspectos fundamentales del marco teórico: la Metacognición, el Cambio Conceptual y la Enseñanza en el Museo, pero ante todo el Cambio Conceptual con respecto a las modificaciones sobre el estatus de las ideas de la profesora en el uso del Museo.

**ACTIVIDADES:**

- Análisis de los datos.
- Categorización e interpretación de los datos recolectados.
- Contrastación de la información teórica y triangulación.

## **FASE VI. Comunicación del proyecto y publicaciones:**

Esta fase comprendió dos componentes: el primero, son las exposiciones de los avances de la investigación ante el grupo GECEM. Y la elaboración del informe final.

El segundo, los talleres y ponencias nacionales e internacionales por parte de los autores y los seminarios ante el grupo GECEM, del cual hace parte.

### **ACTIVIDADES:**

- Exposición de avances en GECEM: 16 de mayo y 18 de junio del 2008.
- Elaboración del informe final.
- Ponencia: ANGULO, F.; MESA, N.; RAVE, L.; FLÓREZ, V.N. & MORENO, J.E. 2007. Aprender a enseñar ciencias usando el museo como recurso. Dos estudios de caso. IV Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número Extra. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, 18, 19 y 20 de agosto. (ver anexo N° 5).
- Taller: ANGULO, F.; FLÓREZ, V.N. & MORENO, J.E. 2007. El ciclo de aprendizaje como herramienta intelectual en la enseñanza de las ciencias. III Encuentro Internacional de Enseñanza – Aprendizaje de las Ciencias y las Tecnologías. Universidad de La Paz. Barrancabermeja. 1, 2 y 3 de noviembre. (ver anexo N° 6)
- Ponencia: ANGULO, F.; SOTO, C.; RICKENMANN, R.; MESA, N.; RAVE, L.; FLÓREZ, N. & MORENO, J. 2009. Apprendre à enseigner les sciences en utilisant les musées comme une ressource pour l'enseignement. Etude des transformations des conceptions sur les savoirs scientifiques et sur leur incidence dans les conduites d'enseignement. 1er colloque international de l'ARCD, Où va la didactique comparée? Didactiques disciplinaires et approches comparatistes des pratiques d'enseignement et d'apprentissage. Université de Genève 15 et 16 janvier. (ver anexo N° 7).

- Ponencia: ANGULO, F.; FLÓREZ, V.N. & MORENO, J.E. 2009. Aprender a enseñar ciencias usando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema circulatorio humano. Un estudio de caso. International Congress of Science Education. Cartagena Colombia. 15-18 of July 2009. (ver anexo N° 8)

### **4.3. TIPO DE ESTUDIO.**

#### **4.3.1. CUALITATIVO – INTERPRETATIVO.**

Este estudio es de carácter cualitativo –interpretativo e intenta aportar evidencias empíricas que permitan describir el proceso metacognitivo de una profesora al modificar el Conocimiento Pedagógico del Contenido de su ecología conceptual y el cambio del estatus de sus ideas al utilizar el Museo de Ciencias como recurso didáctico cuando aprende a enseñar.

Para este análisis consideramos importante determinar que se trata de una investigación cualitativa por las siguientes razones: presenta descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamientos que son observables. Privilegia lo que los participantes dicen, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal como son expresadas por ellos mismos, por encima de las descripciones del investigador.

Se trata de una investigación cualitativa, enfocada en el estudio de caso; éste contiene el análisis de dos entrevistas (inicial y de autoconfrontación cruzada) realizadas a la profesora que participó en la investigación de manera voluntaria, quien diseñó una unidad didáctica con el contenido específico: sistema circulatorio, vinculando el Museo de ciencias, y quien posteriormente la aplicó al grado séptimo de básica secundaria de la Institución Educativa “El Hatillo”, ubicada en el municipio de Barbosa (Antioquia). Las clases fueron filmadas, y

la profesora fue entrevistada antes y después de la ejecución de la unidad didáctica.

El propósito de esta investigación es de carácter descriptivo, ya que analiza cómo modifica la profesora, el estatus de sus ideas, al hacer uso de un recurso novedoso para la enseñanza de las ciencias. El análisis tiene una tendencia interpretativa, en tanto se busca comprender las modificaciones de las ideas que ocurren en la profesora al interior de un proceso de autorregulación de sus prácticas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Desde una mirada empírica y metodológica, la investigación comprendió dos etapas interesantes: la construcción de una unidad didáctica y la aplicación de esta, cuyos resultados se analizan, basados en los referentes teóricos que orientan nuestra investigación. La primera etapa se desarrolló en el periodo comprendido entre septiembre del 2006 y junio de 2007, la cual se centró en la planeación, diseño de la unidad didáctica y la revisión bibliográfica sobre los Museos para vincularlos a esta investigación, con la construcción de un estado del arte.

La segunda etapa se desarrolló en el periodo comprendido entre agosto de 2007 a diciembre de 2008 y la atención se focalizó en la entrevista inicial, la aplicación de la unidad didáctica, la entrevista de autoconfrontación cruzada y el análisis de las entrevistas, teniendo en cuenta los objetivos propuestos en el marco del estudio de caso, tomando como base las modificaciones del estatus de las ideas, para establecer cómo aprende esta profesora a enseñar vinculando el Museo de Ciencias. Se tuvo en cuenta la información suministrada por las entrevistas y las investigaciones recientes (Park & Oliver, 2008), para tomar decisiones en la definición y el análisis del caso.

#### 4.3.1.1. ESTUDIO DE CASO.

En ésta investigación, se eligió el estudio de caso porque permite hacer descripciones densas en información, que organizadas por categorías, ayudan

en las interpretaciones de relaciones desde los referentes teóricos establecidos.

Por sus particularidades, el estudio de caso da al lector una sensación de “estar ahí”, proporciona un alto nivel de detalle en la descripción de los hechos lo que se hace posible a través de los episodios grabados y fragmentos transcritos. Igualmente, es generoso en proporcionar detalles, gracias al recurso del video.

El estudio de caso permite la circunscripción de la unidad de análisis (VanWynsberghe & Khan, 2007, citando a Stake, 1994); esto en particular, permite describir realidades únicas e irrepetibles, lo que en consecuencia restringe su generalización a la hora de ampliar o confirmar marcos teóricos; aunque en algunos casos sus hallazgos sirven para hacer recomendaciones para situaciones particulares. Para la investigación, esta particularización del caso se hace de forma intencionada y voluntaria, para proporcionar descripciones detalladas obtenidas a través de la lente teórica de la relación entre Metacognición y Cambio Conceptual y develar los datos que emergen de los episodios. En el contexto del caso, tales modificaciones corresponden con el estatus de las ideas de la profesora que aprende a utilizar el Museo como recurso novedoso para la enseñanza del sistema circulatorio.

En la siguiente tabla se presentan las características del estudio de caso pertinentes para esta investigación, en comparación con las características generales del estudio de caso.



Tabla 1. Características del Estudio de Caso.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO DE CASO.</b>	<b>EN ESTA INVESTIGACIÓN SE EXPLICITAN ASI:</b>
Según Stake (1994): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grupos únicos.</li> <li>2. Pequeñas unidades de Análisis.</li> <li>3. Estudio es intrínseco.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La profesora de Ciencias Naturales.</li> <li>2. Dos entrevistas transcritas.</li> <li>3. Comprender la singularidad del caso.</li> </ol>
Según: VanWynsberghe & Khan (2007): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relación del comportamiento de un individuo: selección de la muestra de carácter intencionado y sus particularidades definidas.</li> <li>2. Límites temporo-espaciales.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La profesora de Ciencias Naturales del grado séptimo de Básica Secundaria.</li> <li>2. Se dan cuatro horas de clases semanales con una duración de 60 minutos, en la Institución Educativa "El Hatillo". Barbosa (Antioquia)</li> </ol>
Según Merriam (1988) : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Particular: centrado en un proceso específico y concreto</li> <li>2. Descriptivo: se hace una descripción de las acciones en el aula.</li> <li>3. Heurístico: comprende la interacción de los sujetos y objetos en el aula de clases</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las modificaciones en las ideas de una profesora que utiliza el Museo de ciencias para enseñar el sistema circulatorio.</li> <li>2. Se seleccionan episodios de clase en los que se referencia el Museo de Morfología de La Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.</li> <li>3. Las entrevistas: inicial y de autoconfrontación cruzada, permiten evidenciar cómo aprende la profesora a enseñar usando el Museo.</li> </ol>
De acuerdo con Yin, (1989), el diseño de caso único es para estudiar la realidad que deseamos describir. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El carácter único, irreplicable y peculiar de cada sujeto que interviene en un contexto.</li> <li>2. El carácter revelador del mismo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Un caso único: La profesora de ciencias de séptimo grado de la I.E El Hatillo. Barbosa (Antioquia)</li> <li>2. Da cuenta de las modificaciones de las ideas de la profesora al enseñar ciencias, cuando utiliza un recurso didáctico novedoso como el museo.</li> </ol>
Según Yin (1994), la unidad de análisis de un caso, es única o múltiple, él mismo puede implicar más de una unidad de análisis. Por cuanto puede tomarse como una realidad única en su totalidad o fraccionarse, lo que implica un tratamiento diferenciado.	Optamos por la unidad de análisis única, constituida por el contraste de las dos entrevistas (inicial y de autoconfrontación cruzada) respecto a los episodios seleccionados donde se hace referencia al uso del museo en la enseñanza del sistema circulatorio.

#### 4.3.1.2. CONSTRUCCIÓN DEL CASO PARA ESTA INVESTIGACIÓN.

Para la construcción del caso, se tienen en cuenta los criterios para la selección de la muestra como caso único, el contexto de la investigación donde se desarrolla la investigación. A continuación se presentan.

##### 4.3.1.2.1. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LA PARTICIPANTE EN LA INVESTIGACIÓN.

Para esta selección se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

La profesora del caso está en Formación Continuada en un programa de Maestría en la Línea de Educación en Ciencias Experimentales; por primera vez, vincula el recurso del museo en su práctica de enseñanza para abordar un contenido específico, la Circulación Humana; voluntariamente accede a participar en la investigación permitiendo la filmación de sus clases. Para efectos de la investigación, se filmaron las clases referidas al Museo, en tres momentos diferentes: antes de la visita, durante la misma y después de ésta.

##### 4.3.1.2.2. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.

El trabajo de campo se desarrolló en la Institución Educativa El Hatillo, del Municipio de Barbosa, localidad ubicada a 25 km de la ciudad de Medellín en el Departamento de Antioquia – Colombia. La Profesora objeto de análisis junto con su compañera de trabajo, planean y diseñan una Unidad Didáctica sobre el contenido específico: sistema circulatorio que dura 10 horas de clase y la desarrolla con veinticinco (25) estudiantes de séptimo grado.

#### 4.4. LA CLINICA DIDÁCTICA.

La clínica didáctica es una metodología que permite cotejar informaciones antes y después en los estudios de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Contribuye desde referentes teóricos, a describir la acción docente desde perspectivas sistémicas (profesor – estudiante y saber específico) y orienta las reflexiones del proceso de enseñanza y aprendizaje del profesor.

La clínica didáctica se desarrolla con el objetivo de describir la dinámica de las situaciones de enseñanza-aprendizaje a partir de la articulación y triangulación de diversas fuentes de información Rickenmann (2007). Para nuestra investigación, a través de la entrevista clínica, buscamos rastrear los síntomas del conocimiento de la profesora para identificar el cuadro clínico, los componentes que constituyen su ecología conceptual y la mediación de la metacognición que permite comprender cómo aprende a enseñar ciencias utilizando el Museo. En la misma, se establecen las acciones de la profesora en el aula, que configuran los procesos de construcción del conocimiento temático y de los recursos utilizados.

##### 4.4.1. FUENTES.

Las fuentes de información para la investigación fueron: la entrevista inicial, grabaciones en video de las clases y entrevista de autoconfrontación cruzada sobre los episodios de clase en los que se vincula el museo. Sobre la transcripción de esta última entrevista, se analizan las evidencias que indican modificaciones en el estatus de las ideas, que la profesora tiene respecto al uso del museo.

##### 4.4.2. INSTRUMENTOS.

**GRABACIONES EN VIDEO DE LAS CLASES.** Para la filmación de las clases, se utilizaron dos cámaras de video aficionado: una cámara fija y otra cámara

operada por una ayudante, quien seguía la dinámica de la clase, sobre la acción de la profesora en el aula. Las cámaras son tipo portátil, marca Cannon, de casset de 8 mm, con una duración aproximada de 90 minutos. Las clases filmadas tienen una duración de 50 minutos, se hicieron en el aula del grado séptimo, jornada de la mañana, con 25 estudiantes aproximadamente. Estas grabaciones se grabaron posteriormente en 10 DVD del formato CD marca Panasonic.

Luego se hizo una selección de 14 episodios, los cuales quedaron grabados en 4 DVD para facilitar la observación de los episodios (videoscopía) y se prescindió de información no relevante para la investigación. Siguiendo la metodología propuesta por DiCiArtE, los episodios seleccionados se entregaron a la profesora una semana antes de la entrevista de autoconfrontación, para que los observara y se familiarizara con los mismos.

**LOS CUESTIONARIOS:** Se elaboraron dos cuestionarios para cada una de las entrevistas: inicial (ver anexo N° 1) y de autoconfrontación cruzada (ver anexo N° 3), con la finalidad de obtener información sobre la planificación de la unidad didáctica y su ejecución, respectivamente.

Las preguntas de las dos entrevistas fueron discutidas con la asesora del trabajo de investigación, con la finalidad de triangular la calidad de las preguntas, buscando su validez y confiabilidad para rastrear la información. Tanto la primera como la segunda entrevista, contienen un número significativo de preguntas relacionadas con 3 componentes básicos que facilitaron el análisis: la planificación de la Unidad Didáctica, las acciones que ocurren en el aula y la forma en que la profesora vincula un recurso en el discurso del aula para la enseñanza y el aprendizaje.

**LAS ENTREVISTAS:** En esta investigación, las entrevistas tienen un carácter semi-estructurado (Latorre, Del Rincón & Arnal, 1996), es decir, aunque teníamos unas preguntas básicas para la profesora, también se hacía énfasis en algunos aspectos a los cuales ella hacía referencia (se le permitía ampliar sus ideas sobre la planeación y ejecución de la unidad didáctica).

Las preguntas pretendieron detectar las concepciones y las posibles relaciones y contradicciones entre las respuestas, por lo que se pueden considerar estructurales y de contraste, siguiendo la tipología de preguntas que establecen tanto Patton (1980) como Spradley (1979).

De igual manera, teniendo en cuenta que el pensamiento del profesor siempre es una construcción inferencial, que surge no solo de analizar lo que dice sino también lo que "*dice que hace*" (Utges, 2003), consideramos como punto fuerte la contrastación de la planeación que se expresa en la Ei (entrevista inicial), las acciones que manifiesta la profesora en el aula y las explicaciones que da en la Eac (entrevista de autoconfrontación cruzada). La entrevista de autoconfrontación cruzada, consistió en presentar los episodios seleccionados (dados con anterioridad a la profesora), para la explicitación de las decisiones tomadas entre la planificación y las acciones que realizó.

De acuerdo con Calsamiglia & Tusón (1999), consideramos que en las entrevistas (inicial y de autoconfrontación) que se llevaron a cabo para el estudio, se integran elementos verbales y no verbales, como los gestos y la posición del cuerpo, que son características esenciales en una situación social y cultural definida. Aunque estos elementos no verbales son importantes por su significado, no son objeto central en el análisis que se hace en esta investigación; optamos por rastrear lo que la profesora expresa verbalmente y las acciones que realiza dentro del contexto escolar, sobre un tema determinado.

La finalidad de la entrevista inicial, es constatar cómo se planificó la unidad didáctica, cómo tenía pensado aplicar cada una de las etapas del ciclo del aprendizaje y cómo vinculaba al museo de ciencias en dichas etapas.

La entrevista de autoconfrontación cruzada, busca evidenciar modificaciones del estatus de las ideas de la profesora sobre el uso del museo de ciencias, al contrastar lo planeado y lo descrito en la entrevista inicial, con lo ejecutado. Para ello se hizo una selección de los algunos episodios de las clases para confrontar y explicitar.

#### 4.4.3. TÉCNICAS.

Las técnicas utilizadas en la investigación son la videoscopía y las transcripciones de las entrevistas.

En la recolección de la información se usó la técnica de la videoscopía, técnica privilegiada por la grabaciones en video de las actividades (una cámara con tomas generales y otra que “sigue” al profesor; un micrófono general, otro para el profesor y otro cerca de un grupo de alumnos) y la posterior transcripción bajo forma de protocolo escrito. La técnica de la videoscopía, consiste en que la profesora del caso describa sus acciones mediante la confrontación de las imágenes que se presentan y explicarlas desde el pensamiento, es decir, qué se está pensando en el momento de la filmación y qué podría mejorar, en lo referente a los episodios previamente seleccionados y confrontados.

En esta parte es importante aclarar que los episodios seleccionados fueron dados a la profesora con anterioridad (una semana) antes de la entrevista de autoconfrontación cruzada. Esta entrevista se aplica mediante una técnica de análisis y luego se transcribe para contrastarla con la entrevista inicial.

Teniendo en cuenta los ámbitos conceptuales centrales de nuestro estado del arte, es decir, el proceso metacognitivo a través del cual la profesora modifica el estatus de las ideas para posibilitar el cambio conceptual, se hizo un rastreo de los fragmentos producto de las entrevistas transcritas en los que se encontraran evidencias empíricas respecto a modificaciones en el estatus de las ideas de la profesora, cuando utiliza el museo.

#### **4.5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

UNIDADES DE ANÁLISIS: La delimitación de la unidad de análisis para este caso, comprende los episodios seleccionados a partir de las grabaciones en video de las clases de la profesora y las entrevistas: inicial y de autoconfrontación cruzada, donde hace referencia al uso del Museo como recurso para la enseñanza.

##### **4.5.1. SELECCIÓN DE EPISODIOS.**

Criterios para seleccionar los episodios. Dado que había diez horas de clases filmadas, se seleccionaron los episodios más interesantes para la investigación. En la columna de la izquierda de la siguiente tabla N° 2, se especifican los tres momentos interesantes para el análisis (antes, durante y después de la visita al Museo), los tiempos de duración de cada uno de los episodios, los temas de clase y su descripción.

Tabla 2. Análisis de los episodios seleccionados.

<b>MOMENTOS</b>	<b>TIEMPO DE EPISODIOS.</b>	<b>TEMAS DE LA CLASES.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS EPISODIOS.</b>
ANTES	40 segundos (minuto 50:00 al 51:40).	1. Ambientación de la visita Museo.	Presentación en power point sobre el sistema circulatorio y motivación de la visita al Museo de Morfología para aprender desde otros escenarios.
DURANTE LA VISITA AL MUSEO.	60 segundos (minuto 56:00 al 57:00).	2. Espacio Museal: Llamado de atención.	La profesora confronta a los estudiantes porque no quisieron desarrollar guía de la actividad de exploración y la entregaron en blanco.
	180 segundos (minuto 24:00 al 27:00).	3. Espacio Museal.	La función, historia y descripción del Museo; uso del Museo de Morfología de la Facultad de Medicina.
	60 segundos (minuto 16:00 al 17:00).	4. Espacio Museal. Sistema circulatorio humano.	Sobre la investigación en el Museo de Morfología.
	55 segundos (minuto 21:00 al 21:55).	5. Espacio Museal.	El Museo de Morfología como un lugar para ver cosas que en el aula no se pueden ver.
	39 segundos (minuto 48:00 al 48:39).	6. Sistema Reproductor Humano.	Interés en el módulo del Sistema Reproductor durante la visita.
	120 segundos (minuto 20:00 al 22:00).	7. Modelos de sistema circulatorio humano.	La comparación de los modelos del texto escolar con los que están exhibidos en el módulo de circulación.
	180 segundos (minuto 58:00 al 61:00).	8. Concepción de los modelos como representaciones.	La profesora interviene hablando de los modelos de sistema circulatorio como representaciones de la realidad, y muestra una imagen del sistema circulatorio.
	230 segundos (minuto 36:00 al 39:50).	10. Afecciones del sistema circulatorio humano, la arteriosclerosis.	La profesora en el aula, recuerda las implicaciones de una dieta no-balanceada y las consecuencias para la salud al tener arterias con arterioesclerosis.
	70 segundos (minuto 0:30 al 1:40).	11. Arteriosclerosis.	La profesora explica la diferencia entre arteria sana y enferma.
	50 segundos (minuto 1:40 al 2:30).	12. Uso de la guía.	La profesora explica por qué los estudiantes no usaron la guía en la visita al Museo de Morfología.
	60 segundos (minuto 32:00 al 33:00).	13. Otros sistemas y órganos humanos.	La profesora describe la localización y el tamaño de los pulmones en el cuerpo humano.
DESPUES	180 segundos (minuto 40:00 al 43:00)	14. Aplicación de los conocimientos adquiridos en otros contextos.	La profesora invita a los estudiantes a escribir un texto sobre la circulación humana.



#### 4.5.2. SELECCIÓN DE FRAGMENTOS DE LAS ENTREVISTAS (EI, EAC).

Los fragmentos seleccionados de las entrevistas (Entrevista inicial y Entrevista de autoconfrontación cruzada), son aquellos que corresponden a las categorías: Inteligibilidad, Plausibilidad y Fructibilidad de la idea de usar el museo.

Estos fragmentos se identificaron con los números y párrafos y se marcaron con la convención => <=, en la transcripción para facilitar su ubicación posterior en las categorías y subcategorías del CPC.

#### 4.5.3. TRANSCRIPCIÓN: CONVENCIONES.

Al realizar la transcripción de cada grabación, utilizamos aquellos elementos no verbales que tienen algún significado para nosotros y los hemos representado con los símbolos gramaticales que generalmente se usan en un texto (Candela, 1999):

/ caída de voz.

▲ Elevación de voz.

=> <= Importancia para el análisis en la investigación.

(...) pausa

**E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub>** Investigadores entrevistadores.

**N:** Profesora del caso.

**L:** Profesora par.

[.....] Indica que antes o después de la frase o comentario citado, hay más información, que no tiene importancia para el análisis que se está haciendo.

En esta investigación, hemos optado por realizar las entrevistas de forma grupal con el equipo de investigadores y transcribirlas manteniendo la fidelidad de la información. La transcripción literal se encuentra cargada de una gran cantidad de regionalismos y otras expresiones muy cotidianas, con significados muy particulares que tienen sentido dentro del contexto en que se habla, pero que para esta investigación no son relevantes, por lo cual, hemos prescindido de tales frases.

#### 4.5.4. CONSTRUCCIÓN DE CATEGORIAS DE ANÁLISIS EN RELACIÓN CON EL MÉTODO INVESTIGACIÓN.

En el estado de arte afirmamos que la metacognición es necesaria para que ocurra un cambio conceptual cuando se comparan ideas y concepciones diferentes. Teniendo en cuenta que la pregunta que orienta esta investigación tiene que ver con describir cómo aprende a enseñar ciencias una profesora incorporando el Museo de Morfología como recurso novedoso para el aprendizaje, se plantean las categorías de análisis, para establecer puntos de comparación.

Por otra parte interesa describir las modificaciones (si es que ocurren), de algunos aspectos del modelo didáctico de la profesora, relacionados con la enseñanza, el aprendizaje, la ciencia y el museo como recurso novedoso en cuanto dicha descripción informa del estado del estatus de sus ideas, respecto de la vinculación del museo.

El modelo que nos permitió hacer las descripciones en las modificaciones del estatus de las ideas y en la ecología conceptual de la profesora es el CPC, y sus componentes que se describieron en los referentes teóricos. Como el modelo de CPC propuesto por Park & Oliver contiene seis componentes y cada uno de ellos varios subcomponentes, el espectro de análisis se hace muy amplio y rebasa las pretensiones investigativas del caso en mención. Así que para este estudio se seleccionaron los subcomponentes de cada componente

(orientación de la enseñanza, conocimiento del currículo, conocimiento sobre cómo entienden las ciencias los estudiantes, conocimientos de las estrategias para la enseñanza, conocimientos de la evaluación del aprendizaje de las ciencias y la eficacia del profesor), que cumplen con la condición de inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad desde el conocimiento declarativo de la profesora.

Las siguientes son las categorías de análisis que permiten definir el estatus de las ideas de una profesora, cuando incorpora el museo de ciencias en la enseñanza del sistema circulatorio.

De cada subcomponente del modelo CPC, se tienen en cuenta elementos de análisis como:

Orientación para la enseñanza. Las ideas, concepciones y creencias sobre el propósito de enseñanza, sobre la naturaleza de la ciencia vinculando el museo de ciencias como recurso para la enseñanza y el aprendizaje. En este caso, la intencionalidad de la profesora juega un papel relevante sobre lo que ella cree que es necesario y fundamental para el aprendizaje de sus estudiantes.

Conocimiento del currículo. Las ideas, concepciones y creencias sobre los materiales curriculares y el tipo de currículo observable que circula antes, durante y en la post visita. En este sentido, es importante aclarar que el material usado normalmente en clase, implica en la forma de llevar a cabalidad las actividades en el museo, desde la información inicial de la visita, como su preparación y retroalimentación.

Conocimiento sobre cómo entienden las ciencias los estudiantes. Los intereses, motivaciones y dificultades que expresa la profesora cuando utiliza el Museo de Ciencias de Morfología para la enseñanza del sistema circulatorio. Un aspecto relevante son las decisiones que tienen que ver con la intención de enseñanza, lo que se quiere dar a entender, lo que va más allá de las

motivaciones, los imprevistos que pueden ocurrir o las acciones que se salen de las posibilidades de control.

Eficacia del profesor. El contexto específico relaciona el impacto de los aspectos políticos, sociales y culturales en el aprendizaje de las ciencias. Comprende el análisis de la modificación de ideas y concepciones que se circunscribe en el contexto específico de una situación de enseñanza y tiene en cuenta el impacto en los aspectos sociales y culturales.

Desde la perspectiva del proceso metacognitivo, se encontraron los componentes de conciencia, conocimiento, monitoreo, evaluación y regulación. Se señala que si bien estos procesos están en todos los momentos del proceso reflexivo, circulan entre las consideraciones de las ideas y pueden hacerse o no declarativos. Esto es lo que se representa en la columna “Componentes de la Metacognición” en la tabla N° 3 (p. 110), con las flechas que circulan en el fondo del texto que agrupan todos los componentes metacognitivos (conciencia, conocimiento, monitoreo y evaluación).

Como categorías de análisis relacionadas con el proceso metacognitivo y la vinculación del museo en la enseñanza, nos centraremos en las situaciones que permitan evidenciar en la profesora: toma de conciencia, al considerar el museo como recurso para la enseñanza, uso del museo para enseñar un contenido específico como el sistema circulatorio, conocimiento acerca del valor patrimonial y científico del museo para la enseñanza y el aprendizaje, articulación de la enseñanza con los problemas de salud que viven sus estudiantes en la comunidad, la relación de los contenidos expuestos en el museo, con el contexto de los estudiantes a través de la evaluación, reconocimiento del museo como recurso informal de aprendizaje y valoración del museo como recurso que impacta socialmente la proyección de la ciencia.

Es de anotar que el proceso de autorregulación del aprendizaje de la profesora, relaciona conocimiento, metacognición y motivación. Conocimiento porque usa las habilidades necesarias para aprender de la nueva situación, metacognición porque utiliza habilidades para entender y monitorear sus procesos

cognoscitivos y la motivación porque incluye las creencias y actitudes que afectan el uso de su propia cognición.

En síntesis, la Metacognición que hace la profesora desde los procesos de conciencia, regulación, conocimiento, monitoreo y evaluación, son importantes para considerar el estatus de las ideas y en particular cuando se refiere al Museo como recurso para la enseñanza y el aprendizaje, lo que conlleva a la modificación de los componentes del conocimiento pedagógico del contenido, que hace parte de su ecología conceptual, pero que se modifican para que en ella ocurran cambios. Igualmente cuando aprende a enseñar, utilizando este recurso didáctico.

En la siguiente tabla (Nº 3), presentamos las “Categorías de análisis del estatus de las ideas de la profesora” relacionadas desde los referentes teóricos descritos.

Todo el proceso metacognitivo regula el nivel de estatus de una idea porque se modifica la ecología conceptual, al considerar nuevos aprendizajes; para este estudio de caso se moviliza la ecología conceptual, cuando se piensa en el Museo como un recurso novedoso para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Para que la profesora considere una idea como inteligible, debe cumplir dos condiciones metacognitivas: una, tener conciencia de que se quiere aprender a enseñar utilizando el Museo y que esto es posible para el aprendizaje de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales; dos, anticipar las estrategias de enseñanza en las que es factible usar el museo.

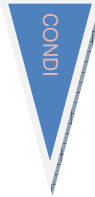
En relación con el proceso metacognitivo de regulación y el monitoreo en el cambio de las ideas (desde una perspectiva evolutiva y gradual del cambio conceptual), consideramos que para la profesora del caso, el uso del museo es plausible, es decir, concretable y realizable cuando define unos criterios diferentes a los que se utilizan para enseñar, usando recursos convencionales.

Estos criterios van estrechamente relacionados con sus decisiones sobre qué enseñar del tema y cómo hacerlo.

En la conciencia metacognitiva de la profesora se construyen las unidades básicas de significación y sentido de las ideas y concepciones, procesos que las hacen inteligibles. Conocimiento y conciencia, son las fuentes originarias de ideas inteligibles y por tanto plausibles si se contextualizan dentro de una gama de posibilidades realizables. La idea es fructífera, si amplía los marcos de conocimiento sobre recursos para enseñar y si es pertinente para resolver asuntos de índole social, de enseñanza y aprendizaje.

En este sentido, la evaluación del recurso museo, permite a la profesora enseñar nuevos contenidos, vinculando las exposiciones que presenta el museo, considerando problemas actuales como los de salud, alimentación y demás aspectos relacionados con la temática.

TABLA 3. "CATEGORIAS PARA ANALIZAR EL ESTATUS DE LAS IDEAS DE LA PROFESORA". [Inspirado en Hewson & Lemberger (2000) y en Park & Oliver (2008)].

REGULA.			
ESTATUS	COMPONENTES DE LA ECOLOGIA CONCEPTUAL	COMPONENTES DE LA METACOGNICIÓN	
 <b>INTELIGIBILIDAD</b> 	<b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PEDAGOGICO DEL CONTENIDO. (CPC).</b> -ORIENTACION DE LA ENSEÑANZA. Creencias de sobre el propósito de la enseñanza. Toma de decisiones. Creencias sobre la naturaleza de las ciencias. -CONOCIMIENTO DEL CURRÍCULO. Material curricular. Currículo vertical. Currículo horizontal. Currículo observable. -CONOCIMIENTO SOBRE CÓMO ENTIENDEN LAS CIENCIAS LOS ESTUDIANTES. Representación de errores, interés, necesidades, motivación y dificultades de aprendizaje.	<b>Conciencia:</b> -Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos. -Explica el uso del Museo para la enseñanza del sistema circulatorio.	<b>Conocimiento:</b> -Reconoce el valor patrimonial que tiene el Museo para la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia. -Relaciona los contenidos que ofrece el Museo con problemas actuales (Ej. Salud).
<b>PLAUSIBILIDAD</b> 	<b>-CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</b> Estrategias específicas de la materia (Biología). Estrategia específica del tema:(Circulación Humana) Representación y actividades. <b>-CONOCIMIENTOS DE LA EVALUACION DEL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS.</b> Dimensiones del aprendizaje de las ciencias para evaluar. Métodos de la evaluación del aprendizaje.	<b>Monitoreo:</b> -Hace énfasis en los contenidos del Museo con ejemplos de la cotidianidad. -Selecciona y elige las actividades según el contenido que presenta el recurso del Museo. -Relaciona el contenido específico (Sistema Circulatorio) y el contenido que ofrece el Museo de Ciencias. -Organiza las actividades didácticas de acuerdo a los temas que se presentan en el Museo. -Usa el Museo para desmitificar las creencias y visiones cotidianas acerca de las ciencias. -Usa el museo para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula. -Considera que la enseñanza en el Museo, potencia el aprendizaje de los estudiantes al evidenciar los conceptos explicados en el aula.	<b>Regulación:</b> Reflexiones de la profesora sobre su propia comprensión del uso del Museo.
<b>FRUCTIBILIDAD</b> 	<b>-EFICACIA DEL PROFESOR:</b> Contexto específico: (El impacto de los aspectos políticos, sociales y culturales en el aprendizaje de las ciencias).	<b>Evaluación:</b> -Relaciona la enseñanza en el Museo con el contexto del estudiante considerando aspectos sociales y culturales del aprendizaje. -Reconoce la importancia del Museo de Ciencias como un espacio de enseñanza y aprendizaje y de enculturación científica. -Evalúa el recurso del Museo por su potencial e impacto en la sociedad.	

## 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS: EL CASO.

Este estudio de caso se realizó con una profesora de ciencias naturales identificada con la letra (N) que trabaja con su grupo de estudiantes de séptimo grado en la Institución Educativa “El Hatillo”, del Municipio de Barbosa, Departamento de Antioquia, Colombia. La profesora estaba vinculada a un proceso de formación continuada, dirigido a comprender el papel que juega el museo en la enseñanza de las ciencias.

El análisis que a continuación se presenta surge del planteamiento de un problema en el cual resultan relevantes las modificaciones del estatus de las ideas de la profesora, respecto al uso del museo de ciencias, como recurso para la enseñanza a partir de la contrastación de dos entrevistas, una inicial identificada como (Ei) y otra de autoconfrontación cruzada (Eac). En este análisis se muestra cómo la metacognición ejerce influencia en las ideas y concepciones, para promover el cambio conceptual en la profesora que aprende a enseñar con este recurso.

Desde una perspectiva en la cual la Metacognición es condición para el Cambio Conceptual, intentamos averiguar cómo aprende la profesora N a vincular la colección del Ser humano del Departamento de Morfología – Facultad del Medicina, Museo Universitario- a la enseñanza del sistema circulatorio, con sus estudiantes de séptimo grado.

La revisión de literatura mostró que las condiciones de inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad, se han estudiado para el aprendizaje de las ciencias en el marco de la ciencia escolar, sin embargo, no encontramos reportes de los componentes de la ecología conceptual de las ideas, para el conocimiento en particular, tanto pedagógico como didáctico del profesor de ciencias.

Partimos entonces, de identificar cuáles son los componentes de la Ecología Conceptual del Conocimiento Profesional del Profesor, para lo cual usamos los



referentes teóricos del Conocimiento Didáctico o Pedagógico del Contenido (CDC o CPC; Pedagogical Content Knowledge-PCK) propuesto por Shulman (1987), revisado por Park & Oliver, (2008), por más de veinte casos y quienes agregan al modelo inicial el componente denominado: *Eficacia del Profesor*. Este nuevo elemento está relacionado con la manera de cómo los profesores utilizan las condiciones del contexto en la enseñanza de un contenido específico, para planear sus actividades y de este modo, consciente o inconscientemente, elevan sus niveles de eficacia en la enseñanza.

La relación entre los componentes del CPC, la metacognición y las condiciones del cambio conceptual, se da a través de la búsqueda de afinidades entre las implicaciones de cada condición y el significado de cada categoría de CPC, revisada por Park & Oliver (2008) y Hewson (2007).

Con respecto a la metacognición, los componentes definidos se pueden reconocer en las diferentes condiciones del Cambio Conceptual, y no con exclusividad para algunas de ellas, por lo cual, en la tabla N° 3 (p. 110) la metacognición se representa dentro de un proceso dinámico en que tales componentes son ubicuos en el pensamiento de la profesora. El procedimiento para construir esta tabla a modo de matriz de análisis, fue una triangulación de interpretaciones entre los miembros del equipo investigador y sus pares.

Este ejercicio de identificación de los componentes de la Ecología Conceptual del profesor en función del CPC, fue útil para contrastarlos posteriormente con los resultados que se habían obtenido tanto en la entrevista inicial (Ei), como la de autoconfrontación cruzada (Eac). Igualmente, esta tabla contiene los componentes de la metacognición (conciencia, conocimiento, monitoreo, regulación y evaluación) que inciden en la ecología conceptual para modificar el estatus de las ideas. Una vez identificados los componentes de la ecología conceptual del conocimiento del profesorado, se compararon con las transcripciones de las entrevistas y de allí, surgió la tabla N° 3 (p. 110), que hemos denominado “Categorías para analizar el Estatus de las Ideas de la Profesora”.

Al finalizar este capítulo de “Análisis de los Resultados”, aparece la tabla N° 4 (p. 137) en la que se contrastan los resultados obtenidos de la entrevista inicial (Ei) y de autoconfrontación cruzada (Eac); en dos columnas paralelas y de acuerdo con las categorías del estatus de las ideas, el CPC y los componentes de la metacognición. Los números al lado de Ei y de Eac, corresponden a los fragmentos seleccionados de cada transcripción para la contrastación (ver anexos 2 y 4).

## 5.1. INTELIGIBILIDAD.

Iniciaremos el análisis con la condición de inteligibilidad. Para esta condición, se identificaron evidencias en los resultados de los siguientes componentes de la ecología conceptual y de la metacognición.

### COMPONENTES DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL Y DE LA METACOGNICIÓN, IDENTIFICADOS PARA LA INTELIGIBILIDAD.

<i>Componentes de la ecología conceptual de la profesora.</i>	<i>Subcomponente.</i>	<i>Componentes de la metacognición.</i>
ORIENTACIÓN DE LA ENSEÑANZA.	- Creencias sobre el propósito de la enseñanza.	- Conciencia. - Conocimiento. - Regulación.
CONOCIMIENTO SOBRE COMO ENTIENDEN LAS CIENCIAS LOS ESTUDIANTES.	- Motivación para el aprendizaje. - Necesidades para el aprendizaje.	- Conciencia. - Conocimiento.

#### 5.1.1. ORIENTACIÓN DE LA ENSEÑANZA.

El componente de la ecología conceptual *Orientación de la Enseñanza*, tiene que ver con las decisiones que la profesora toma, de acuerdo con los propósitos que prevé para la enseñanza de los contenidos sobre el sistema circulatorio. Este componente se refiere a las creencias e ideas de los profesores acerca de los propósitos y objetivos de la enseñanza de las ciencias en los distintos niveles y grados (Grossman, 1990).

El subcomponente que hemos identificado, es el de *creencias sobre el propósito de la enseñanza*.

### 5.1.2. CREENCIAS SOBRE EL PROPÓSITO DE LA ENSEÑANZA.

Los propósitos de la enseñanza de un contenido de las ciencias, aluden a ideas y concepciones del profesor relacionadas con: los contenidos de la disciplina seleccionados, el para qué se enseñan, el cómo es posible enseñarlos, con qué recursos puede hacerse el proceso, qué acciones procuran mejores aprendizajes en los estudiantes y cómo se evalúa. Desde el punto de vista del papel que juega la metacognición en la regulación del estatus de las ideas, identificamos evidencias en torno a la toma de conciencia, conocimiento y regulación.

Los siguientes fragmentos muestran cómo la profesora toma conciencia sobre los posibles usos que puede tener el Museo, para enseñar a los estudiantes el contenido específico de sistema circulatorio y cómo lo pueden aprender.

<b>Explica el uso del museo para la enseñanza del sistema circulatorio.</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
<p>“La unidad didáctica no fue concebida directamente para el grupo en el que yo voy a trabajar sino que ha tenido, a partir de este momento una reformulación, una recontextualización y además, (...) un enriquecimiento frente a otras herramientas para la enseñanza, en este caso sería el uso del Museo de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, que es una de las propuestas que hay que integrar dentro de la unidad didáctica...” (Ei - 5). CONCIENCIA.</p> <p>“.... La propuesta de utilizar el Museo Morfología surge a partir de la necesidad, digamos de tipo metodológico, dentro del trabajo de la investigación como una propuesta, como dije la unidad didáctica no fue concebida inicialmente alrededor del uso del museo, sino que se hizo una integración posterior al desarrollo de la unidad didáctica...” (Ei - 20). CONCIENCIA.</p>	

En la Ei observamos que la profesora reconoce que el Museo le ofrece posibilidades y estrategias diferentes para utilizarlo en la enseñanza, por lo cual hay una toma de conciencia de su parte, desde una perspectiva metacognitiva. Sin embargo, no está muy convencida de las bondades del Museo, en cuanto lo ve como una herramienta más en la enseñanza de un contenido, que se integra luego de haber diseñado la unidad didáctica.

Asimismo, justifica el uso del Museo desde la necesidad de responder a una propuesta de investigación, en otras palabras, la necesidad de cumplir con un requisito que se le ha pedido durante su formación continuada. Por esta razón dice que la unidad didáctica no fue concebida inicialmente integrando el uso del Museo, sino que ésta se realizó posteriormente. Esto se confirma por un comentario que hizo durante una conversación informal, en donde ella expresaba que hubiese podido enseñar el sistema circulatorio sin usar el museo.

No se encuentra en la Eac datos que indiquen alguna modificación en el estatus de las ideas de la profesora, sobre el uso del Museo, que por ahora ve como una propuesta de orden metodológico e instrumental al interior de una unidad didáctica (Ei), no obstante, más adelante veremos algunas transformaciones interesantes.

En el siguiente fragmento aparecen evidencias sobre el efecto regulador de la metacognición, en el estatus de las ideas que posee la profesora, respecto al Museo.

<b><i>Reflexiones de la profesora sobre su propia comprensión del uso del museo.</i></b>	
<b><i>Ei.</i></b>	<b><i>Eac.</i></b>
	<i>“...yo no había hecho uso del museo apenas estaba aprendiendo acerca de los usos del museo para la enseñanza y poder apropiarme de estos y a partir de estos tipos de espacios enseñar ciencia...”. (Eac – 36).REGULACIÓN.</i>

En esta regulación la profesora, muestra como reflexiona sobre su propia comprensión, manifestando que ha aprendido algo nuevo sobre el Museo, porque habla en primera persona sobre la apropiación del recurso para enseñar ciencias. Ahora lo ve desde otra perspectiva, como un espacio diferente al aula para enseñar los contenidos de las ciencias, interpretación esta que se confirma en el siguiente fragmento.

<b>Reconoce el valor patrimonial que tiene el Museo para la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia.</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
	<p>“..Una de las cosas donde hicimos énfasis es la de que no solamente en el aula se aprendía ciencias, no sólo de los libros se aprendía ciencias, sino que podía haber otro tipo de acercamientos al aprendizaje, no solo basados en que era una exposición de un profesor, las lecturas de un libro, sino que se nos podía presentar espacios, digamos...de otro tipo, frente a lo que (...) presento yo...” (Eac – 14). REGULACIÓN Y CONOCIMIENTO.</p>

En este fragmento se observa el valor que la profesora le da al Museo; en cuanto lo ve como un recurso para el aprendizaje, entendiendo que no sólo de los libros se aprende ciencias, o de una exposición magistral, sino que considera otros espacios novedosos y poco explorados para el aprendizaje.

En los siguientes fragmentos, es interesante analizar cómo la profesora da evidencias de una toma de conciencia sobre las razones por las cuales va a utilizar el Museo de Morfofisiología, para enseñar a sus estudiantes los contenidos seleccionados.

<b>Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos.</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
<p>“....Me parece que es, digamos un recurso impactante, porque el Museo nos ofrece en fresco (...), cadáveres, partes de cadáveres, cortes que de pronto, para un adulto de cierto conocimiento, puede ser muy bonito. En los niños pude ser impactante, pero igual, va a permitir, hacer la diferencia entre lo que se presenta en los libros de texto”. (Ei – 26). CONCIENCIA.</p>	<p>“...A ver, digamos, lo (...) de la parte de los montajes en vivo., estos frescos que nos presenta el museo, son digamos, cosas a las que los niños no tienen acercamientos. Les decía a esos niños que algunos no tienen por decir algo, parabólica, porque si es para ver cortes de cadáveres, la televisión presenta mucho este tipo de información, pero estos niños no tienen acceso a eso. Entonces, cuando me refiero a eso, es mirar otro tipo de instrumentos, otro tipo de información que de hecho no la podemos ver en el aula lo que es en sí la parte física del cuerpo humano.....” (Eac -20). CONCIENCIA “...El objetivo general era también mirar este Museo o sea, qué tipo de información presentaban, ya hablamos por ejemplo, que presentaban investigaciones, que presentaban los montajes, presentaban información a nivel general, también con respecto a los tipos de técnicas, que se utilizaron, algunos instrumentos y entonces, eran también como mirar esa parte: qué información se puede encontrar en los museos, qué información divulgan los museos...” (Eac – 39). CONCIENCIA.</p>

Se evidencia una toma de conciencia, de la profesora que analiza las posibilidades del Museo para enseñar el contenido sobre el sistema circulatorio. Se observan evidencias en la Ei cuando se refiere al Museo como un recurso impactante, porque los alumnos van a observar fragmentos (partes) de cadáveres. En la Eac, la profesora le da otro sentido al uso del Museo más como un centro que ofrece información diferente a la del aula.

En ambos casos, estos fragmentos indican una toma de conciencia de parte de la profesora, que está ejerciendo un papel regulador importante en el estatus de sus ideas, acerca del uso del Museo. Esta interpretación se apoya en las siguientes evidencias:

<b>Relaciona los contenidos que ofrece el Museo con problemas actuales. (Ej. Salud).</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
<p>“...Enseñar ciencias está muy enfocada hacia la calidad de vida que el alumno pueda tener a partir de conocimientos (...). Me explico: el conocimiento de los estudiantes generalmente, (...) lo ven como algo que ellos van acumulando.” (Ei – 11). CONOCIMIENTO.</p> <p>“... ¿Qué pretendemos nosotros con estas actividades? Obviamente, que los niños conozcan acerca de la propiedades de la sangre, que no solo vean que es un fluido de color específico, que tiene muchos tipos de células y que cumple muchas funciones dentro del organismo y cómo pueden, mantenerlo, cómo pueden cuidarlo y cómo funciona como sistema....” (Ei – 42). CONOCIMIENTO.</p> <p>“..La visita al Museo, pues ya les mencione más o menos cual es el objetivo...además de lo que vamos a trabajar con un especialista en el área de la salud, también mirar la parte de la salud, de la arteriosclerosis, que es donde nos vamos a focalizar., frente al buen mantenimiento de ese sistema circulatorio. y Obviamente la post-visita...”</p> <p>“...Ahora, la post-visita no la vamos a realizar en una sola actividad, de una clase, donde vamos a hablar del Museo y lo que vimos allá, no. A partir de esa visita al Museo, entonces vamos a profundizar unas actividades que, siempre vamos a remitirlas a eso que trabajamos allá...” (Ei – 46, 47). CONOCIMIENTO.</p>	<p>“...La unidad didáctica está relacionada directamente con el sistema circulatorio y salud. A partir de ahí, empezamos a hacer un análisis desde la planeación de esas posibles patologías que se podían presentar en el sistema circulatorio, en especial aquellas que se dan en nuestra comunidad. Y utilizando la información que se tenía del Museo, entonces, se hizo la planeación....” (Eac – 2). CONOCIMIENTO</p> <p>“...Tuvieron en cuenta, por ejemplo, la arteriosclerosis al final, cuando hablaron de alimentación, en esta actividad final, de aplicación y ellos colocaron una parte, yo les dejé que hicieran un texto libre, hablaron acerca de la salud, de lo que hemos trabajado en el Museo. Y ahí también hubo riquezas porque, la aplicación de esta información...” (Eac – 74). CONOCIMIENTO – REGULACIÓN.</p>

En los fragmentos de la Ei, la profesora da cuenta de los propósitos de la visita al Museo en relación con una temática muy específica: la arterioesclerosis, desde la relación entre los contenidos que *ofrece el Museo y problemas de salud actuales que enfrentan sus estudiantes en su entorno*.

Vale la pena destacar que en la Ei, la profesora pretende que sus estudiantes aprendan a través de las actividades, a identificar los conceptos (sangre) y su funcionalidad dentro del sistema y que a partir de ese conocimiento, prevengan ciertas patologías relacionadas. Se observa entonces, que la profesora tiene conocimiento de la actividad que piensa realizar, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos. De igual manera para ella, el buen mantenimiento del sistema circulatorio es una condición que asume como necesaria dentro de la

formación científica de sus estudiantes, para que la usen como un conocimiento que les ayude a tomar decisiones sobre aspectos de orden nutricional, conocimiento que a largo plazo contribuirá con una mejor calidad de vida para ellos, por la prevención de las enfermedades.

Hay entonces en la profesora un conocimiento disciplinar y consciente sobre algunas patologías del sistema circulatorio y la prevención de la arterioesclerosis, así como la manera en que interviene para que los estudiantes adquieran hábitos saludables. Ella tiene un conocimiento sobre el módulo del Museo de Morfofisiología que amplía la información relacionada con la arterioesclerosis (Eac). Para la profesora este conocimiento es comprensible, puede expresarlo con palabras que tienen sentido y las proyecta cuando habla sobre los significados que tienen las exposiciones del museo.

Al contrastar este resultado con los datos obtenidos en la Eac, hay una consolidación del estatus de sus ideas en cuanto la profesora introduce la posibilidad de planear las clases usando las patologías que se presentaban en el Museo para el sistema circulatorio y las vincula con aquellas que ocurren en la comunidad donde habitan los niños. Asimismo, alude a la información que el Museo le ofrece para diseñar dicha planeación.

Para la profesora es inteligible la idea de contextualizar la visita al Museo de Morfología y propone integrarla en la planeación de la Unidad Didáctica. Esta idea tiene sentido y la explora como posibilidad para innovarla; la idea se hace comprensible y no entra en contradicción con otras que tiene sobre la enseñanza. Para ella, la idea de utilizar el Museo es verosímil, comprensible desde sus concepciones y la piensa como instrumentalmente útil, para una actividad de aprendizaje con los estudiantes.

En el fragmento de la Eac, se confirma el nivel de inteligibilidad, en cuanto la planeación de la unidad didáctica se concreta desde el estudio de las patologías y relaciona aquellas que se dan en la comunidad, con sus estudiantes. Para ella, la información presentada en el Museo puede incidir de manera creíble en los hábitos de salud de sus estudiantes.

Se evidencia además, el papel regulador de la metacognición que modifica el estatus de las ideas de la profesora, al considerar que hubo un enriquecimiento a nivel conceptual con la información y el trabajo didáctico presentado en el Museo de Ciencias, porque a partir de ese recurso se generan otras actividades, tales como la redacción de textos que relacionan los conceptos y que demuestran la importancia del Museo, como una nueva alternativa para la enseñanza, el aprendizaje y la integración de las áreas del conocimiento.

### 5.1.3. CONOCIMIENTO SOBRE CÓMO ENTIENDEN LAS CIENCIAS LOS ESTUDIANTES.

#### 5.1.3.1. MOTIVACIÓN PARA EL APRENDIZAJE.

El análisis de estos resultados continúa con la identificación de evidencias en torno al papel del Museo para favorecer la motivación hacia el aprendizaje de los estudiantes, en el marco del conocimiento que la profesora tiene acerca de cómo ellos logran entender las ciencias.

<b>Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos.</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
<p><i>"..Una motivación, que nazca a partir de la importancia de conocer estos espacios. Como yo, ya conozco el museo, puedo decirle a los niños qué hay en ese Museo, como una propuesta..." (Ei – 22) CONCIENCIA</i></p> <p><i>"...Y es muy importante, además de la parte motivacional, la experiencial, esa experiencia que ellos van a tener y ver que se le presente conocimiento por una persona diferente a su profesor, eso también me parece muy interesante el hecho de que un experto le esté explicando cosas que de pronto, ya pudieron haber visto con su profesor y que pueden de alguna forma validar ese conocimiento..." (Ei – 29). CONCIENCIA.</i></p>	<p><i>"..Para los estudiantes el museo es un factor de motivación, por muchas razones de hecho de estar en un lugar diferente..."</i></p> <p><i>"El Museo puede ser un motivante al menos para el cambio de actitud frente a la enseñanza de la ciencia, lo que pasa es que no es único, pues de alguna forma al tener acceso a una información que no conocían o que no creían que podían tener ese acercamiento. También los motiva el hecho de que fueran cadáveres, en fresco, también los motivaba la idea de pensar que otra persona diferente a la profesora les iba hablar de lo que ellos estaban trabajando allá, en sus clases eso es claro, también les causaba motivación." (Eac – 59). CONCIENCIA.</i></p>

En la Ei se evidencia que la profesora considera el Museo como un espacio de motivación para sus estudiantes, por tratarse de una visita a un lugar diferente



del aula, es una experiencia novedosa para ellos, se presenta un cambio de contexto y un papel específico de las personas encargadas de dicho espacio. Igualmente valora el conocimiento del experto como un complemento de la explicación del profesor. Estas afirmaciones las entendemos como una toma de conciencia de la profesora sobre las posibilidades que le ofrece el Museo para enseñar el sistema circulatorio.

En contraste con los datos suministrados por la Eac se muestra que se modifica el estatus de esta idea acerca del Museo porque la profesora, además de pensar que es un recurso que favorece la motivación para el aprendizaje de los estudiantes, lo considera también como una fuente de información, como la posibilidad de acceder a otros conocimientos que los estudiantes no conocían, a muestras reales del cuerpo humano a los cuales no creían tener un acercamiento. Para ella, estas son, oportunidades que los motivan, los orienta hacia un cambio de actitud en su manera de aprender, ya que es otro espacio que estimula el aprendizaje.

### ***5.1.3.2. NECESIDADES PARA EL APRENDIZAJE.***

En este subcomponente, el conocimiento de la profesora es el que juega un papel importante a partir de su proceso de metacognición sobre el estatus de sus ideas.

Veamos a continuación los siguientes fragmentos:

<b>Relaciona los contenidos que ofrece el Museo con problemas actuales. (Ej. Salud)</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
<p>“...Me parece que el tema de la circulación humana es fundamental porque , los estudiantes, no tiene aún conocimiento a (...), no tener una alimentación sana por, ejemplo, tienen malos hábitos en el consumo de ciertas sustancias tanto psicoactivas, como sustancias que se acumulan en el organismo, tienen además pues, de estos malos hábitos, las posibilidades de contraer enfermedades como I.T.S, desconocimiento de la fisiología, con enfermedades como Infecciones de Transmisión Sexual (I.T.S)...” (Ei - 11). CONOCIMIENTO</p> <p>“...sistema circulatorio y al sistema digestivo generalmente no establecen relaciones entre ellos. Yo ya trabaje el sistema digestivo, por ejemplo y ellos, hablan de los alimentos, hablan de sustancias importantes, de los tipos de alimentos, hablan de moléculas, hablan de muchas cosas, pero nunca lo relacionan con el sistema circulatorio...” (Ei - 36). CONCIENCIA - CONOCIMIENTO.</p>	<p>“...Hicimos bastante énfasis en la parte de la arteriosclerosis. Porque, según lo que nos presentaba en el Museo, esta patología... (...) se podía dar en nuestro medio, en nuestra comunidad, y porque podía hacer el análisis desde la relación que ellos establecían con su propio cuerpo, con la salud, frente a la alimentación, frente al deporte o sea, los hábitos que ellos tenían...” (Eac - 3 y 4). CONOCIMIENTO.</p> <p>“...Venden los huevos para ir a comprar gaseosa, papitas, es donde queremos hacer énfasis, todo lo que estamos trabajando acerca de la arteriosclerosis, lo que trabajamos acerca de la salud en general, de la alimentación, está directamente relacionado con la vida de ellos...” (Eac - 48). CONOCIMIENTO.</p>

En la Ei se evidencia como la profesora orienta el aprendizaje hacia las necesidades de conocimiento para mejorar la salud, como un asunto preventivo, desde los problemas patológicos del sistema circulatorio a partir de las infecciones de transmisión sexual (ITS) y de origen nutricional como es la arteriosclerosis. Es claro, que la profesora conoce el contenido del Museo para relacionarlo con la temática, que piensa potenciar con el vínculo del Museo a la unidad didáctica.

En el fragmento de la Ei, observamos como la profesora hace referencia a que sus estudiantes no relacionan los sistemas a nivel de la fisiología humana en el caso de la relación entre el sistema digestivo y el circulatorio, para el buen funcionamiento del cuerpo, sino como dos sistemas aislados que no se afectan, como consecuencia de su enseñanza fragmentada. Se evidencia una conciencia y conocimiento por parte de la profesora al tener en cuenta estos factores para resolver su relación en el contexto del Museo.

De este modo, vemos cómo a partir de un contenido (el sistema circulatorio) se relacionan otros aspectos como la cultura, los hábitos, y la formación del ciudadano, para apropiarse ciertas conductas en el aprendizaje que ofrece este

espacio, el cambio de hábitos que generan comportamientos más saludables y preventivos reflejándose en una mejor calidad de vida.

Es inteligible entonces para la profesora, la posibilidad de modificar en función de la prevención, algunos hábitos alimenticios; para ella esta idea es consistente, tiene las bases para decidir y proyectar las consecuencias en el aprendizaje, con la idea de que el acto de enseñanza modifique hábitos en sus estudiantes.

<b>Reconoce el valor patrimonial que tiene el Museo para la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia.</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
	<p>“...Mis estudiantes son niños que pertenecen a una zona rural, de alguna forma están cerca de Medellín, no tienen acceso directo a esto .., pero son ciudadanos de esta comunidad, que tienen al menos, la posibilidad de acceder a este tipo de espacios. Entonces, yo lo que estaba tratando de explicar a los estudiantes, era el hecho de que es el ciudadano, la persona que accede a esa cultura a partir del deseo, del conocimiento, de una búsqueda que a pesar de que inicialmente la ciencias o al menos los museos de ciencias eran tan restringidos para una élite, en este caso ya habían sido abiertos para los estudiantes, para las personas en general .., y que debían ser aprovechados y apropiados como parte de la cultura tanto científica, como la cultura personal, la cultura de cada uno..” (Eac - 36). CONOCIMIENTO.</p>

En la información de la Eac se puede evidenciar que se modifica el estatus de las ideas de la profesora cuando destaca la importancia del contenido de la unidad didáctica sobre aspectos de la salud, para el contexto de los estudiantes. El conocimiento del Museo, presentado en las exposiciones le permite reconocer su valor patrimonial para la enseñanza y el aprendizaje. Este espacio se convierte en un generador de conocimientos y promotor de una cultura científica. Ella reconoce el valor de la información presentada y el carácter proyectivo del recurso para llegar al ciudadano, y fortalecer su propia cultura, en este caso, para que los estudiantes puedan modificar hábitos y tener una buena salud (Eac).

<b>Explica el uso del Museo para la enseñanza del sistema circulatorio.</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
	<p>“...Nosotros conocemos por la visita al Museo que hay un proyecto una investigación especial acerca de esta enfermedad, la idea es que vamos a colocar al niño en el contexto del Museo, donde obtenga la información de la arterioesclerosis y a partir de ahí, del conocimiento que ha venido desarrollando durante toda la unidad didáctica que haga aplicación del uso de este Museo....” (Ei - 24). CONOCIMIENTO Y CONCIENCIA.</p>

Es evidente en el fragmento de la Ei el conocimiento de la profesora sobre la información que ofrece el Museo acerca de una investigación expuesta sobre una patología (la arteriosclerosis), y considera conveniente poner en contexto al estudiante, para que aplique el conocimiento abordado en clase y así, se explique el concepto usando el Museo.

Es claro que la profesora toma conciencia al determinar que el Museo es un espacio que amplía y explica la información suministrada en el aula ya que en la visita le dio relevancia al módulo de la arteriosclerosis, como una de las patologías cercanas al contexto del estudiante para generar mejores hábitos y costumbres alimenticias.

## 5.2. PLAUSIBILIDAD.

Continuaremos el análisis con la condición de plausibilidad. Para esta, se identificaron en ambas entrevistas evidencias de los siguientes componentes y subcomponentes.

### COMPONENTES DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL Y DE LA METACOGNICIÓN, IDENTIFICADOS PARA LA PLAUSIBILIDAD.

<i>Componentes de la ecología conceptual de la profesora.</i>	<i>Subcomponente.</i>	<i>Componentes de la metacognición.</i>
CONOCIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.	- Estrategias específicas del tema Circulación Humana: Representación y actividades.	- Conciencia. - Conocimiento. - Monitoreo. - Regulación.

Encontramos que en el componente sobre el Conocimiento de las Estrategias para la Enseñanza, la Ecología Conceptual de la profesora se centra en el subcomponente de las Estrategias Específicas del tema Circulación Humana. Dentro de este subcomponente se encuentran evidencias referentes a representaciones y actividades de enseñanza.

En cuanto a las representaciones sobre la enseñanza, podemos decir, que estas tienen un valor cognitivo y psicológico, mientras que las evidencias que se relacionan en este apartado tienen que ver con las actividades que ella diseñó y aplicó. Sin embargo, cabe anotar que cada actividad se representa previamente a nivel psicológico, antes de concretarse en la descripción que hace de las mismas, por lo que se hace necesario mantener su relación.

Se observa que hay escasas evidencias en las entrevistas, sobre el conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias por parte de la profesora como se prevé en la Tabla N° 3 (p. 110) “Categorías para el análisis del estatus de las ideas de la profesora”. Esto lo atribuimos a que la profesora tiene un conocimiento profundo sobre la evaluación, adquirido a través de su formación continuada; sin embargo, aunque no lo expresa a nivel consciente, este opera de manera implícita y se encuentra inmerso dentro de las actividades que ella selecciona, con el fin de hacer comprensivo el aprendizaje de los contenidos sobre circulación, utilizando el Museo como recurso didáctico, como se puede observar en el siguiente fragmento:

*“La evaluación es un proceso que se halla dentro del desarrollo de toda la unidad, que no se está evaluando solamente, [...] conocimiento de los niños, sino que también se está evaluando la misma unidad didáctica, frente a las estimulaciones que se le están presentando, además de que se está evaluando el uso de cierto recurso[...], (Ei – 31) “...la evaluación como se presenta, dentro de la unidad busca también, un tipo de evaluación que permita la autoevaluación; que se den espacios para la coevaluación, [...] y que le permita al final al niño hacer una contrastación de lo que ha aprendido...” (Ei – 32).*

Su comprensión de la función pedagógica de la evaluación se ratifica en la Eac, veamos:

*“...la eva(...)..., valoración general hay que hacerla no tan general hay que mirarla y ser un poquito más específico, frente al aprendizaje, al final de la unidad es muy primordial el aprendizaje de los niños (...), pues, tuvimos la posibilidad de que ellos hicieran esa contrastación de lo que mencionamos inicialmente el hecho de que ellos hicieran evidente qué habían aprendido al respecto con su actividad inicial...”(Eac – 69).*

En cuanto a la investigación, al describir qué papel juega la metacognición en la modificación del estatus de las ideas respecto al uso del Museo como recurso para la enseñanza, es interesante observar que las evidencias tienden a relacionarse con el monitoreo de las actividades, de acuerdo con los contenidos del Museo, la selección según el contenido que presenta el Museo, la relación con el contenido específico (Circulación Humana), la organización de las actividades, la desmitificación de la creencias y las comparaciones que pueden presentarse en el Museo. Además, hay evidencias de los componentes de la metacognición como la conciencia, la regulación sobre los conocimientos de la profesora en las actividades a desarrollar dentro de la Unidad Didáctica.

A continuación realizamos el análisis de los resultados arrojados por las dos entrevistas. Para hacerlo, hemos considerado los apartes contrastantes de cada uno de los componentes.

Respecto a los conocimientos de las estrategias para la enseñanza, la profesora aporta evidencias sobre representaciones y acciones que se ha planteado. Veamos los siguientes fragmentos:

<i><b>El Museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</b></i>	
<i><b>Ei</b></i>	<i><b>Eac</b></i>
<p>“..La visita al Museo estaría en una etapa de reestructuración porque, allí ellos van a poder contrastar de forma física, [...] real lo que han visto durante el desarrollo de la unidad, gráficos [...], información que le presentan los expertos de la institución. (...) Y, a partir de allí, ellos harían una contrastación de conocimientos...” (Ei – 25). CONOCIMIENTO.</p>	<p>[Refiriéndose al color rojo de las arterias y azul de las venas] “...Obviamente pues es un [...] modelo que actualmente se presenta tanto en los libros de textos de ciencias como en el museo de ciencias, el Museo de Morfología y que los niños de alguna forma le hacen referencia cada vez que lo observan. El modelo es igual al que estamos discutiendo anteriormente, de unos conductos pintados en color rojo, de hecho simétricamente, por un lado, van los azules, y por el otro van los rojos indistintivamente, eh(...), el corazón como propulsor o como motor de todo este sistema y, hasta ahí queda...” (Eac – 66). CONOCIMIENTO – CONCIENCIA.</p>

En la Ei la profesora hace mención al ciclo del aprendizaje y en qué fase ha vinculado la actividad de la visita al Museo (estructuración y síntesis), igualmente describe las actividades a desarrollar en esa visita. Al contrastar con la Eac observamos que la profesora modifica el estatus de sus ideas porque hace más explícito el tipo de comparaciones que esperaba hacer, en el sentido de que tanto los libros de texto como el Museo, hacen uso de modelos

representativos, que no son tan reales, sino representaciones de los sistemas en este caso, el circulatorio.

Por lo anterior, en el proceso metacognitivo se ponen de manifiesto los componentes de conocimiento y conciencia en la profesora, enfatizando que es el modelo que actualmente se presenta tanto en los textos como en el mismo Museo.

<b><i>El Museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></b>	
<b>Ei</b>	<b>Eac</b>
<i>.Generalmente los libros de texto aíslan todos los órganos, los muestran como algo individual y a pesar de que en los montajes que se realizan en la unidad, perdón en el Museo se trata de dejar no solamente los órganos que hacen parte de esos sistemas, igual se sigue viendo como un todo se van viendo espacios, se van viendo lugares que a los niños los lleva como a pensar que eso no está aislado, una cosa de la otra...” (Ei - 35). CONOCIMIENTO – REGULACIÓN.</i>	<i>“...Lo que pasa es que [...], ellos ya fueron y observaron el corazón, ya miraron otras, [...] estructuras que hacen parte de este sistema, y también desde el funcionamiento, pudieron como aclarar algunas cosas o complementar de lo que se había hecho...” (Eac – 33). CONOCIMIENTO – REGULACIÓN “...Cuando nosotros nos enfrentamos, digamos un montaje como del sistema reproductor, para mí fue muy difícil de comprender, muy complejo. Yo pensaba, la comparación como tal sería muy difícil de establecer porque aquí no se ve el útero, no se ve como debería verse, uno no puede hablar de un tamaño, que ni siquiera son estructuras que se ven físicamente iguales o no poder hablar uno de colores, pues, porque los montajes allá, digamos, eh(...), tienen mucho tiempo, han perdido textura, han perdido color, entonces. Frente a esa parte de las comparaciones como tal, yo pienso, pues, que no se pueden establecer directamente...” (Eac – 53). REGULACIÓN.</i>

En este fragmento de la Ei, el proceso metacognitivo de la profesora se describe cuando expresa su conocimiento sobre el enfoque sistémico, que puede aprovecharse con la visita al Museo, para observar los órganos del sistema circulatorio como constituyentes de un sistema macro (cuerpo humano).

Igualmente, el papel regulador de la metacognición se expresa cuando la profesora reconoce que los montajes en el Museo deben ser leídos a través de una explicación de los sistemas, que aunque se presenten en el módulo de forma individual, hacen parte de una complejidad funcional.

Al contrastar con los fragmentos de la Eac, hay una modificación en el estatus de las ideas de la profesora ya que para ella, el Museo complementa la información de la clase, ayuda a reconocer estructuras desde otra perspectiva. Se evidencia que regula su conocimiento en la valoración del Museo, en cuanto le permite comparar estructuras y establecer relaciones órgano – sistema. En este sentido hace un análisis a partir de las comparaciones y la fragmentación de los sistemas, entiende que estos no pueden compararse de manera física y directa sino que requieren de una reinterpretación por parte del guía o de la profesora sobre las muestras que se presentan en el modulo por ejemplo el sistema reproductor. La regulación aparece cuando diagnostica formas de representación diferentes en el Museo, y pone en práctica un mecanismo de control que le guíe en la comprensión de esas representaciones; controla y cuestiona sus procesos cognitivos y reconoce en este fragmento cómo favorecer en los estudiantes comprensiones más amplias que ayuden a sus aprendizajes. Esta interpretación se ve afirmada por las siguientes evidencias:

<i><b>El museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</b></i>	
<i><b>Ei</b></i>	<i><b>Eac</b></i>
<i>“...En el Museo ellos van a ver, como están conectados [los sistemas], así que entre montajes diferentes van a poder ver esa conexión porque en el plano cuando se les muestran los dibujos a los niños lo que se hacen son unos órganos colocados de una manera, que puede ser la más estratégica para ser leída, pero que no es la real, la ubicación, los tamaños, algunos tamaños de ciertos órganos se tratan de maximizar en los libros para que puedan ser observados, y allá van a poder hacer una contrastación frente a eso..” (Ei - 36). CONOCIMIENTO - REGULACIÓN.</i>	<i>“...El por qué esa nomenclatura [Arterias rojas, venas azules], por qué creían ellos que era así. ¿cierto? Cuando ya fuimos nosotros al Museo, en este punto específicamente, los niños fueron y me dijeron: “pero es que este no es tampoco real”, “pero mire profe que es que aquí lo pintan de rojo y de azul”. Esta fue una de las observaciones, que es que lo pintan de rojo y azul..., entonces le preguntaron a la guía y ella les dijo: “es que este fue realizado, este no es real. De hecho, el sistema circulatorio, a nivel real no se puede, observar, no se puede aislar, porque son un conjunto de túbulos que llegan a niveles microscópicos, en la parte capilar. Entonces no lo podemos, aislar de los otros sistemas, como habíamos hecho con los montajes anteriores”. Les dijo que había sido hecho dentro del Museo, para mostrar, para tratar de reflejar cómo era el sistema circulatorio, entonces desde esta perspectiva, por ejemplo, a nivel de lo que son los conductos, ellos tienen todavía la imagen de los libros de texto. Por eso, fue lo que ellos vieron en el Museo, ellos vieron esa diferencia como tal. ....” (Eac - 33). CONOCIMIENTO – REGULACION.</i>

Se evidencia en el fragmento de la Ei, que la profesora tiene conocimiento del Museo y de los textos de ciencias que muestran ilustraciones del sistema circulatorio y hace regulación cuando compara la información de los dibujos y la presentada en el Museo, la idea de cómo son presentados y dibujados los órganos del sistema en los libros de texto, sobre el tamaño, ubicación y colores



de las estructuras. En función de esta comprensión, decide qué actividades proponer a sus alumnos.

Al contrastar con el fragmento de la Eac, encontramos que hay una modificación del estatus de sus ideas al hacerlas más explícitas, al decir que el Museo para ella, es otro escenario de aprendizaje, otra forma de representación en otro contexto, diferente a los planteados en el aula (Ei) y luego, considera que el Museo con sus montajes del sistema circulatorio, utiliza modelos representativos que deben ser interpretados por la profesora para mejorar las comprensiones de los estudiantes sobre los montajes reales.

<b><i>El Museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></b>	
<b>Ei</b>	<b>Eac</b>
<p><i>“...La propuesta de la visita al Museo, sería en el caso personal, lo novedoso de la unidad. Una de las propuestas es que los niños tengan una guía que tengan un documento en el que ellos lleven de forma gráfica la información que se les ha presentado en el transcurso de la unidad didáctica y que ellos puedan hacer una observación directa de cómo los libros de texto presentan los sistemas y cómo se pueden ver en el museo...” (Ei - 34). CONOCIMIENTO – MONITOREO.</i></p>	<p><i>“...Tomé la decisión de no permitirles entrar o sea, no recordarles que entraran la guía, yo obvié esta parte. Porque de pronto, pues, a ellos, no les nació en ese momento, tenerla y hacerle un seguimiento explícito al trabajo como yo lo había planeado. También pensé que de pronto, frente a la riqueza que nos presenta este tipo de muestra, la guía podría limitarlos. Se hizo con un objetivo muy específico. Pero en esa medida, yo sí me hice conciente antes de entrar de que ninguno la había entrado, porque entraron sin lápices, sin guía, entraron, así libremente, en ese momento tomé esa decisión... Quise que fuera así para... (...) de pronto aprovechar posteriormente el trabajo con esta misma guía...” (Eac – 10). CONOCIMIENTO – MONITOREO.</i></p> <p><i>“...Más que todo he orientado al hecho de que no tuvieran que ceñirse a algo que ya estuviera establecido, sino que de alguna forma, fuera más libre. Porque a veces yo les presenté en la guía a los estudiantes unas estructuras, pues, que ellos debían, tratar de observar en los montajes que allí se presentaban. Entonces en esa medida, pensé que se le podía quitar riqueza, que (...) ellos hicieran otro tipo de observaciones, por estar ceñidos a ellas....” (Eac- 11) CONCIENCIA.- CONOCIMIENTO.</i></p>

Encontramos en el fragmento de la Ei que la profesora planea la visita al Museo a través de una guía, documento orientador para contrastar entre otras actividades la representación de los textos y gráficos con los objetos reales que muestra el Museo, y sus respectivas características. Se observa a nivel metacognitivo, que ella monitorea y tiene conocimiento de la actividad, antes y durante la visita, dado que reconoce las condiciones de la guía en relación con la oferta del Museo y por eso, decide modificar la actividad prescindiendo de este recurso.

Al respecto encontramos que la profesora modifica el estatus de sus ideas en cuanto prevé en la Ei, que los estudiantes requieren de una guía, pero en la Eac, considera que no es lo esencial, para darle relevancia a la observación. La profesora es consciente del conocimiento que tiene de su grupo, al tomar la decisión de no recordar el uso de la guía a los estudiantes.

Consideramos importante analizar los fragmentos que se presentan a continuación porque solo aparecen evidencias en la (Ei).

<i>Selecciona y elige las actividades según el contenido que presenta el recurso del Museo.</i>	
<b>Ei</b>	<b>Eac</b>
<p><i>“...Los tipos de actividades son variadas en la medida que en (...) encontramos actividades en las que la lectura es bastante importante, uso de mapas conceptuales, el uso del Museo como una estrategia para el aprendizaje de las ciencias y también la parte experimental (...) que es, pues, bastante importante...” (Ei - 9). CONOCIMIENTO.</i></p> <p><i>“...las estrategias de aprendizaje están muy relacionadas (...) a esa adquisición de conocimientos a partir de conocimientos previos (adquisición suena como muy, no es la palabra adecuada) (...), que los niños aprendan a partir de un conocimiento que ya tienen....” (Ei - 15). CONOCIMIENTO.</i></p> <p><i>“...Los recursos que nos presenta la Institución, a nivel de medios audiovisuales tales como: videos, presentaciones en videobeam, los recursos por parte del profesor ¿cierto? la lectura común en los recursos fundamentales que a nivel institucional es algo que ya esta inculcado dentro del proyecto educativo institucional y, adicionalmente entonces, sería el recurso del Museo...” (Ei - 18).</i></p> <p><i>“...Otra actividad experimental que vamos a utilizar con dos objetivos principalmente, es la de trabajar sobre la presión arterial. En ese trabajo entonces, sería que los niños hicieran ciertas actividades físicas, enseñarles a medir la presión arterial y a partir de ahí trabajarla....., seguir, pues con el desarrollo del trabajo sobre la arteriosclerosis, y..... este tipo de enfermedades del sistema circulatorio y además la parte, ya, procedimental, el uso de datos, el trabajo con los datos y todo eso, que requiere, digamos de alguna forma, cierta manipulación, sobre todo de datos y...” (Ei - 49) CONOCIMIENTO</i></p>	

En estos fragmentos de la Ei, la profesora reconoce el uso de estrategias de aprendizaje dentro de una gama de alternativas pertinentes con los contenidos temáticos, considerando lo que saben los estudiantes; igualmente revisa los recursos logísticos de la Institución Educativa donde labora, considera el uso del Museo como recurso y como otro espacio para aprender; y expresa la importancia de la aplicación de actividades sobre los contenidos relacionados con la arteriosclerosis, por ejemplo, aprender a medir la presión arterial, el uso y registro de datos. A nivel metacognitivo presenta un conocimiento sobre el uso de las estrategias de enseñanza y las anticipa en función de que las actividades procuren aprendizajes más efectivos en los estudiantes.

No se encuentran evidencias en la Eac respecto a modificaciones del estatus de las ideas sobre el Museo, creemos que es porque estas ideas siguen siendo las mismas luego de la aplicación de la unidad Didáctica. La formación de la profesora le permitió comprender el Museo como recurso del mismo nivel que otros de la Institución Educativa, cuando expresa:

*“uso de mapas conceptuales, el uso del Museo como una estrategia para el aprendizaje de las ciencias y también la parte experimental”, “Los recursos que nos presenta la Institución”, “adicionalmente entonces, sería el recurso del Museo...”*

<b>Relaciona el contenido específico (Sistema Circulatorio) y el contenido que ofrece el Museo de Ciencias.</b>	
<b>Ei</b>	<b>Eac</b>
	<i>“...Yo conocía, el material respectivo que se presentaba en el módulo, el módulo de la parte del sistema circulatorio. A partir de eso, entonces, la unidad didáctica...” (Eac – 2). REGULACIÓN.</i>

En este fragmento de la Eac encontramos cómo la profesora reconoce que a partir del conocimiento de las exposiciones que se presentan, es posible establecer una relación temática entre el contenido específico y el contenido que ofrece el Museo y así diseñar una unidad didáctica, y lo vincula como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje del tema en sus estudiantes. Se evidencia un proceso regulador a nivel metacognitivo, al establecer una relación de los contenidos entre dos espacios totalmente diferentes como el aula y el museo, mediante un contenido específico. Es posible que esta idea no fuera tan explícita para ella, durante la Ei y por eso, no hay evidencias contrastantes.

<b>Usa el Museo para desmitificar las creencias y visiones cotidianas acerca de las ciencias.</b>	
<b>Ei</b>	<b>Eac</b>
	<i>“...Entonces, a eso era lo que yo me refería, son representaciones eh(...), los modelos, que de alguna forma los médicos, los científicos, han hecho acerca de esto, pero que no necesariamente correspondía directamente a lo que era la realidad que muchas veces los dibujaban así, pero que generalmente los órganos estaban antepuestos unos de otros. [Era] entonces, para poder aislar los sistemas...[y estudiarlos]” (Eac – 44) CONCIENCIA – REGULACIÓN.</i>
	<i>[El Museo] “...Pero es una forma, un modo de ver, la forma de presentar otro tipo de visión frente a lo que generalmente se ve porque, cuando los niños van a ver un sistema cualquiera, lo van a ver aislado, lo van a ver generalmente simétrico en algunos casos, lo van a ver coloreado [en los textos] y allí [en el Museo] pues queda difícil. Establecer y eso, de hecho, personalmente todavía me queda algunas dificultades cuando me enfrente a este tipo de montaje...” (Eac – 53).CONCIENCIA – REGULACIÓN.</i>

Se evidencia que la profesora reconoce la importancia del Museo como un espacio que presenta otro tipo de contenidos. Además, lleva a cabo una toma de conciencia y regulación cuando reconoce las dificultades de comparar las imágenes de los textos con los montajes del Museo, porque para ella es más común ver las representaciones en los libros de textos, y enfrentar este tipo de montajes requiere de una adecuada interpretación.

Se observa en la Eac, que la profesora modifica la idea de bidimensionalidad que presentan los libros de textos por la de tridimensionalidad en la exposición del Museo. Se presenta una regulación del conocimiento de la profesora para desmitificar ciertas creencias y visiones que los libros e imágenes muestran del sistema circulatorio y de otros sistemas.

<i>Organiza las actividades didácticas de acuerdo a los temas que se presentan en el Museo.</i>	
<i>Ei</i>	<i>Eac</i>
<i>"...Van a empezar a desarrollar unas actividades que van a ir alrededor de esa visita al Museo, me explico: por ejemplo tenemos una actividad (...) de aplicación, que es acerca de la arteriosclerosis....." (Ei - 23). CONOCIMIENTO – MONITOREO.</i>	

La profesora considera la visita al Museo dentro de la fase de aplicación de la secuencia de enseñanza. Ella identifica qué le ofrece el Museo y en función de ello, decide la organización de las actividades durante la visita. Además, esta nueva idea es plausible porque la profesora la ve realizable, tangible al organizar y secuenciar sus actividades sobre un tema determinado. A nivel metacognitivo ella conoce muy bien las actividades y las monitorea dentro de la planeación de su unidad didáctica. No hay evidencias en la Eac, porque el estatus de la idea de incorporar el Museo en la secuencia de enseñanza, no parece modificarse, no obstante, los resultados indican un alto nivel de plausibilidad.

### 5.3. FRUCTIBILIDAD.

El capítulo de análisis de los resultados finaliza con lo relativo a la condición de fructibilidad en la Ecología Conceptual de la profesora. Se identificaron evidencias de los siguientes componentes y subcomponentes.

#### COMPONENTES DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL Y DE LA METACOGNICIÓN, IDENTIFICADOS PARA LA FRUCTIBILIDAD.

<i>Componentes de la Ecología Conceptual de la profesora.</i>	<i>Subcomponentes.</i>	<i>Componentes de la metacognición.</i>
EFICACIA DEL PROFESOR.	- Contexto específico.	- Evaluación. - Regulación. - Conciencia. - Conocimiento.

Los resultados muestran que el componente “Eficacia del Profesor” en la Ecología Conceptual de la profesora, se centra en el subcomponente del Contexto Específico (el impacto de los aspectos políticos, sociales y culturales en el aprendizaje de las ciencias). En cuanto a la metacognición, encontramos evidencias de conocimiento, conciencia, regulación y evaluación de las actividades. Para el caso de la fructibilidad, encontramos muy pocas evidencias, en consonancia con la literatura sobre cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia escolar. Dicho de otro modo, los resultados sobre la inteligibilidad de una idea suelen ser los más numerosos y se van reduciendo a medida que la idea pasa a ser plausible y luego fructífera (ver tabla Nº 4 p. 137 “Resultados obtenidos sobre las modificaciones del estatus de las ideas de la profesora”).

#### 5.3.1. EFICACIA DEL PROFESOR.

##### 5.3.1.1. CONTEXTO ESPECÍFICO.

*(El impacto de los aspectos políticos, sociales y culturales en el aprendizaje de las ciencias).*

En cuanto al conocimiento del contexto específico de la enseñanza (el espacio del Museo), se evidencia la subcategoría de “El impacto de los aspectos políticos, sociales y culturales en el aprendizaje de las ciencias”. Aparecen dos evidencias: la primera, relaciona la enseñanza en el Museo con el contexto del aprendizaje, es decir, el grado en el cual se imparten las clases, los intereses de los estudiantes, el lugar de donde proceden los estudiantes y la Institución Educativa. Se observa el impacto social de los estudiantes de un pueblo que no están en posibilidad de estar continuamente yendo a los museos para aprender ciencias.

La segunda, referencia la utilización del recurso Museo en la explicitación del contenido (sistema Circulatorio), como un impacto cultural en el aprendizaje de las ciencias.

Al respecto las evidencias sobre el contexto específico, permiten explicar cómo la profesora tiene un conocimiento de lo que puede enseñar en el Museo con relación a las condiciones del contexto de los estudiantes, al considerar que son niños del campo, con ciertas características pero con posibilidades de aprender ciencias en otros espacios (contexto del Museo). Igualmente, utiliza el Museo para dar explicaciones de los contenidos en el aprendizaje a través de las experiencias y los hábitos alimenticios, los evalúa teniendo en cuenta las posibilidades de aprendizaje en el Museo y el impacto sobre los estudiantes para mejorar su nutrición, se evidencia ese impacto cultural en el aprendizaje de los estudiantes, en el sentido, de que estaban habituado a otras formas de aprender ciencias y esta experiencia es motivadora y trascendental en sus vidas y se visualiza un interés por optimizar sus condiciones alimenticias a través del conocimiento inmediato dado en el museo, mediante otro tipo de representaciones.

Respecto a la eficacia, la profesora aporta evidencias del contexto específico que se ha planteado con relación de la enseñanza en el Museo y el contexto del aprendizaje. Veamos los siguientes fragmentos:

<b>Relaciona la enseñanza en el Museo con el contexto del estudiante considerando aspectos sociales y culturales del aprendizaje</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
<p>“... ¿Cómo lo voy a utilizar? No es, (...), eh, eh, (...) es conocido que el cambio de espacio, de lugar, de ambiente para el niño, digamos, para el niño o al menos para los estudiantes de la institución en la que yo laboro es un motivante fundamental frente al aprendizaje, ” (Ei – 21). CONOCIMIENTO.</p>	<p>“...Estos niños con los que yo trabajo, son jóvenes que son de una zona rural. La escuela les ha presentado de alguna forma el aprendizaje sólo en el aula de clase...” (Eac – 14). CONOCIMIENTO- EVALUACIÓN.</p> <p>“...Que de pronto estaban un poquito agotados cuando trabajamos esa parte, pero digamos, que a pesar de esto el museo podía ser un recurso para poder aprender ciencias en un espacio diferente al aula de clase...” (Eac – 17). CONOCIMIENTO- EVALUACIÓN.</p>

En la Ei, se evidencia en la profesora un reconocimiento del valor del Museo como espacio motivante para el aprendizaje del contenido, y cómo puede utilizarse este recurso para relacionar aspectos conceptuales del tema con aprendizajes para la vida, al ir más allá del aula, lugar donde han recibido los conocimientos sobre el tema sistema circulatorio. Se muestra un conocimiento de la profesora que piensa que los cambios de ambientes son factores importantes que inciden en el aprendizaje de sus estudiantes, asimismo, hace relevancia al contexto específico de la enseñanza de los niños, lo que implícitamente se evidencia que social y culturalmente los niños no estaban habituado a este tipo de ambientes o espacios de aprendizaje diferentes a los del aula de clases.

En la Eac, se muestra como la profesora no modifica sustancialmente el estatus de sus ideas sobre la motivación que genera la visita al Museo, al considerar que otros espacios diferentes a los utilizados pueden favorecer el aprendizaje de sus estudiantes, desde propuestas diferentes al aula de clases y en este sentido evalúa la potencialidad del nuevo contexto. Además, focaliza la enseñanza de las ciencias a un grupo de estudiantes con características particulares.

<b>Reconoce la importancia del Museo de Ciencias como un espacio de enseñanza y aprendizaje y de enculturación científica.</b>	
<b>Ei.</b>	<b>Eac.</b>
	<p>“...el Museo, es el medio para que la comunidad conozca este tipo de información que es importante para la ciudadanía y para las personas que en estos momentos visitan este tipo de institución ya que también es un medio de divulgación, de formación científica...” (Eac – 28). REGULACIÓN – EVALUACIÓN.</p> <p>“...yo he tenido un proceso de aprendizaje sobre este uso de los museos que me ha permitido, de alguna forma apropiarlo como espacio cultural, en este caso de cultura científica, que puede ser apropiado, aprovechado y que pertenece a toda una sociedad...” (Eac – 36). CONCIENCIA – REGULACIÓN.</p>

En la Eac, se observa que la profesora hace énfasis en el valor del Museo como espacio de divulgación científica y que es la primera vez que lo define así, aprende a usarlo y reflexiona sobre ello. Es interesante tener en cuenta cómo la profesora evalúa la visita al Museo destacando el potencial que este ofrece al servicio del ciudadano común y lo reconoce en dimensiones que van más allá de las visitas que se hacen para ver las exposiciones.

Se evidencia en la profesora un proceso de regulación y de conciencia desde la metacognición, cuando menciona que ella misma ha aprendido a ver el museo como espacio de cultura científica y esta es una de las razones por las cuales, pensamos que la idea ha ganado estatus por su fructibilidad.

<i>Evalúa el recurso del Museo por su potencial e impacto en la sociedad.</i>	
<i>Ei.</i>	<i>Eac.</i>
<i>"...Obviamente, que al ir hablar con el guía sobre ciertas orientaciones.... sobre lo que necesitamos nosotros del Museo, lo que requerimos frente a ese conocimiento. Pero la post-visita no va a hacerse en una sola clase, sino que se va a remitir a todas las actividades que vayan a través de... terminar el desarrollo de la unidad..." (Ei - 48). CONOCIMIENTO-REGULACIÓN.</i>	<i>"...Yo pienso que uno de los principales problemas o dificultades que tuvimos más que todo en la ejecución de la unidad está relacionado con esta asesoría que pedía, o ese vínculo que debía existir entre el guía del Museo y la profesora encargada del curso. ..." (Eac - 76). CONCIENCIA - EVALUACIÓN.</i>
	<i>"...Yo pienso que lo importante es establecer una relación, muy profunda, muy estrecha con los museos de ciencias, para cuando lleguemos allá, no improvisar, no estar usando mecanismos de último momento, para facilitar las cosas a los estudiantes..." (Eac - 79). CONCIENCIA - EVALUACIÓN.</i>

En este fragmento de la Ei, la profesora relaciona la coordinación de la visita al Museo, el contacto con el guía, el conocimiento de los requerimientos para desarrollar los contenidos. Encontramos regulación sobre las actividades correspondientes a la post-visita y su relación con todas las actividades como retroalimentación permanente. Considera que el museo tiene un potencial e impacta en la sociedad educativa en el aprendizaje, en lo que muestra en sus módulos de una manera real.

En la Eac, encontramos evidencias sobre cómo la profesora modifica el estatus de sus ideas sobre la perspectiva del uso del Museo, al considerar que las visitas deben estar bien coordinadas para que surtan efectos positivos en la enseñanza de forma adecuada y efectiva de acuerdo con la intención y planeación, para no improvisar. Esto podría relacionarse con su eficacia como



profesora al organizar la visita. Por lo tanto, es consciente de las dificultades y sugiere establecer una relación estrecha entre el guía del Museo y la profesora encargada del grupo. Visto así, ella evalúa la coordinación y el vínculo con el guía del museo para que sea mejorada en próximas oportunidades. Igualmente valora el impacto que tiene el espacio museal sobre las personas que lo visitan tal como el caso de sus estudiantes, que aprendieron cosas novedosas y comprendieron como está formado el sistema circulatorio, aspecto que no lo menciona, pero que es implícito si lo consideramos como eficacia por parte de la profesora.

El proceso de regulación sobre la fructibilidad en este fragmento (Eac), se presenta en la profesora cuando piensa qué comportamientos son los eficaces para utilizar el Museo como recurso de aprendizaje; cuando expresa el control sobre las actividades y tareas que desarrollaron los estudiantes antes y durante la visita.

La siguiente tabla (Nº 4), relaciona los datos empíricos que muestran las evidencias contrastantes de las dos entrevistas (inicial y de autoconfrontación cruzada), que permite mostrar cómo la profesora modifica sus ideas cuando utiliza el museo en la enseñanza del sistema circulatorio y cómo aprende a enseñar las ciencias. La tabla muestra en la primera columna el estatus de las ideas, en la siguiente se encuentran los componentes de la ecología conceptual resaltado en negrita las categorías y en las últimas dos columnas las entrevistas (inicial y de autoconfrontación cruzada). Se resaltan en los segmentos de las mismas los componentes del proceso metacognitivo.

TABLA 4 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LAS MODIFICACIONES DEL ESTATUS DE LAS IDEAS DE LA PROFESORA.

[Adaptado de D. F. Treagust, & R. Duit. (2008)].

ESTATUS	ECOLOGÍA CONCEPTUAL.	ENTREVISTA INICIAL	ENTREVISTA DE AUTOCONFRONTACIÓN CRUZADA
INTELIGIBILIDAD	COMPONENTES.	<p><b><i>Explica el uso del Museo para la enseñanza del sistema circulatorio.</i></b></p> <p>“La unidad didáctica no fue concebida directamente para el grupo en el que yo voy a trabajar sino que ha tenido, a partir de este momento una reformulación, una recontextualización y además, (...) una, eh, eh un enriquecimiento frente a otras herramientas para la enseñanza por ejemplo, en este caso sería el uso del museo de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, que es una de las propuestas que hay que integrar dentro de la unidad didáctica...” (Ei - 5). <b>CONCIENCIA.</b></p> <p>“..... La propuesta de utilizar el Museo Morfología surge a partir de la necesidad, digamos de tipo metodológico, dentro del trabajo de la investigación como una propuesta, pero como dije inicialmente la unidad didáctica no fue concebida inicialmente alrededor del uso del museo, sino que museo se hizo una integración posterior al desarrollo de esa, al desarrollo de la unidad didáctica...” (Ei – 20). <b>CONCIENCIA.</b></p>	<p><b><i>Reflexiones de la profesora sobre su propia comprensión del uso del Museo.</i></b></p> <p>“...yo no había hecho uso del museo y que yo apenas estaba aprendiendo sobre museos para la enseñanza... pues estaba aprendiendo acerca de los usos del museo para la enseñanza y poder apropiarme de estos y a partir de estos tipos de espacios enseñar ciencia...”. (Eac – 36). <b>REGULACIÓN.</b></p>
	<p>ORIENTACIÓN DE LA ENSEÑANZA.</p> <p><b><i>Creencias sobre el propósito de la enseñanza.</i></b></p>		

<p>INTELIGIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>ORIENTACIÓN DE LA ENSEÑANZA.</p> <p><i>Creencias sobre el propósito de la enseñanza.</i></p>	<p><b>Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos.</b></p> <p>“.....Me parece que es, digamos un recurso impactante, porque el museo nos ofrece en fresco (...), cadáveres, partes de cadáveres, cortes que de pronto, para un adulto de cierto conocimiento, puede ser muy bonito. En los niños puede ser impactante, pero igual, va a permitir, hacer la diferencia entre lo que se presenta en los libros de texto”. (Ei – 26).</p> <p><b>CONCIENCIA</b></p>	<p><b>Reconoce el valor patrimonial que tiene el Museo para la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia.</b></p> <p>“..Una de las cosas donde hicimos énfasis es la de que no solamente en el aula se aprendía ciencias, no sólo de los libros se aprendía ciencias, sino que podía haber otro tipo de acercamientos al aprendizaje, no solo basados en que era una exposición de un profesor, las lecturas de un libro, sino que se nos podía presentar espacios, digamos...de otro tipo, frente a lo que (...) digamos, presento yo,..” (Eac – 14).</p> <p><b>REGULACIÓN Y CONOCIMIENTO.</b></p> <p><b>Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos.</b></p> <p>“...Haber, digamos, lo (...) de la parte de los montajes en vivo.., en fresco, estos frescos que nos presenta el museo, son digamos, cosas a las que los niños no tienen acercamientos. Les decía a esos niños que algunos no tienen por decir algo, parabólica, porque si es para ver cortes de cadáveres, muchas, la televisión presenta mucho este tipo de información, pero estos niños no tienen acceso a eso. Entonces, cuando me refiero a eso, es mirar otro tipo de instrumentos, otro tipo de información que de hecho no la podemos ver en el aula lo que es en sí la parte física del cuerpo humano.....” (Eac -20)..</p> <p><b>CONCIENCIA.</b></p> <p><b>Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos.</b></p> <p>“...El objetivo general era también mirar este museo o sea, qué tipo de información presentaban, ya hablamos por ejemplo, que presentaban investigaciones que presentaban los montajes, presentaban información a nivel general, también con respecto a los tipos de técnicas, que se utilizaron algunos instrumentos y entonces, eran también como mirar esa parte qué información se puede encontrar en los museos, qué información divulgan los museos...” (Eac – 39).</p> <p><b>CONCIENCIA.</b></p>
------------------------	--	--	--

INTELIGIBILIDAD	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>ORIENTACIÓN DE LA ENSEÑANZA.</p> <p><i>Creencias sobre el propósito de la enseñanza.</i></p>	<p><b>Relaciona los contenidos que ofrece el Museo con problemas actuales (Ej. Salud).</b></p> <p>“...Enseñar ciencias está muy enfocada hacia la calidad de vida que el alumno pueda tener a partir de conocimientos (...). Me explico: en la medida que el conocimiento de los estudiantes generalmente, (...) lo ven como algo que ellos van acumulando.” (Ei – 11). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>“... ¿Qué pretendemos nosotros con estas actividades? Obviamente, que los niños conozcan acerca de la propiedades de la sangre, que no solo vean que es un fluido de color específico, que tiene muchos tipos de células y que cumple muchas funciones dentro del organismo y cómo pueden, digamos mantenerlo, cómo pueden cuidarlo. Y cómo funciona como sistema de forma adecuada...” (Ei – 42). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>“..La visita al Museo, pues ya les mencione más o menos cual es el objetivo...además de lo que vamos a trabajar con un especialista en el área de la salud, también mirar la parte de la salud, de la arteriosclerosis, que es como digamos, es donde nos vamos a focalizar. Frente al buen mantenimiento de ese sistema circulatorio. ¿Sí? Y Obviamente la post-visita en una...” “...Ahora, la post-visita no la vamos a realizar en una sola actividad, como decir, Ah...no entonces, de una clase, donde vamos a hablar del museo y lo que vimos allá, no. A partir de esa visita al museo, entonces vamos a profundizar unas actividades que, siempre vamos a tratar de remitirla a eso que trabajamos allá ¿si?..” (Ei – 46, 47). <b>CONOCIMIENTO.</b></p>	<p><b>Relaciona los contenidos que ofrece el Museo con problemas actuales (Ej. Salud).</b></p> <p>“...La unidad didáctica está relacionada directamente con el sistema circulatorio y salud. A partir de ahí entonces, empezamos a hacer un análisis desde la planeación de esas posibles patologías que se podían presentar en el sistema circulatorio, en especial aquellas que se dan en nuestra comunidad. Y utilizando la información que se tenía del museo, entonces, se hizo la planeación...” (Eac – 2). <b>CONOCIMIENTO</b></p> <p>“...Tuvieron en cuenta, por ejemplo, la arteriosclerosis al final, cuando hablaron de alimentación, en esta actividad final, de aplicación y ellos colocaron una parte, yo les dejé que hicieran un texto libre, hablaron acerca de la salud, de lo que hemos trabajado en el Museo. Y ahí también hubo riquezas porque, la aplicación de esta información...” (Eac – 74). <b>CONOCIMIENTO – REGULACIÓN.</b></p>
-----------------	--	---	---

INTELIGIBILIDAD	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTO SOBRE COMO ENTIENDEN LAS CIENCIAS LOS ESTUDIANTES.</p> <p><i>Motivación para el aprendizaje.</i></p>	<p><b>Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos.</b></p> <p>“..Una motivación, que nazca a partir de la importancia de conocer estos espacios, como yo, ya conozco el museo, yo puedo decirle a los niños qué hay en ese Museo como una propuesta...” (Ei – 22)</p> <p><b>CONCIENCIA</b></p> <p>“...Y es muy importante, además de la parte motivacional, además de la parte digamos experiencial, de las experiencias, esa experiencia que ellos van a tener y ver que se le presente conocimiento por una persona diferente a su profesor, eso también me parece muy interesante el hecho de que un experto le esté explicando cosas que de pronto, ya pudieron haber visto con su profesor y que pueden de alguna forma validar ese conocimiento...” (Ei – 29).</p> <p><b>CONCIENCIA</b></p>	<p><b>Considera las posibilidades que ofrece el Museo para enseñar determinados contenidos.</b></p> <p>“..Para los estudiantes el museo es un factor de motivación, ¿sí? por muchos, muchas razones de hecho de estar en un lugar diferente...”</p> <p>“...Museo puede ser un motivante al menos para el cambio de actitud frente a la enseñanza de la ciencia, lo que pasa es que no es único, si el hecho de ellos, pues de alguna forma al tener acceso a una información que no conocían o que, aun ellos no creían que podían tener ese acercamiento. También los motiva el hecho de que fueran cadáveres ¿cierto?, en fresco, también los motivaba la idea de pensar que otra persona diferente a la profesora les iba hablar de lo que ellos estaban trabajando allá, en sus clases eso es claro; también les causaba motivación.” (Eac – 59).</p> <p><b>CONCIENCIA</b></p>
-----------------	---	--	--

INTELIGIBILIDAD	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTO SOBRE CÓMO ENTIENDEN LAS CIENCIAS LOS ESTUDIANTES.</p> <p><i>Necesidades para el aprendizaje</i></p>	<p><b>Relaciona los contenidos que ofrece el Museo con problemas actuales (Ej. Salud).</b></p> <p>“...Me parece que el tema de la circulación humana es fundamental porque a partir del desconocimiento de este, este sistema,(...) en ¿sí? de la fisiología humana, los estudiantes, eh no tiene aún conocimiento a (...) a partir, no tener una alimentación sana por ejemplo, tienen malos hábitos en el consumo de ciertas sustancias tanto psicoactivas, como sustancias que se acumulan en el organismo, tienen además pues, de estos malos hábitos, eh, el, la posibilidades de contraer enfermedades como I.T.S desconocimiento de la fisiología, con enfermedades como Infecciones de Transmisión Sexual (I.T.S)...” (Ei – 11). <b>CONOCIMIENTO</b></p> <p>“...sistema circulatorio y al sistema digestivo generalmente no establecen relaciones entre ellos. Yo ya trabaje el sistema digestivo, por ejemplo y ellos hablan de los alimentos, hablan de sustancias importantes, de los tipos de alimentos, hablan de moléculas, hablan de muchas cosas, pero nunca lo relacionan con el sistema circulatorio...” (Ei – 36). <b>CONCIENCIA - CONOCIMIENTO.</b></p>	<p><b>Relaciona los contenidos que ofrece el Museo con problemas actuales (Ej. Salud).</b></p> <p>“...Hicimos bastante énfasis en la parte de la arteriosclerosis. Porque, según lo que nos presentaba en el museo, esta patología la que... (...) y se podía dar en nuestro medio, en nuestra comunidad, y porque podía hacer el análisis desde la relación que ellos establecían con su propio cuerpo, con la salud. Frente a la alimentación, frente al deporte o sea, los hábitos que ellos tenían...” (Eac - 3 y 4). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>“...Venden los huevos para ir a comprar gaseosa, para ir a comprar papitas, ¿sí? Ahí es donde queremos hacer énfasis, lo del, lo del, digamos, todo lo que estamos trabajando acerca de la arteriosclerosis, lo que trabajamos acerca de la salud en general, de la alimentación, está directamente relacionado con la vida de ellos...” (Eac – 48). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p><b>Reconoce el valor patrimonial que tiene el Museo para la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia.</b></p> <p>“...Mis estudiantes son niños que pertenecen a una zona rural, eeh(...), que, digamos, de alguna forma están cerca de Medellín, no tienen acceso directo a esto .., pero ellos son ciudadanos de esta comunidad, que tienen de alguna forma, eeh,(...) por decirlo así..., derecho, o tienen al menos, la posibilidad de acceder a este tipo de espacios. Entonces, yo lo que estaba tratando de explicar aquí a los estudiantes, era el hecho de que eeh(...), pues, es el ciudadano es la persona que accede a esa cultura a partir del deseo, del conocimiento, de una búsqueda que a pesar que inicialmente la ciencias o al menos los museos de ciencias eran tan restringidos para una élite en este caso ya habían sido abiertos para los estudiantes, para las personas en general .., y que debían ser aprovechados y apropiados como parte de la cultura tanto científica, como la cultura personal, la cultura de cada uno..” (Eac - 36). <b>CONOCIMIENTO.</b></p>
-----------------	---	---	---

INTELIGIBILIDAD	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTO SOBRE CÓMO ENTIENDEN LAS CIENCIAS LOS ESTUDIANTES.</p> <p><i>Necesidades para el aprendizaje</i></p>	<p><b><i>Explica el uso del Museo para la enseñanza del sistema circulatorio.</i></b></p> <p>“...Nosotros conocemos por la visita al museo que hay un proyecto una investigación especial acerca de esta enfermedad, entonces la idea es que vamos a colocar al niño en el contexto del Museo, donde obtenga la información de la arterioesclerosis y a partir de ahí, del conocimiento que ha venido desarrollando durante toda la unidad didáctica que haga aplicación del uso de este Museo....” (Ei – 24).</p> <p><b>CONOCIMIENTO Y CONCIENCIA.</b></p>	
-----------------	---	---	--

<p>PLAUSIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</p> <p>Estrategia específica del tema:(Circulación Humana)</p> <p><b>Representación y Actividades.</b></p>	<p><i>El museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></p> <p>“..La visita al Museo estaría en una etapa de estructuración porque, allí ellos van a poder contrastar de forma física, de forma real lo que han visto durante el desarrollo de la unidad, gráficos, información, información que le presentan los expertos de la institución. (...) Y, a partir de allí, ellos harían una contrastación de conocimientos....” (Ei – 25). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>“..Generalmente los libros de texto aíslan todos los órganos, los muestran como algo individual y a pesar de que en los montajes que se realizan la unidad, perdón en el Museo se trata de dejar no solamente los órganos que hacen parte de esos sistemas igual se sigue viendo como un todo se van viendo espacios, se van viendo lugares que a los niños los lleva como a pensar que eso no está aislado, una cosa de la otra...” (Ei - 35). <b>CONOCIMIENTO – REGULACIÓN.</b></p>	<p><i>El museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></p> <p>[Refiriéndose al color rojo de las arterias y azul de las venas] “...Obviamente pues es un [...] modelo que actualmente se presenta tanto en los libros de textos de ciencias como en el museo de ciencias, el Museo de Morfología y que los niños de alguna forma le hacen referencia cada vez que lo observan. El modelo es igual al que estamos discutiendo anteriormente, de unos conductos pintados en color rojo, de hecho simétricamente, por un lado, van los azules, y por el otro van los rojos indistintivamente, eh(...), el corazón como propulsor o como motor de todo este sistema y, hasta ahí queda...” (Eac – 66). <b>CONOCIMIENTO – CONCIENCIA.</b></p> <p>“...Lo que pasa es que en eh(...), otras estructuras, ¿sí?, ellos ya fueron y observaron el corazón, ya miraron otras, estos, eeh(...), estructuras que hacen parte de este sistema, y también desde el funcionamiento, pudieron como aclarar algunas cosas o complementar de lo que se había hecho...” (Eac – 33). <b>CONOCIMIENTO – REGULACIÓN.</b></p> <p>“...Cuando nosotros nos enfrentamos, digamos un montaje como del sistema reproductor, para mí fue muy difícil de comprender, muy complejo. Yo pensaba, la comparación como tal sería muy difícil de establecer porque aquí no se ve el útero, no se ve como debería verse, uno no puede hablar de un tamaño, que ni siquiera son estructuras que se ven físicamente iguales o no poder hablar uno de colores, pues, porque los montajes allá, digamos, eh(...), tienen mucho tiempo, han perdido textura, han perdido color, entonces. Frente a esa parte de las comparaciones como tal, yo pienso, pues, que no se pueden establecer directamente....” (Eac – 53). <b>REGULACIÓN.</b></p>
----------------------	--	---	---



<p>PLAUSIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</p> <p>Estrategia específica del tema:(Circulación Humana)</p> <p><b>Representación y Actividades.</b></p>	<p><i>El museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></p> <p>“...En el museo ellos se van poder permitir ver, como están conectados[los sistemas], así que entre montajes diferentes van a poder ver esa conexión porque en el plan cuando se les muestran los dibujos a los niños lo que se hacen son unos órganos colocados de una manera, que puede ser la más estratégica para ser leída, pero que no es la real, la ubicación, los tamaños, algunos tamaños de ciertos órganos se tratan de maximizar en los libros para que puedan ser observados, y allá van a poder hacer una contrastación frente a eso..” (Ei - 36). <b>CONOCIMIENTO - REGULACIÓN.</b></p>	<p><i>El museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></p> <p>“...El por qué esa nomenclatura [Arterias rojas, venas azules] , por qué creían ellos que era así. ¿Cierto? Cuando ya fuimos nosotros al Museo, en este punto específicamente, los niños fueron y me dijeron: “pero es que este no es tampoco real”, “pero mire profe que es que aquí lo pintan de rojo y de azul”. Esta fue una de las observaciones, que es que lo pintan de rojo y azul.., entonces la muchacha, entonces le preguntaron a la guía y ella les dijo: “es que este no fue realizado, este no es real. De hecho, el sistema circulatorio, a nivel real no se puede, eeh (...) de alguna forma observar, no se puede aislar, porque son un conjunto de túbulos que de alguna forma. Eh, (...) Llegan a niveles microscópicos, en la parte capilar. Entonces no lo podemos, de alguna forma aislar del otro sistema, de los otros sistemas, como habíamos hecho con los montajes anteriores”. Les dijo que había sido hecho dentro del Museo, pues como para mostrar, para tratar de reflejar como era el sistema circulatorio, entonces desde esta perspectiva, por ejemplo, a nivel de lo que son los conductos, ellos tienen todavía la imagen de los libros de texto. Por eso, fue lo que ellos vieron en el Museo, ellos vieron esa diferencia como tal. ....” (Eac - 33). <b>CONOCIMIENTO – REGULACIÓN.</b></p>
----------------------	--	---	---

<p>PLAUSIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</p> <p>Estrategia específica del tema:(Circulación Humana)</p> <p><b>Representación y Actividades.</b></p>	<p><i>El museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></p> <p>“...La propuesta de la visita al museo, sería en el caso personal, lo novedoso de la unidad una de las propuestas es que, los niños tengan una guía que tengan un documento en el que ellos lleven de forma gráfica la información que se les ha presentado en el transcurso de la unidad didáctica y que ellos puedan hacer una observación directa de cómo los libros de texto presentan los sistemas y cómo se pueden ver en el museo...” (Ei - 34). <b>CONOCIMIENTO – MONITOREO.</b></p>	<p><i>El museo es adecuado para hacer comparaciones de: modelos, hipótesis, conceptos cotidianos, textos gráficos e imágenes, etc., sobre los contenidos dados en el aula.</i></p> <p>“...Tomé la decisión de no permitirles entrar o sea no recordarles que entraran la guía, yo obvié esta parte. Porque de pronto, pues, a ellos, pues, no les nació en ese momento, digamos, tenerla y hacerle un seguimiento explícito al trabajo como yo lo había planeado. También pensé que de pronto, frente a la riqueza que nos presenta este tipo de muestra, la guía podría limitarlos. Se hizo con un objetivo muy específico. Pero en esa medida, yo sí me hice conciente antes de entrar de que ninguno la había entrado, porque entraron sin lápices, sin guía, entraron, así libremente, en ese momento tomé esa decisión... Quise que fuera así para... (...)... de pronto aprovechar posteriormente el trabajo con esta misma guía...” (Eac – 10). <b>CONOCIMIENTO – MONITOREO.</b></p> <p>“...Más que todo he orientado al hecho de que no tuvieran que ceñirse a algo que ya estuviera establecido, sino que de alguna forma, fuera, más libre. Porque a veces yo les presenté la guía a los estudiantes unas estructuras, pues, que ellos debían, de alguna forma tratar de observar en los montajes que allí se presentaban. Entonces en esa medida, pensé que se le podía quitar riqueza, quee (...) ellos hicieran otro tipo de observaciones, por estar ceñidos a ellas....” (Eac – 11) <b>CONCIENCIA – CONOCIMIENTO.</b></p>
----------------------	--	--	--

<p>PLAUSIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</p> <p>Estrategia específica del tema:(Circulación Humana)</p> <p><b>Representación y actividades.</b></p>	<p><b>Selecciona y elige las actividades según el contenido que presenta el recurso del Museo.</b></p> <p>“...Los tipos de actividades son variadas en la medida que en (...) encontramos actividades en las que la lectura es bastante importante, uso de mapas conceptuales, el uso del Museo como una estrategia para el aprendizaje de las ciencias y también la parte experimental (...) que es, pues, bastante importante...” (Ei - 9). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>“...las estrategias de aprendizaje están muy relacionadas (...) a, ese, esa adquisición de conocimientos a partir de conocimientos previos a partir pensando que adquisición suena como muy, no es la palabra adecuada (...), que los niños aprendan a partir de un conocimiento que ya tienen...” (Ei - 15). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>“...Los recursos que nos presenta la Institución, a nivel de medios audiovisuales tales como: videos, presentaciones en videobeam, los recursos por parte del profesor ¿cierto? la lectura común en los recursos fundamentales que a nivel institucional es algo que ya esta inculcado dentro del proyecto educativo institucional y, adicionalmente entonces, sería el recurso adicional del Museo...” (Ei - 18). <b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>“..Otra actividad experimental que vamos a utilizar con dos objetivos principalmente. Es la de trabajar sobre la presión arterial. En ese trabajo entonces, sería que los niños hicieran ciertas actividades físicas, enseñarles a medir la presión arterial y a partir de ahí trabajarla....., seguir, pues con el desarrollo del trabajo sobre la arteriosclerosis, y..... este tipo de enfermedades del sistema circulatorio y además la parte, ya, procedimental, el uso de datos, el trabajo con los datos y todo eso, que requiere, digamos de alguna forma cierta manipulación, sobre todo de datos y...” (Ei - 49). <b>CONOCIMIENTO.</b></p>	
----------------------	--	---	--

<p>PLAUSIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</p> <p>Estrategia específica del tema:(Circulación Humana)</p> <p><b>Representación y actividades.</b></p>		<p><i>Relaciona el contenido específico (Sistema Circulatorio) y el contenido que ofrece el Museo de Ciencias.</i></p> <p>“...Yo conocía, el material respectivo que se presentaba en el módulo, el módulo de la parte del sistema circulatorio. A partir de eso, entonces, la unidad didáctica...” (Eac – 2). <b>REGULACIÓN.</b></p>
----------------------	--	--	---

<p>PLAUSIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</p> <p>Estrategia específica del tema:(Circulación Humana)</p> <p><b>Representación y actividades.</b></p>		<p><b>Usa el Museo para desmitificar las creencias y visiones cotidianas acerca de las ciencias.</b></p> <p>“...Entonces, a eso era lo que yo me refería, son representaciones eh(...), los modelos, que de alguna forma los médicos, los científicos, han hecho acerca de esto, pero que no necesariamente correspondía directamente a lo que era la realidad que muchas veces los dibujaban así, pero que generalmente los órganos estaban antepuestos unos de otros. [Era] Entonces, para poder tratar de aislar los sistemas...[y estudiarlos]” (Eac – 44)</p> <p><b>CONCIENCIA – REGULACIÓN.</b></p> <p>[El Museo ]</p> <p>“...Pero es una forma, de modo de ver, la forma de presentar otro tipo, otro tipo de, de visión frente a, a lo que, a lo que generalmente se ve porque, cuando los niños van a ver un sistema cualquiera lo van a ver aislado, lo van a ver generalmente simétrico en algunos casos, lo van a ver coloreado [En los textos] y allí [En el Museo] pues queda difícil. Establecer eso, de hecho, personalmente todavía me queda algunas dificultades [Porque está habituado a ver las representaciones en los textos] cuando me enfrento a este tipo de montaje...” (Eac – 53).</p> <p><b>CONCIENCIA – REGULACIÓN.</b></p>
----------------------	--	--	--

<p>PLAUSIBILIDAD</p>	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>CONOCIMIENTOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA.</p> <p>Estrategia específica del tema:(Circulación Humana)</p> <p><b>Representación y actividades.</b></p>	<p><b>Organiza las actividades didácticas de acuerdo a los temas que se presentan en el Museo.</b></p> <p>“...Van a empezar a desarrollar unas actividades que van a ir alrededor de esa visita al museo, me explico por ejemplo tenemos una actividad (...) de aplicación, estructuración perdón aplicación que es acerca de la arteriosclerosis.....” (Ei - 23). <b>CONOCIMIENTO-MONITOREO.</b></p>	
----------------------	--	---	--

FRUCTIBILIDAD	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>EFICACIA DEL PROFESOR:</p> <p><i>Contexto específico: (El impacto de los aspectos políticos, sociales y culturales en el aprendizaje de las ciencias).</i></p>	<p><b>Relaciona la enseñanza en el Museo con el contexto del estudiante considerando aspectos sociales y culturales del aprendizaje</b></p> <p>“... ¿Cómo lo voy a utilizar? Es conocido que el cambio de espacio, de lugar, de ambiente para el niño, o al menos para los estudiantes de la institución en la que yo laboro, es un motivante fundamental frente al aprendizaje, el cambio de ambiente...” (Ei – 21). <b>CONOCIMIENTO.</b></p>	<p><b>Relaciona la enseñanza en el Museo con el contexto del estudiante considerando aspectos sociales y culturales del aprendizaje</b></p> <p>“...Estos niños con los que yo trabajo, son jóvenes de una zona rural. Eh (...). La escuela les ha presentado de alguna forma el aprendizaje sólo en el aula de clase...” (Eac – 14). <b>CONOCIMIENTO- EVALUACIÓN.</b></p> <p>“...Que de pronto estaban un poquito agotados cuando trabajamos esa parte, pero digamos, que a pesar de esto, el Museo podía ser un recurso para poder aprender ciencias en un espacio diferente al aula de clase...” (Eac – 17). <b>CONOCIMIENTO- EVALUACIÓN.</b></p> <p><b>Reconoce la importancia del Museo de Ciencias como un espacio de enseñanza y aprendizaje y de enculturación científica.</b></p> <p>“...el Museo, es el medio para que la comunidad conozca este tipo de información que es importante para la ciudadanía y para las personas que en estos momentos visitan este tipo de institución ya que también es un medio de divulgación, de, formación científica...” (Eac – 28). <b>REGULACIÓN – EVALUACIÓN.</b></p> <p>“...sino que yo he tenido un proceso de aprendizaje sobre este uso de los museos que me ha permitido, de alguna forma apropiarlo como espacio cultural, en este caso de cultura científica, eeh(...), que puede ser apropiado, aprovechado y que pertenece a toda una sociedad...” (Eac – 36). <b>CONCIENCIA – REGULACIÓN.</b></p>
---------------	--	--	---

FRUCTIBILIDAD	<p><b>PROPUESTOS DESDE EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR.</b></p> <p>EFICACIA DEL PROFESOR:</p> <p><i>Contexto específico:</i> <i>(El impacto de los aspectos políticos, sociales y culturales en el aprendizaje de las ciencias).</i></p>	<p><i>Evalúa el recurso del Museo por su potencial e impacto en la sociedad.</i></p> <p>“...Obviamente, que al ir hablar con el guía sobre ciertas orientaciones.... sobre lo que necesitamos, del museo, lo que requerimos frente a ese conocimiento. Pero la post-visita no va a hacerse en una sola clase, sino que se va a remitir a todas las actividades que vayan a través del desarrollo de la unidad...” (Ei – 48). <b>CONOCIMIENTO – REGULACIÓN.</b></p>	<p><i>Evalúa el recurso del Museo por su potencial e impacto en la sociedad.</i></p> <p>“...Yo pienso que uno de los principales problemas o dificultades que tuvimos más que todo en la ejecución de la unidad está relacionado con esta asesoría que pedía, o ese vínculo que debía existir entre el guía del museo y la profesora encargada del curso. ...” (Eac – 76). <b>CONCIENCIA – EVALUACIÓN.</b></p> <p>“...Yo pienso que lo importante es establecer una relación, muy profunda, muy estrecha con los museos de ciencias, para no, o sea, para cuando llegemos allá, no improvisar, no estar usando mecanismos de último momento, para facilitar las cosas a los estudiantes...”. (Eac – 79). <b>CONCIENCIA – EVALUACIÓN.</b></p>
---------------	---	--	--



## **6. CONCLUSIONES:**

### **Con respecto al objetivo general:**

Los resultados de este estudio de caso, permitieron la descripción de las modificaciones de las ideas de una profesora de séptimo grado cuando aprende a enseñar ciencias, vinculando el Museo de Morfología.

Este análisis revela como la profesora modifica el estatus de sus ideas, partiendo de aquellas a las cuales estaba acostumbrada y realiza un tránsito hacia las nuevas ideas en el que se vincula un nuevo recurso para mejorar la enseñanza de las ciencias y a su vez, aprende otra forma de enseñar un contenido específico de ésta área del conocimiento. Igualmente, reconoce y valora el museo más allá del ambiente escolar, como espacio que contribuye a la formación científica del ciudadano.

La investigación reveló, que la reflexión permanente mediada por un proceso metacognitivo, facilita la modificación del estatus de las ideas iniciales sobre la vinculación del museo como un recurso para la enseñanza. Si bien, en la entrevista inicial la idea de vincular el museo como un recurso para la enseñanza, era apenas inteligible, en la entrevista de autoconfrontación cruzada, dicha idea gana estatus pasando a ser plausible y fructífera. Esto es posible, porque las evidencias muestran una toma de conciencia, monitoreo, regulación y evaluación, por parte de la profesora respecto al uso del museo.

### **Con respecto a los objetivos específicos:**

En relación con el contraste, entre la planeación de la profesora y las acciones que realiza en el aula, al confrontar las dos entrevistas (Ei – Eac), se evidencia una modificación del estatus de las ideas en cada uno de los componentes de su Conocimiento Pedagógico del Contenido, que se revela en sus

verbalizaciones respecto de sus acciones frente a:

- Ampliación en su visión sobre los museos de ciencias como un apoyo para la enseñanza, en cuanto en el museo encuentra, posibilidades que no encuentra en la institución educativa.
- El museo surge como un espacio diferente al aula de clases, que motiva a los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias.
- La oferta del museo favorece una cultura ciudadana más adecuada para los estudiantes.
- El museo propicia otras maneras de representar los fenómenos relacionados con los contenidos curriculares.
- El valor patrimonial del museo se torna significativo para la profesora por cuanto intenta vincular los contenidos del currículo de ciencias a través de la planeación de la visita, de manera conjunta con el personal del museo.

Las modificaciones expresadas por la profesora se analizan desde el proceso de metacognición que incide en el cambio conceptual, por lo tanto, se ha enfrentado al análisis de un proceso, que más allá de la toma de conciencia, el monitoreo, el conocimiento y la evaluación, incluye una deconstrucción y construcción de su conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias, al reflexionar sobre las acciones de la profesora y el modo en que vincula un recurso poco convencional, como es el museo de ciencias. El análisis del caso revela el comportamiento metacognitivo de la profesora y en consecuencia las modificaciones en el estatus de las ideas que se ponen en acción durante su práctica.

Respecto a las relaciones que se pueden establecer entre el Cambio Conceptual y el Conocimiento Pedagógico del Contenido se puede afirmar que:

El aprendizaje de la profesora se puede explicar como un proceso de cambio conceptual que surte efecto sobre su conocimiento y que se pone de manifiesto al analizar el subcomponente de eficacia de la profesora. Visto así, la

descripción de las condiciones de inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad a través de las categorías del conocimiento pedagógico, parece ser consistente.

La profesora aprendió a enseñar ciencias vinculando el museo de morfología, al modificar el estatus de sus ideas, como un cambio conceptual mediado por un proceso de metacognición sobre los componentes del conocimiento profesional (es decir, su ecología conceptual) sobre la enseñanza de las ciencias, al considerar otros aspectos metodológicos y teóricos de la enseñanza, en un tema específico (sistema circulatorio).

Los subcomponentes del conocimiento de la profesora se relacionan (desde los componentes de la metacognición) con las condiciones de inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad. Los subcomponentes: orientación de la enseñanza, conocimiento del currículo y el conocimiento sobre cómo entienden la ciencia los estudiantes en relación con la inteligibilidad, presentan la mayor cantidad de evidencia. Los subcomponentes de conocimientos de las estrategias para la enseñanza y el conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias, se relacionan con la plausibilidad, pero tienen menos evidencias; no obstante para el subcomponente eficacia de la profesora, son aún más escasas las evidencias de fructibilidad.

Respecto a la vinculación del museo como recurso para la enseñanza del contenido específico: El sistema circulatorio:

- Dicha vinculación requiere no solo la toma de conciencia sobre su importancia y novedad como recurso didáctico, sino también la articulación del conocimiento del contenido desde la disciplina y el conocimiento de la oferta del museo seleccionado, para establecer el papel del museo dentro del diseño de la unidad didáctica.
  
- La reflexión metacognitiva es un proceso desencadenante en la toma de decisiones, para incorporar en la enseñanza escenarios diferentes a los tradicionales. Para este estudio de caso, implicó que la profesora

entendiera el museo como espacio de aprendizaje diferente al del aula y que le ofrece unas potencialidades distintas a las de otros recursos que hay en la institución escolar.

- En la investigación el Museo de Morfología, constituyó un insumo importante para facilitar un cambio de actitud en los estudiantes hacia el mejoramiento de sus hábitos alimenticios, implementando una cultura de prevención de la salud.

Respecto a los aportes de esta investigación a una comprensión más amplia de la formación continuada de profesores de Ciencias Naturales, para aprender a enseñar:

Los resultados ponen de manifiesto la importancia de la metacognición como condición para que la idea de usar el museo como recurso de enseñanza, adquiera el estatus de fructífera.

El estudio de caso muestra, que la toma de decisiones efectivas por parte de la profesora en el uso de los museos como recurso didáctico en la enseñanza, puede verse como referente para contextos similares en la formación de profesores, en cuanto aprender a enseñar puede entenderse como un proceso de cambio conceptual, que involucra el Conocimiento Pedagógico del Profesor en conjunto.

Desde la línea de investigación “pensamiento del profesor de ciencias”, inmersa en el campo de formación de profesores de ciencias, se reafirma la necesidad de comprender mejor las ideas de los profesores, a fin de que éstas evolucionen, de modo que el nivel del estatus sea debilitado o reforzado mediante un proceso metacognitivo en su conocimiento pedagógico al utilizar el museo en la enseñanza de un contenido científico.

**En cuanto a la Metodología y Análisis de los Resultados:**

Esta investigación nos permite confirmar que el estudio de caso es una metodología valiosa a la hora de describir e interpretar las modificaciones de las ideas en el conocimiento, sobre la enseñanza que desarrollan los profesores en las aulas de clases.

Los resultados permiten afirmar que las entrevistas, las grabaciones en video y el diseño de la unidad didáctica, pueden usarse como fuentes de información para rastrear la modificación de las ideas y su estatus. El contenido de estas fuentes de información, hizo posible contrastar los resultados y complementarlos para obtener una representación más confiable de las ideas de la profesora, sobre la incorporación de un recurso no convencional como es el museo, a la enseñanza de las ciencias, en el marco de su Conocimiento Pedagógico.

Para el proceso de triangulación, resultó muy oportuno el uso de diversas fuentes de información, en la medida que garantizan las interpretaciones realizadas. Además, la confrontación de las verbalizaciones (entrevistas) con las actividades de enseñanza (episodios grabados y observados), permitió contrastar la información y complementarla. En esta investigación, el juicio de pares también se considera una forma de triangulación relevante, por la variedad de miradas a la información recogida, lo cual aporta validez y confiabilidad a los resultados obtenidos.

## 7. RECOMENDACIONES.

Los resultados de esta investigación, permiten hacer ciertas recomendaciones que pueden orientar investigaciones futuras y cualificar los programas de formación de profesores en Ciencias;

-El futuro de esta investigación desde la perspectiva de aprender a lo largo de la vida, puede ser el de continuar con análisis de prácticas de enseñanza, para determinar la permanencia del aprendizaje, es decir, determinar si las modificaciones que se expresan en las entrevistas, son consistentes y coherentes a largo plazo. Un estudio de este tipo demanda la implementación de otras fuentes de información como la documentación de la preparación de clases, variables de análisis, y profundización de los referentes teóricos.

-Dado que el Cambio Conceptual y la Metacognición se han estudiado para el aprendizaje de la ciencia escolar, en esta investigación fué necesario recurrir al marco teórico del Conocimiento Pedagógico del Profesor de Ciencias. Se recomienda emprender nuevas investigaciones, que den cuenta de la pertinencia de esta relación, para comprender el aprendizaje de los profesores. Para otras investigaciones, se sugiere explorar los resultados de investigaciones novedosas enmarcadas en el terreno del discurso del profesor y su práctica en el aula, en donde sea posible analizar la relación discurso-acción pedagógica.

-Se sugiere que estos hallazgos se tomen en consideración en el diseño de los programas de formación continuada de profesores de ciencias, en el sentido de introducir aspectos relacionados con la vinculación de recursos novedosos y modificación de las prácticas pedagógicas, mediante la contrastación del discurso y la acción.

La relación museo-escuela, surge como un contexto interesante para estudiar la formación del profesorado, en cuanto ofrece una perspectiva novedosa para reflexionar sobre su acción pedagógica, verse y transformarse continuamente,

para cualificar sus prácticas de enseñanza, acorde con los cambios y avances que constantemente presenta la ciencia, sin dejar de lado sus implicaciones en los fenómenos y contextos sociales en los cuales ésta se construye.

-En este sentido, los procesos de formación continuada permiten a los profesores una mayor comprensión de los métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje; consecuentemente, una mentalidad abierta hacia las posibilidades de vincular en su enseñanza otros recursos didácticos e institucionales, que promuevan la educación científica desde ámbitos pocos explorados pero con importantes potencialidades. De este modo, se motivan de alguna manera otros aprendizajes, bajo una planeación coordinada que demande a las Instituciones Educativas, contemplar entornos de aprendizaje diferentes al aula de clase, la utilización de otros espacios para aprender y enseñar ciencias y favorecer la educación científica desde una perspectiva de la educación para la ciudadanía.

-Finalmente, es importante que la educación en ciencias y la formación de profesores desde las universidades, abra un espacio de discusión a la Didáctica de las Ciencias, porque la reflexión en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y el uso de recursos didácticos, implica una profunda comprensión de los procesos de cambio en las forma de enseñar y de aprender éstas. Asimismo, las modificaciones necesarias para desarrollar teorías didácticas, desde las cuales sea posible comprender todo aquello que a su vez tiene lugar en el contexto de la enseñanza básica.

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

ADADAN, E. (2006). *Promoting High School Students' Conceptual Understandings of the Particulate Nature of Matter Through Multiple Representations*. USA: Editorial Ohio State University.

AGUIRRE, M., HAGGERTY, S. & LINDER, C. (1990). Student Teachers' Conceptions of Science Teaching and Learning: A case study in preservice science education. *International Journal of Science Education*, 12(4), 381-390.

AGUIRRE, C. & VASQUEZ, A. M. (2004). Consideraciones Generales sobre la Alfabetización Científica en los Museos de la Ciencia como Espacios Educativos no formales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3).

ANGULO, F., & GARCIA, P. (2001). Designing Activities to Teach "Fossils". A social Interaction. In Paper presented at Third International Conference on Science Education Reseach in the Knowledge Based Society. Tessaloniki, Greece.

ANGULO, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: Análisis de un propuesta para la formación inicial del profesorado de ciencia, basada en le metacognición*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

ANGULO, F. (2003). Investigación sobre la Formación de Profesores de Ciencia, *Revista Tecne, Episteme, Didaxis – TEA. Universidad Pedagógica Nacional. Número Extra*, 34-41.

ALTET, M. (2002). Une Démarche de Recherche sur la Pratique Enseignante: l'analyse plurielle. *Revue française de pédagogie*, 138, 85-93.

APPLETON, K. (2000). How do Beginning Elementary Teacher Cope with Science: *Development of pedagogical content knowledge in science*. 13.

GUISASOLA, J.; AZCONA, R.; ETXANIZ, M.; MUJIKA, E. & MORENTIN, M. (2005). Diseño de Estrategias Centradas en el Aprendizaje para las Visitas Escolares a los Museos de Ciencias. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*. 2 (1), 19-32.



- BANDURA, A. (1993): Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *Educational Psychologist*, 28 (2), 117-148.
- BANET, E. (2003). Formación del Profesorado de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 17-21.
- BEETH, M. (1998a). Facilitating Conceptual Change Learning: The Need for Teachers to Support Metacognition. *Journal of Science Teacher Education*, 9, 49–61.
- BEETH, M. E. (1998b). Teaching for Conceptual Change: Using Status as a Metacognitive Tool. *Science Education*, 82(3), 343-356.
- BEETH, M. & HEWSON, P. (1999). Learning Goals in an Exemplary Science Teacher.s Practice: Cognitive and Social Factors in Teaching for Conceptual Change. *Science Education*, 83, 738-760.
- BLOOM, J. N. (1984). Museums For a New Century. *American Association of Museums*, Washington D.C.
- BROWN, A. L. (1987). Metacognition, Executive Control, Self-regulation and Other more Mysterious Mechanisms: In F. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Classroom management*, 144–181.
- CALSAMIGLIA, H. & TUSÓN, A. (1999). *Las Cosas del Decir. Manual de Análisis del Discurso*. Barcelona: Ariel.
- CANDELA, A. (1999). *Ciencia en el Aula. Los Alumnos entre la Argumentación y el Consenso*. Editorial Paidós Educar. México.
- CASE, J. & GUNSTONE, R. (2006). Metacognitive Development: A View beyond Cognition. *Research in Science Education*. 36: 51–67.
- CHEVALLARD, Y. (1997). *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- COLOMBIA, Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina, Departamento de Morfología. (2007). Informe del Museo de Morfología documento impreso en folletos.

DAVIS, K. S. (2003). Change is hard: What Science Teachers are Telling us about Reform and Teacher Learning and Innovative Practices. *Science Education*, 87 (1), 3-10.

DELORS, J. (1996/1998). La Educación Encierra un Tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. UNESCO- (2ª Reimpresión). Fundación el Comercio. Quito.

DIERKING, L. D. & MARTIN, L. M. W. (1997). Guest Editorial, *Science Education*. 81(6), 629-631.

DIERKING, L. (2004). The Rol of Context in Children´s Learning from Objets and Experiences. Cap. 1 de Perspectives on Objet-Centered Learning in Museums. pp. 3-18.

DOGERTHY, P. (2004). Far Divertire i Ragazzi con la Scienza per Aiutarli a Trovare il Loro Futuro, *Corriere della Sera*, 25 aprile, p. 28.

ESTEVE, J. (1997) *La Formación Inicial de Profesores de Ciencias*. Barcelona: Ariel.

FALK, J. H. & DIERKING, L. D. (1992). *The Museum Experience*. Whalesback Books: Washington, DC.

FLAVELL, J.H. (1976). Metacognitive Aspects of Problem Solving, en Resnick, I.B. (Ed.). *The nature of intelligence*, pp. 231-235. Hillsdake, NJ: Erlbaum.

FLÓREZ, V.; ANGULO, F. & MORENO, J. (2009). Aprender a Enseñar Ciencias vinculando el Museo como Recurso Didáctico para la Enseñanza del Sistema Circulatorio Humano. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2360-2363.

FREITAS, F. & MARTINS, I. (2005). Promover el Aprendizaje de las Ciencias. No 1º CEB Utilizando Contextos de Educación No Formal. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra. VII congreso*.

FURIÓ, C. (1994). Tendencias Actuales en la Formación del Profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 188-199.

GARCÍA, S. & MARTÍNEZ, C. (2003). Enseñar a Enseñar Contenidos Procedimentales es Difícil. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 79-99.

- GARRITZ, A. & TRINIDAD-VELASCO, R. (2004). El Conocimiento Pedagógico del Contenido. En: *Revista de Educación Química*, 15(2).
- GECEM – SED. (2007). Recursos Didácticos Escuela-Museo para la Enseñanza de las Ciencias y la Formación Inicial y Continua de Docentes de Ciencias. Proyecto de Investigación inscrito en el CODI. Universidad de Antioquia.
- GIL, D. (1991). ¿Qué Debemos de Saber y Saber Hacer los Profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69-77.
- GIL, D. (1993). Contribución de la Historia y Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza / Aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.
- GEORGHIADES, P. (2000). Beyond Conceptual Change Learning in Science Education: Focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42(2), 119-139.
- GOOS, M., GALBRAITH, P., & RENSHAW, P. (2002). Socially Mediated Metacognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics* 49: 193–223.
- GONZÁLEZ, M. (2007). Papel de los Museos de Ciencias en el Tratamiento de los Problemas del Mundo. Tesis doctoral. Universitat de Valencia, *Servei de Publicacions*. 2007.
- GROSSMAN, P. (1990). The Making of a Teacher. *Teacher Knowledge & Teacher Education*, New York, Teacher College Press.
- GROSSMAN, P; WILSON, S. & SHULMAN, L. (1989). Teachers of Substance: Subject matter knowledge for teaching. En: Reynolds, M. (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher*. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 9, 2 (2005).
- GUISASOLA, J. & MORENTIN, M. (2007) ¿Qué Papel tienen las Visitas Escolares a los Museos de Ciencias en el Aprendizaje de las Ciencias? Una Revisión de las Investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 401-414.
- GUNSTONE, R., BAIRD, J. & NORTHFIELD, J. (1993). A Case Study Exploration of Development in Preservice Science Teachers. *Science Education*, 77(1), 47-73.

GUNSTONE, R. & NORTHFIELD, J. (1994). Metacognition and Learning to Teach. *Journal Science Education*, 16(5), 523-537.

GUNSTONE, R. F. & MITCHELL, I. J. (1998). Metacognition and Conceptual Change. *Teaching Science for Understanding. A Human Constructivist View*, pp. 133-163. Londres.

HENNESSEY, M. G. (2003). Metacognitive Aspects of Students' Reflective Discourse: Implications for intentional conceptual change teaching and learning. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 103-132). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

HEWSON, P.W. (1985). Epistemological Commitments in the Learning of Science: Examples from dynamics. *European Journal of Science Education*, 7, (2), 163-172.

HEWSON, P. & HEWSON, M. (1987): Conceptions of Teaching: Implications for Teacher's Educations, en: *Revista Internacional Journal of Science Education*, 175-180.

HEWSON, P. W. (1990). La enseñanza de Fuerza y Movimiento como Cambio Conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 157-171.

HEWSON, P.W. & LEMBERGER, J. (2000). Status as the Hallmark of Conceptual Learning. In R. Millar, J. Leach,&J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 110–125). Buckingham: Open University Press.

HEWSON, P. W. (2007). Teacher Professional Development in Science: A case study of the primary science programme's CTI course. In I. Mutimucuo & M. Cherinda (Eds.), *Proceedings of the 15th Annual Meeting*. Maputo, Mozambique: *Southern African Association for Research in Mathematics, Science, and Technology Education*.

IZQUIERDO, R. (2003). Reaprender a Enseñar: Una Experiencia de Formación para la Mejora Continua de la Docencia Universitaria. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(2), 79-94.

IZQUIERDO, M. (1997). El Diseño de las Practicas Escolares de Ciencias Experimentales, según un Modelo Cognitivo de Ciencias. En: *Material de estudio Maestría en Educación y Didácticas Especiales*, Managua: UAB.

- JEFFERY-CLAY, K. R. (1999). Constructivism in Museums: How museums create meaningful learning environments. *Journal of Museum Education*, 23(1), 3-7.
- JORBA, J. & SANMARTI, N. (1995). Autorregulación de los Procesos de Aprendizaje y Construcción de Conocimiento. *Alambique Didácticas de las ciencias Experimentales*, (4), 59-77.
- KELLY, G. J. & GREEN, J. (1998). *The Social Nature of Knowing: Toward a sociocultural perspective on conceptual change and knowledge construction*. In B. Guzzetti & C. Hynd (Eds.), *Perspectives on conceptual change: Multiple ways to understanding, knowing and learning in a complex world*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- KLAFKI, W. (1976): Sobre la Relación entre Didáctica y Metódica. En: *Revista Educación y Pedagogía. Medellín: Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, No 5, 1991*.
- KLAFKI, W. (1986): Los Fundamentos de una Didáctica Crítico-Constructiva. *Revista de Educación*. N° 280. (mayo-agosto), 37-79.
- LABARRERE, A. (1996) *Pensamiento y Análisis de la Actividad Cognitiva de los Alumnos*. México: Editorial Ángeles.
- LATORRE, A.; DEL RINCÓN & ARNAL (1996) *Bases Metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona: Hurtado Ediciones.
- LIVINGSTON, J. A. (1997). *Metacognition: An Overview*. State University of New York at Buffalo.
- MAGNUSSON, S., KRAJCIK, J. & BORKO, H. (1999). *Nature, Sources, and Development of the Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching*. In J. Gess-Newsome, and N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- MARCELO, C. (1992). *La Formación Docente en la Sociedad del Conocimiento y la Información: Avances y temas pendientes*. Universidad de Sevilla (España): Documento electrónico.
- MARTÍ, E. (1995). Metacognición: Desarrollo y Aprendizaje. Dossier documental. *Infancia y aprendizaje*, 72, 115-126.

- MARTIN, L. (1997) An Emerging Research Framework for Studying free-Choice Learning and Schools. *Science Education*, 88, (1), 71-82 [Copia electrónica].
- MARTÍNEZ, J. (2004). La Formación del Profesorado y el Discurso de las competencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 18(3), 127-143.
- McCOMAS, W. F. (1998). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. [2].
- McMANUS, P. (1992). Topics in Museums and Science Education. *Studies in Science Education*, 20, 157-182.
- MELLADO, V. (2004). *¿Podemos los Profesores de Ciencias Cambiar Nuestras Concepciones y Prácticas Docentes?* Ponencia presentada en el I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Buenos Aires, Argentina.
- MELLADO V. (2006) Contributions from the Philosophy of Science to the Education of Science Teachers. En: *Science Education* 15: 419-445.
- MERRIAM, S. (1988). *Case Research in Education. A qualitative Approach*. San Francisco: Jossey –Bass Publishers.
- MITCHELL, I. (2000). *Moving from Professional Talk to Teacher-Research Faculty of Education*. Monash University: American Education Research Association meeting in New Orleans.
- MIOTTO, E. (2004). *Museos y Escuelas: El caso del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Milán “Leonardo da Vinci”*. En: Un lugar para descubrir. [Libro\_electrónico formato pdf]
- MIRANDA, J. CH. (2006). Formación Permanente e Innovación en las Prácticas Pedagógicas en Docentes de Educación Básica. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- NOVAK, J. D. (1993). ¿How do we Learn our Lessons? *Journal The Science Teacher*, 60(3), 50–55.
- ORELLANA, M., & DE LA JARA, I. (1999). L'emergencia du Partenariat Scientifique École-Musée au Musée des enfants de Santiago du Chile. *Aster*, 29, 41-60.

- OSBORNE, J., & DILLON, J. (2007). Research on Learning Informal Context: Advancing the field. En: *International Journal of Science Education*. 29(12), 1441-1445.
- PARK, S. & OLIVER, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- PATTON, M. Q. (1980). *Qualitative Evaluation Methods*. California: Sage Publications.
- PÉREZ, C., DÍAZ, M. P., ECHEVARRÍA, I., MORENTIN, M., & CUESTA, M. (1998). *Centros de ciencia: espacios interactivos para el aprendizaje*. Bilbao: Universidad del País Vasco, Servicio Editorial.
- PERRENOUD, P. (2001). *La formación de los docentes en el siglo XXI*. Ginebra: Universidad de Ginebra, Facultad de Psicología y Ciencias de la Educación.
- PORLÁN, R; RIVERO, A. & MARTIN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores, I: Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias* 15 (2), 155-171.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. & MARTÍN DEL POZO, R. (1998). El Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores, II: Estudios Empíricos y Conclusiones. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 271-288.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., & GERTZOG, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- POSNER, G. J. & STRIKE, K. A., (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice*. (pp. 147-176). New York: State University of New York Press.
- RENNIE, L. & JOHNSTON, D. (2004). The Nature of Learning and Its Implications for Research on Learning from Museums. *Science Education*, (88), 17-33, [Copia electrónica].
- RICKENMANN, R. (2007). El Rol de los Artefactos Culturales en la Estructuración y Gestión de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje. (En: *Actas*

del Congreso Internacional de Educación, Investigación y Formación Docente-Escritos).

RICKENMANN, R. (2006a, Mars). Didactics in Art Education and Appropriation of Art Works. Relationships Between Social and School Practices. Communication, *Congrès International de l'InSEA, Dialogues Interdisciplinaires en éducation par l'art*, Viseu-Portugal, du 1 au 5 Mars.

RICKENMANN, R. (2006b). DiCiArtE. Didáctica de las Ciencias y las Artes y su Enseñanza. Proyecto Recursos Didácticos Escuela-Museo para la Enseñanza Artística y de las Ciencias en la Formación de Docentes. Universidad de Ginebra. Documento de trabajo.

SÁNCHEZ, C. (2008). *Las Funciones Educativa y Social de los Museos de Ciencias*. Trabajo presentado en el seminario en la IV Escuela Latinoamericana de Museología de la Ciencias. Medellín, Colombia.

SANMARTÍ, N. (1995). *Proyecto Docente e Investigador de Didáctica de las Ciencias*. Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Unpublished manuscript, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

SANMARTÍ, N. & HUGO, D. (2003). Intentando Consensuar con Futuras Profesoras de Ciencias los Objetos y Criterios de su Evaluación. En: *Enseñanza de las ciencias*. 21(3), 445-462.

SANMARTÍ, N. (2004). La Evaluación Refleja el Modelo Didáctico: Análisis de las Actividades de Evaluación Planteadas en las Clases de Química. *Educación Química* 15(2), 120-128.

SCHÖN, D. (1998). *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.

SCHRAW, G., CRIPPEN, K., & HARTLEY, K. (2006). Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. *Research in Science Education* 36: 111–139

SHULMAN, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

SOTO, C. (2003). *Cambio Conceptual, Metacognición y Enseñanza de las Ciencias*. Editorial: Magisterio.



- SPRADLEY, J. P. (1979). *The Ethnographic Interview*. Nueva York: Holt, Reinhart & Winston.
- STAKE, R. (1994). Case Studies. In N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (Eds.) *Handbook of Qualitative Research*, pp. 236-247. Thousand Oaks, CA: Sage.
- STRIKE, K. A., & POSNER, G. J. (1992). A revisionist Theory of Conceptual Change. In R. Duschl & R. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive science, and educational theory and practice*. (pp. 147-176). Albany, NY: Suny Press.
- TAMIR, P. (2005). Conocimiento Profesional y Personal de los Profesores y de los Formadores de Profesores. En: *Revista de currículum y formación del profesorado*, (9), 2.
- TARDIF, M. (2004). *Los Saberes del Docente y su Desarrollo Profesional*. Barcelona: Editorial Narcea, S.A.
- THORLEY, N. R. (1990). The Role of the Conceptual Change Model in the Interpretation of Classroom Interactions. Disertación doctoral no publicada, University of Wisconsin, Madison, Estados Unidos.
- TOBIN, K.; ROTH, W.M. & ZIMMERMANN, A. (2001). Learning to Teach Science in Urban School. *Journal of Research in Science Education*, 80(6), 711-730.
- TREAGUST, D. & DUIT, R. (2003). Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning. En: *International Journal Science Education*, 25(6), 671-688.
- TREAGUST, D. & DUIT, R. (2008). Conceptual change: A Discussion of Theoretical, Methodological and Practical Challenges for Science Education. *Studies in Science Education*. 3: 297-328.
- UTGES, G. (2003). El Pensamiento de los Profesores. Algunas Reflexiones sobre el Estado del Arte. *Tecne, Episteme, y Didaxis. (TEA)*, Número Extra. 52-65.
- VANWYNSBERGHE, R. & KHAN, S. (2007). Redefining Case Study. *International Journal of Qualitative Methods* 6 (2).
- VISITA AL MUSEO. (2005). *Revista Educación y Biblioteca*, (147), p. 82.

WAGENSBERG, J. (2000). Principios Fundamentales de la Museología Científica Moderna. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, VII (26).

WEBER, T. (2003). *Un Lugar para Descubrir: La Enseñanza de Las Ciencias y la Tecnología en los Museos*. España: Editado por Maria Xanthoudaki. SMEC (Proyecto europeo "Colaboración entre museos y centros escolares para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias").

WHITE, R. T. & GUNSTONE, R. F. (1989). Metalearning and Conceptual Change. *International Journal of Science Education*, 11, 577–586.

WHITE, B. C. (2000). Pre-service Teachers' Epistemology Viewed Through Perspectives on Problematic Classroom Situations. *Journal of Education for Teaching*, 26(3), 279–305.

YIN, R. (1989). *Case Study Research. Design and Methods*. Londres: Sage Ediciones.

YIN, R. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. New Delhi: Sage publications, Second Edition. (Vol 5).

## 9. CIBERGRAFÍA.

GROSSMAN, P. L., WILSON, S. M., & SHULMAN, L. S. (1989). Teachers of Substance: Subject Matter Knowledge for Teaching. Revista de curriculum y formación del profesorado. 9, 2, 1-25. (2005). Extraído el 25 Enero, 2007 de <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART2.pdf>.

FUENTES, S. B. (2006). Museos y Museología. Documento En línea. Extraído el 15 Octubre, 2008 de <http://www.monografias.com/trabajos52/museologia-museo/museologia-museo.shtml>.

MIOTTO, E. (2004). Museos y escuelas: El caso del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Milán “Leonardo da Vinci”. En: Un lugar para descubrir: La Enseñanza de las Ciencias y la tecnología en los Museos. Editado por: María Xanthoudaki. En: [Libro electrónico formato pdf]. Extraído en septiembre 26, 2007 de [www.museoscienza.org/smec](http://www.museoscienza.org/smec)

RED DE INVESTIGACIÓN EN CLÍNICA DIDÁCTICA (Clidi). <http://www.unige.ch/fapse/clidi/lared.htm>, [www.unige.ch/fapse/clidi/lared-desarrollo.htm](http://www.unige.ch/fapse/clidi/lared-desarrollo.htm).