

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**TESIS DE MAESTRIA**

**Programa de Maestría:**

**Maestría en Educación Énfasis en Docencia de las Ciencias Experimentales**

**ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE ECOLOGÍA  
CONCEPTUAL. Una aproximación a la comprensión  
del aprendizaje como cambio conceptual.**

**Autora:**

*Luz Stella Mejía Aristizábal*

**Directora:**

*Marta Luz Ramírez Franco*

**Colaboradoras:**

*Berta Lucila Henao Sierra*

*Luz Victoria Palacio Mejía*

Medellín  
2006

*A Juan Carlos, por su amor, apoyo y comprensión*

*A Daniela mi fuerza de hoy y mañana*

*A mi madre...*

## AGRADECIMIENTOS

*En estos tres años, han sido muchas las personas e instituciones que han colaborado con mi formación profesional, en este momento, es muy difícil dar las gracias a todas ellas, pero aún con todo lo complicado que puede ser, quiero agradecer muy especialmente:*

*Carlos Soto Lombana, que me mostró la importancia de realizar este tipo de investigaciones y me entusiasmo con el cambio conceptual.*

*Marta Luz Ramírez, por creer en mí, por sus acertadas orientaciones, y por su dedicación para con este trabajo,*

*Luz Victoria Palacio y Berta Lucila Henao, por el tiempo dedicado a la lectura, y sus pertinentes orientaciones.*

*En cuanto a las personas son muchísimas, pero han sido fundamentales en todo este proceso:*

*Mis compañeros de maestría, especialmente William Marroquín quien compartió conmigo angustias y excelentes ratos de discusión.*

*Mi esposo Juan Carlos, por su tiempo de dedicado a corregir mi débil inglés y por servirme de apoyo.*

*A mi hija Daniela, por su compañía.*

*A mi madre por su ayuda incondicional.*

*A mis compañeros del CEFA.*

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	3
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	6
1. INTRODUCCIÓN	8
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
2.1. Planteamiento del problema y justificación	10
2.2. Preguntas de Investigación	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. Objetivo General	14
3.2. Objetivos Específicos	15
4. MARCO TEÓRICO	16
4.1. Introducción	17
4.2. La teoría de cambio conceptual de perspectiva filosófica	19
4.3. La teoría de cambio conceptual en la didáctica de las ciencias experimentales	27
4.3.1. La teoría de cambio conceptual en sus inicios	28
4.3.2. Ampliación y revisión de la teoría de cambio	

conceptual	31
4.4. La producción científica en ecología conceptual	35
4.5. Historia Conceptual.	40
5. METODO	43
5.1 Documentos como objetos de análisis	45
5.2 Técnicas de recogida de datos	47
5.3 Categorías de análisis	49
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS	57
6.1. La génesis del concepto de ecología	57
6.2. El Concepto de ecología en la filosofía de las ciencias. La ecología intelectual de Stephen Toulmin	66
6.3. El concepto de ecología conceptual en la didáctica de las ciencias	73
6.4. Análisis de la historicidad del concepto de ecología conceptual	79
6.4.1. Análisis de conceptos	79
6.4.1.1. Análisis del significado del concepto de ecología conceptual	81
6.4.1.2. Análisis de los componentes de la ecología conceptual	86
6.4.1.3. Análisis del significado y función de los componentes de la ecología conceptual	94
6.4.1.4. Análisis de la relación entre las componentes de la ecología conceptual y las condiciones para el cambio	103

6.6.	Aportes de la psicología cognitiva al concepto de ecología conceptual	
7.	A MODO DE CONCLUSIÓN ALGUNAS CONSIDERACIONES QUE PERMITEN AMPLIAR NUESTRAS COMPRESIONES EL APRENDIZAJE DE EXPLICACIONES CIENTÍFICAS	112
8.	RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS	132
	REFERENCIAS	144
		147

Tabla #	Título	
5.1.	Caja de fichas	48
5.2.	Matriz transcurrir histórico del concepto de ecología	50
5.3.	Matriz de relación ecología, ecología intelectual, ecología conceptual	50
5.4.	Matriz para el análisis conceptual	51
5.5.	Análisis semántico del concepto de ecología	52
5.6.	Matriz significado y función del concepto	53
5.7.	Matriz de análisis psicólogos cognitivos	54
5.8.	Metodología de la investigación	55
6.1.	Desarrollo histórico del concepto de ecología	58
6.2.	Desarrollo histórico conceptos centrales de la teoría. Ecología conceptual	81
6.3.	Matriz significado y papel del concepto de ecología	84
6.4.	Desarrollo histórico conceptos centrales de la teoría. Componentes de la ecología conceptual	87
6.5.	Desarrollo histórico de los componentes de la ecología conceptual	
6.6.	Desarrollo histórico de compromisos epistemológicos, metáforas y analogías, creencias y conceptos metafísicos, anomalías, <i>missconception</i>	90
6.7.	Significado y función de los componentes de la ecología conceptual	95
6.8.	Desarrollo histórico de las condiciones para el cambio, estatus de la concepción, proceso de acomodación comprensión de ideas	99 103
6.9.	Matriz de conceptos desarrollados por los psicólogos cognitivos que trabajan en el campo de las representaciones.	113

## INDICE DE TABLAS

### *INDICE DE FIGURAS*

6.1	Figura: Relaciones ecológicas	65
6.2	Figura: Relación ecología con ecología intelectual	67
6.3	Figura: Relación ecología, ecología intelectual, ecología conceptual	74
6.1	Red Conceptual: Relaciones entre ecología conceptual y las condiciones para el cambio	111
6.1	Figura: Estructura conceptual hipotética	116
6.2	Figura: Papel de los niveles representacionales	117

## **INTRODUCCIÓN**

Durante las dos últimas décadas, tanto desde la filosofía de las ciencias, como en la psicología cognitiva y en el campo de la didáctica de las ciencias, se han venido realizando trabajos centrados en la noción de cambio conceptual. Los estudios se han dirigido a indagar no sólo por la línea de las concepciones previas de los individuos, sino además se han interesado por describir los procesos de cambio conceptual.

Sobre la base de los estudios realizados en torno a la teoría de cambio conceptual y dado el interés de acercarnos a la comprensión de sus conceptos centrales, específicamente al concepto de ecología conceptual, el presente trabajo se propone investigar cómo esta teoría, y específicamente el concepto de ecología conceptual puede recibir aportes de autores del campo cognitivo que han desarrollado investigaciones en el ámbito de las representaciones. Concretamente los planteamientos de Vosniadou y Brewer (1992,1994) y Chi et. al. (1994,1995) pueden ser de mucho interés para comprender aún más el concepto de ecología conceptual.

Esta investigación pretende, a través del análisis conceptual, ampliar la comprensión sobre el concepto de ecología conceptual y establecer su incidencia en la orientación del aprendizaje como cambio conceptual.

Desde el punto de vista metodológico la investigación se ubica en el marco de investigación documental y tiene como objeto de estudio *la producción científica, generada en torno al concepto de ecología conceptual*. Este tipo de investigación consiste en la construcción histórica del concepto, a partir de un dialogo de saberes que hace posible el hallazgo de nuevas comprensiones y resignificaciones. En este abordaje metodológico el concepto se estudia de manera reflexiva, ofreciendo elementos de análisis para aquellos trabajos que buscan dar una mayor consistencia al paradigma, dentro de la línea de investigación en cambio conceptual.

El trabajo se estructura en 5 partes que, a su vez, están organizadas en 8 capítulos diferenciados. En la primera parte se encuentra la presentación del estudio, en el se deja ver no sólo las motivaciones de la autora, sino también los antecedentes y el interés fundamental sobre él mismo. Abarca la introducción, descripción del problema y los objetivos.

En el segundo aparte se contempla el marco teórico sobre el que se sustenta este estudio. En él se presenta un panorama de la teoría de cambio conceptual, desde su bases filosóficas, retomando los planteamientos de Kuhn, Lakatos y Toulmin, igualmente se describe la teoría de cambio conceptual propuesta por Posner, Strike, Hewson y Gertzog en el año 1982, su correspondiente revisión y ampliación en el año 85 y 92 por parte de Strike y Posner e igualmente se describe la producción de Hewson y Beeth de los años 1995 y 1999. Además se realiza un estado del arte sobre las investigaciones que, bajo la teoría de cambio conceptual, se han preocupado por investigar el concepto de ecología conceptual o algunos de sus

componentes. Finalmente se describen diferentes perspectivas sobre la historia de conceptos, en las que se fundamenta metodológicamente la investigación.

La tercera parte corresponde al diseño metodológico. En él que se incluye una descripción del estudio, la forma como se seleccionaron los artículos y se establecieron los procedimientos y las técnicas de análisis.

En la cuarta parte se exponen los resultados y análisis, organizados de acuerdo a los objetivos de la investigación. Para ello se han trabajado tres momentos fundamentales: el primer momento va desde la emergencia del concepto de ecología en el campo de la biología, pasando luego por el análisis del concepto de ecología intelectual en Toulmin (campo de la filosofía de las ciencias) hasta llegar al análisis del concepto de ecología conceptual en la teoría de cambio conceptual (campo de la didáctica de las ciencias de perspectiva filosófica). El segundo momento constituye el análisis de la historicidad del concepto de ecología conceptual en la producción escrita de los investigadores que desarrollan la teoría del cambio conceptual. Un tercer momento, representa los análisis realizados en la producción escrita de los psicólogos cognitivos que trabajan en el ámbito de las representaciones.

La última parte, corresponde a las conclusiones y allí se intentan recoger los aportes que dan cuenta de la comprensión del concepto de ecología conceptual y su incidencia en el proceso de aprendizaje como cambio conceptual. A sí mismo se discuten las perspectivas futuras de investigación derivadas de los resultados de este trabajo.

## **PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO**

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. Planteamiento del problema y justificación**

En las dos últimas décadas los estudios en didáctica de las ciencias se han inspirado en investigaciones que se interesan por el proceso de aprendizaje de los estudiantes, interés que ha permitido la conformación de múltiples líneas de investigación como el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje significativo y el cambio conceptual. La teoría de cambio conceptual es para nosotros y de acuerdo con Duit (2002); el marco más poderoso para la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en los últimos 25 años, constituyéndose en una de las tramas teóricas que continuará animando la investigación e innovación en la didáctica de las ciencias en el ámbito internacional.

La teoría de cambio conceptual tiene una clara perspectiva epistemológica fundamentada en las ideas de epistemólogos de la ciencia como Kuhn y Lakatos. Es iniciada por el grupo de la *Universidad de Cornell* en el año de 1982 (Posner, G., Strike, K., Hewson, P., Gertzog, W.). En los años subsiguientes la teoría es ampliada por Strike, K. y Posner, G., (1985), Hewson, P. y Thorley, R., (1989) y revisada por Strike, K. y Posner, G., (1992), Hewson, P. y Beeth, M., (1995, 1999). De esta manera se conforma, un gran marco teórico, que se inspira en los aportes de la historia y filosofía de la ciencia y que ha suscitado un creciente interés por parte de la comunidad de investigadores.

Las agendas de investigación propuestas por Strike y Posner (1992) y por Duit y Goldberg (1992) proporcionan temáticas importantes para la

investigación en cambio conceptual. Dentro de las temáticas propuestas como parte de la agenda de investigación se encuentran: La ampliación de las conceptualizaciones sobre la ecología conceptual y la posibilidad de aumentar la consistencia del paradigma a través de la articulación con otras áreas del conocimiento.

Revisando la literatura internacional nos damos cuenta de que sólo tres investigaciones desarrollan específicamente el concepto de ecología conceptual Hewson (1982); Hulland y Munby (1994); Demastes, Good y Peebles, (1995). Situación que llama la atención pues el concepto de ecología conceptual es fundamental en los planteamientos de Posner et. al., (1992). Además se encuentran pocas investigaciones (Tobin & Tippin, 1996, Tyson et. al., 1997) que articulan la teoría de cambio conceptual de perspectiva epistemológica con otros campos, específicamente con desarrollos teóricos producidos en el campo de la psicología cognitiva.

Teniendo en cuenta esta necesidad y la importancia que reviste el concepto de ecología conceptual en el marco de la teoría de cambio conceptual, se considera pertinente investigar cómo el concepto de ecología conceptual puede recibir aportes de otros campos de conocimiento, a través de la construcción de un puente de comunicación entre la didáctica de la ciencia de perspectiva filosófica y la psicología cognitiva que permita dar consistencia al paradigma de cambio conceptual. Así cómo también pretende, – a partir del análisis conceptual–, ampliar la comprensión sobre el concepto de ecología conceptual y establecer su incidencia en la orientación del aprendizaje como cambio conceptual.

La importancia de la investigación se justifica por la formulación de la problemática dentro de la agenda de investigación en la teoría de cambio conceptual, por las pocas investigaciones realizadas por la comunidad

internacional y que tienen relación directa con el concepto de ecología conceptual y por su aporte en la ampliación de la teoría a través de la articulación con otros campos del conocimiento. Se posibilita además el desarrollo de futuras investigaciones en la aplicación de la teoría a contextos educativos.

Desde estos referentes, nuestra investigación tratará de encontrar posibles contribuciones de la psicología cognitiva que permitan ampliar y dar consistencia al paradigma del cambio conceptual,

## **2.2. Preguntas de investigación**

¿Cambia el significado del concepto de ecología, en la migración que este ha sufrido del campo conceptual de la biología, al de la filosofía de las ciencias y de éste al de la didáctica de las ciencias experimentales?

¿Qué revela la historicidad del concepto de ecología conceptual al rastrear la producción intelectual del Grupo de Posner, en el período 1982-1999?

¿Cuál es el significado y la relación entre los conceptos desarrollados por algunos autores del campo de la psicología cognitiva, con la ecología conceptual, y cuáles son sus aportes en la comprensión de este concepto?

¿De qué manera el trabajo de análisis conceptual permite ampliar la comprensión sobre el concepto de ecología conceptual y la incidencia en el aprendizaje como cambio conceptual?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3. 1. Objetivo General**

Realizar contribuciones orientadas a dar mayor consistencia al paradigma de cambio conceptual a través:

- del análisis de la historicidad del concepto de ecología conceptual en la producción teórica de Posner et. al.,
- del establecimiento de relaciones entre el concepto de ecología conceptual y conceptos desarrollados por algunos autores del campo de la psicología cognitiva.

#### **3. 2. Objetivos específicos**

1. Explorar el significado del concepto de ecología, en el campo conceptual de la biología, la filosofía de las ciencias y la didáctica de las ciencias experimentales.
2. Identificar los cambios o transformaciones que ha sufrido el concepto de ecología conceptual en su significación y en su articulación con otros conceptos en la producción intelectual Posner et. al, Strike y Posner, Hewson y Beeth, en el período 1982-1999.
3. Describir el significado de los conceptos, desarrollados por algunos autores del campo de la psicología cognitiva, hallando relaciones y posibles contribuciones al concepto de ecología conceptual.

4. Ampliar la comprensión sobre el concepto de ecología conceptual derivado del análisis teórico, mostrando su incidencia en el aprendizaje como cambio conceptual.

## **MARCO TEÓRICO**

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Introducción.**

En las últimas décadas las investigaciones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias han posibilitado el surgimiento de diferentes enfoques teóricos, dados a partir de la psicología y más recientemente de la filosofía de la ciencia. Anteriormente la filosofía racionalista era la encargada de encontrar criterios lógicos que permitieran distinguir lo racional a través de un método analítico y a priori. La psicología, se interesaba en descubrir leyes de aprendizaje a través de métodos empíricos y experimentales.

Recientemente se empiezan a generar una serie de cambios significativos en este ámbito; la filosofía analítica ahora es más descriptiva en sus aproximaciones a la racionalidad, y ha desarrollado un creciente interés por la historia de la ciencia enmarcada dentro de un pensamiento racionalista post-positivista. La psicología cognitiva también ha hecho parte de estos cambios, interesándose en descripciones sobre la racionalidad de manera similar a como lo han hecho los filósofos contemporáneos. Es así como es posible mirar a la filosofía y la psicología en una estrecha relación que, de acuerdo con Posner et al. (1982: 150), podrían ser reivindicadas como teorías complementarias.

Las primeras contribuciones en el campo de la psicología cognitiva nos muestran al epistemólogo genético Piaget (1974), quien plantea que los progresos y desarrollos del pensamiento del sujeto se determinan a partir de

etapas o estadios, en donde el individuo, de acuerdo con su edad y nivel de maduración cognitiva, asimila conceptos inicialmente en un plano concreto, hasta alcanzar una mayor comprensión de los mismos a través de la representación simbólica y el pensamiento abstracto.

Más adelante en los 70(s) y 80(s), las investigaciones en este mismo campo empiezan a centrar su interés básicamente en el conocimiento previo del sujeto. Los investigadores en didáctica de las ciencias entran a considerar que el sujeto posee una cierta estructura conceptual del mundo físico. Algunas teorías de aprendizaje, y específicamente la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel (1978), asumen las concepciones previas como fundamentales dentro del proceso de aprendizaje del sujeto. Igualmente, Driver (1973) afirma que la estructura conceptual posibilita la organización y significación de determinado dominio por parte del sujeto y que, además, dicha estructura juega un papel esencial en el aprendizaje.

Posner et al. (1982) autores de la teoría de cambio conceptual, también le han dado importancia a las concepciones que posee el sujeto. Según ellos, todos los esfuerzos investigativos en la exploración y reconocimiento de las ideas previas, no proporcionan hasta el momento resultados satisfactorios a la hora de determinar que es lo que cambia en el cambio conceptual.

En vista de la importancia que se ha dado, por parte de los investigadores en didáctica de las ciencias, a las concepciones de los estudiantes, en la época de los 80(s) y 90(s) comienzan a surgir diferentes modelos de aprendizaje enmarcados dentro de perspectivas cognitivas. Algunos de ellos dentro de enfoques constructivistas tratan de explicar la manera cómo puede ser posible producir el cambio en las concepciones previas o concepciones alternativas del individuo. Es este, el inicio o punto de partida de la teoría de cambio conceptual de perspectiva filosófica.

#### **4.2. La teoría de cambio conceptual de perspectiva filosófica.**

La teoría de cambio conceptual de perspectiva filosófica tiene como fuente de inspiración los planteamientos de Kuhn, Lakatos y Toulmin, epistemólogos que han incidido de manera notable en una comprensión diferente de la naturaleza del conocimiento.

La tesis de que en el desarrollo científico ocurren cambios profundos, cambios que revolucionan la perspectiva teórica se debe específicamente a Kuhn, (1971) quien intenta describir “la estructura esencial de la continua evolución de una ciencia”. Esta estructura puede verse reflejada a partir de ciertas etapas por las que debe pasar toda disciplina científica a lo largo de su desarrollo.

Según Kuhn la estructura comienza con una etapa *preparadigmática*, en esta coexisten diversas escuelas que compiten entre sí por el dominio de un cierto campo de investigación. Entre las escuelas se encuentran pocos acuerdos con respecto al objeto de estudio, los problemas que hay que resolver, las técnicas y procedimientos propios de la ciencia. Este período termina cuando el campo de investigación se unifica bajo un mismo marco de supuestos básicos, que denomina *paradigma*.

Es desde esta perspectiva que el concepto de paradigma cobra sentido, cuando en la comunidad de investigadores, estos llegan a considerar que uno de los enfoques es más prometedor que el otro, llevándolos a aceptarlo como la base de su propia investigación.

De acuerdo con Kuhn, el concepto de paradigma, puede utilizarse en dos sentidos, primero, como logro o realización concreta, y segundo, como conjunto de compromisos compartidos. Cuando se logra el consenso acerca de un paradigma de acuerdo al segundo sentido, se marca el inicio de una etapa de *ciencia normal*. Ciencia normal, es una actividad a través de la cual el enfoque teórico del paradigma aceptado, se va haciendo cada vez más preciso y mejor articulado, se trata entonces de desarrollar al máximo el potencial explicativo y predictivo del enfoque vigente.

En la investigación normal, el marco de supuestos no se considera problemático, ni sujeto a revisión; es aceptado por los investigadores sin discusión, el sentido y la medida del progreso, dentro de cada periodo de ciencia normal están bien definidos para la comunidad de especialistas.

Con respecto al segundo sentido, el papel que juegan los paradigmas en tanto logros concretos o soluciones ejemplares, resulta decisivo en el desarrollo de la investigación normal. Los científicos resuelven nuevos problemas, identifican datos y los juzgan como significativos al reconocer su semejanza con los ejemplares preparadigmáticos. De esta forma los paradigmas, en los dos sentidos, son imprescindibles dentro de la investigación en los periodos de ciencia normal.

La investigación normal, a partir de su creciente especialización, y extensión a otros campos, va conduciendo al planteamiento de nuevos problemas (anomalías) que se resisten a ser resueltos con las herramientas ya establecidas dentro del paradigma vigente, el surgimiento de esas anomalías conlleva a pensar que algo anda mal, y que se hacen necesario un cambio en los supuestos básicos que permita encontrar una solución. Es, en esta parte, cuando se pone en duda la eficacia del paradigma, que se llega a la etapa de *crisis*.

A partir de aquí, se da entonces paso a la etapa de *ciencia extraordinaria*, es decir, a la actividad de proponer estructuras teóricas alternativas que implican un rechazo o modificación de los supuestos aceptados hasta el momento. De esta manera puede llegarse a un cambio de paradigma, que Kuhn concibe como una *revolución*.

Los cuerpos de conocimiento separados por una revolución son inconmensurables, es decir, no pueden ser completamente traducibles entre sí, sus diferencias se encuentran específicamente en los compromisos básicos de los paradigmas: Diferencias en los criterios sobre legitimidad, orden de importancia de los problemas; diferencias en las leyes que se consideran fundamentales; diferencias en la red de conceptos a través de la cual se estructura el campo de investigación y se organiza la experiencia; diferencias en los supuestos sobre que entidades y procesos existen en la naturaleza y diferencias en los criterios de evaluación.

De esta manera, una vez que una disciplina científica ha alcanzado la madurez, pasa repetidamente a través de la secuencia: ciencia normal-crisis-revolución-nueva ciencia normal.

Presentadas las ideas anteriores sobre cómo se evidencia el cambio en los planteamientos de Kuhn, pasamos a las ideas de otro de los epistemólogos de la ciencia que al igual que el anterior influye significativamente en la teoría de cambio conceptual: Imre Lakatos.

Lakatos, no piensa la ciencia como un todo sino por el contrario piensa en *programas de investigación* particulares. Un programa de investigación puede ser caracterizado por un centro conceptual firme y un cinturón de protección. El cinturón de protección es el encargado de recibir los

cuestionamientos y defender el centro del programa de investigación, defensa que puede realizar a través de ajustes, reajustes y sustituciones. Por decisión metodológica el núcleo del programa es irrefutable, de ahí que las anomalías o contraejemplos sólo pueden producir cambios en el cinturón de protección de hipótesis auxiliares.

La heurística negativa del programa de investigación se refiere a aquello que durante el desarrollo del programa permite que el núcleo siga sin modificarse, es decir lo que impide que el centro firme sea sometido a contrastación. La heurística positiva indica cómo se ha de completar el núcleo para que sea capaz de explicar y predecir los fenómenos reales.

De acuerdo con Lakatos, se comparan programas de investigación que están en el mismo nivel, no es necesario generar anomalías como lo propone Kuhn, ya que para este último, sólo sirven para producir cambios en el cinturón protector. Pero entonces de acuerdo con Lakatos, ¿cuándo es posible que un programa de investigación tenga éxito? Sólo es posible si, a través del procedimiento antes descrito, la problemática progresa, de lo contrario, será un cambio regresivo. En tal sentido, la metodología de un programa de investigación posibilita hacer uso de una serie de criterios que permitirán evaluar los cambios posibles de un conjunto de suposiciones con respecto a otros.

Lakatos propone tres criterios para decidir si un programa de investigación es mejor que otro:

- La nueva teoría debe explicar todo lo que explicaba la teoría anterior.
- La nueva teoría debe tener un exceso de contenido empírico con respecto a la teoría anterior, es decir, la nueva teoría debe predecir hechos nuevos que la teoría anterior no predecía.

- La nueva teoría debe ser capaz de orientar a los científicos para que puedan comprobar empíricamente una parte al menos del nuevo contenido que ha sido capaz de predecir.

Conviene entonces señalar que para Lakatos la idea de conflicto se establece entre dos teorías de igual nivel: Una teoría interpretativa que suministra los hechos y una teoría explicativa que los explica, en Kuhn, por el contrario, la idea se sustenta en una relación entre teoría y hechos (anomalías). Soto, (2003) afirma que es posible pensar que los criterios de demarcación y progreso científico de Lakatos pueden inspirar una teoría de aprendizaje, idea que esta acorde con los planteamientos y desarrollos de Posner et. al., (1982) y en la que fundamenta su teoría de cambio conceptual.

Finalmente las ideas que los teóricos del cambio conceptual han retomado para fundamentar su teoría de aprendizaje se relaciona con la aceptación de nuevas teorías o programas de investigación, con las condiciones para tal aceptación (Kuhn) y con los criterios que indican que un programa de investigación es mejor que otro.

Dentro de este marco han de considerarse también los planteamientos de Stephen Toulmin, quien sustentado en las modificaciones epistemológicas que realiza Kuhn, trata de comprender la dinámica histórica del cambio conceptual. Plantea que todo cambio conceptual es una *microrevolución*. Sus consideraciones de que ningún sistema de conceptos y/o proposiciones pueden ser intrínsecamente racionales o tener una autonomía propia, posibilita pensar en una perspectiva evolutiva para el cambio. De acuerdo con Toulmin: "Se debe intentar observar las exigencias locales e inmediatas de cada situación intelectual y además tener presente las ventajas ligadas a diferentes novedades conceptuales" (1977, 160). De esta manera el método

racional en la ciencia deberá responder a la especificidad de cada situación intelectual.<sup>1</sup>

Asumimos que los planteamientos de Toulmin pueden servir de sustento en lo que respecta a una fuente para un problema científico. De acuerdo con este epistemólogo los problemas surgen, cuando las ideas entran en conflicto con la naturaleza o entre sí. Situación que permite una relación histórica entre la actitud del científico y el mundo de la naturaleza que ellos estudian. Se puede decir que Toulmin se opone a la propuesta de Kuhn, específicamente en lo que respecta a la radical concepción de cambio dentro de la perspectiva kuhniana, pues de acuerdo con Toulmin el concepto de revolución científica, es exageradamente profundo, pues entender la revolución como un cambio total, es como dar paso a un acto milagroso.

En la perspectiva toulminiana se trata de explicar no sólo el cambio sino también la estabilidad o continuidad de las ideas a lo largo de la ciencia. Una de las situaciones que se debe considerar como importante está relacionada con los factores que pueden explicar los cambios reales y cuáles serían las razones para considerar que la estabilidad es más natural que el cambio: Según Toulmin: “Los filósofos antiguos veían formas de juicio fijas y necesarias en todo el pensamiento racional, pero para nosotros tal constancia no es menos misteriosa que el cambio...” (1977: 107)

Tal afirmación debe llevar a considerar las posibles explicaciones que den cuenta tanto de los cambios de cierta profundidad, como de los cambios graduales y drásticos. De ahí que se considere necesario las explicaciones

<sup>1</sup> Toulmin (1977, 160) La situación intelectual es la sucesión precisa de problemas con que se enfrenta una ciencia, no refleja los dictados intemporales externos de la lógica, sino los hechos históricos transitorios de cada situación problemática particular.

evolutivas del cambio propuestas por Toulmin. Y de igual manera, él continúa diciendo:

«...Es necesario que podamos mostrar que un mismo conjunto de factores y consideraciones que interactúan de diversas maneras puedan usarse para explicar por qué nuestras formas de pensamiento, percepción, conceptos, patrones de juicio racional, principios a priori, etc., varían rápidamente en algunos casos y en otros permanecen inmutables » (1977: 109)

Desde esta perspectiva Toulmin reformula el concepto de racionalidad, pues para él, pueden ser muchos los procedimientos, conceptos y métodos de representación independientes, que son usados comúnmente a la hora de alcanzar los objetivos propios de una disciplina.

Considera que la relatividad de los juicios humanos, afecta de igual forma la moral, las relaciones personales, los juicios, los conceptos y las ideas científicas; posición relativista en la que el hombre reconoce la forma como organiza su vida e interpreta su experiencia; no solamente desde su naturaleza humana universal, o de la evidencia intuitiva, sino también, de acuerdo al momento histórico en que nació y del lugar en el que vivió.

Y es así, que los cambios conceptuales en la ciencia pueden darse, partiendo de las consideraciones sobre la naturaleza de la relación entre la disciplina de una empresa científica y su aspecto humano. En este contexto, es posible abordar la problemática atendiendo a un enfoque histórico y filosófico; en el primero de los casos, asegura él, se podría tener un enfoque histórico internalista cuyos planteamientos están concentrados en los cambios de contenido de una disciplina científica y, en un enfoque externalista en donde se busca determinar los cambios a partir de la relación entre ciencia y contexto social; así mismo, el enfoque filosófico lleva a tratar

de dar cuenta del papel respectivo de las razones y las causas en el desarrollo histórico de la ciencia.

Toulmin pretende poner en consideración (en forma metafórica con respecto a la biología), lo que él asume como *evolución intelectual*. Al respecto dice que es posible extender la terminología ecológica a la evolución intelectual por la gran cantidad de semejanzas entre la explicación ecológica del cambio orgánico y la explicación disciplinaria del desarrollo intelectual. De ahí que afirma: “El desarrollo conceptual se concentra en las relaciones ecológicas entre los conceptos colectivos de los hombres; así como también en las relaciones cambiantes que estos conceptos sufren cuando se llevan a la práctica.” (1972: 106).

Se entiende entonces, de acuerdo con el planteamiento anterior, que dentro de la historia intelectual toda situación problemática real posibilita la creación de diferentes consideraciones que permiten la innovación intelectual, pero estas consideraciones dependen en cierta medida de otras ideas y de características externas ya sea de situaciones sociales o físicas. En este punto, es pertinente estudiar los cambios conceptuales como procesos, tratando de entender el curso histórico que tomaron a partir de las realizaciones, y donde la pregunta sobre ¿cómo los nuevos conceptos pueden aprovechar las oportunidades intelectuales de cada situación? cobra importancia.

Sólo así es posible evidenciar la influencia de las formas de razonamiento, percepción, principios a priori, juicios racionales que tienen los científicos y que determinan cambios y permanencias en la ciencia. En la perspectiva de Toulmin las preguntas sobre: ¿Por qué el cambio conceptual puede darse en algunas ocasiones mientras que en otras permanece inmutable?, y ¿En qué ocasiones y por cuáles procedimientos los conceptos colectivos de la ciencia

pueden cambiar y desplazar a otros? constituyen puntos neurálgicos dentro de la investigación en cambio conceptual y deben llevarnos a entender no sólo los procesos históricos por los cuales familias de conceptos (entendidos como aquellos conceptos de uso colectivo) se generan y aplican; sino también cómo estos conceptos y creencias pueden sufrir modificaciones en su estatus.

#### 4.3. La teoría de cambio conceptual en la didáctica de las ciencias experimentales. (Posner et. al.)

Según Posner et al. (1982), la explicación sobre el cambio conceptual en la ciencia propuesta por epistemólogos como Kuhn y Lakatos puede servir de explicación para fundamentar una teoría de aprendizaje. Esta analogía es posible si se asume el aprendizaje como una actividad racional; actividad que en esta perspectiva es entendida como el conjunto de condiciones bajo las cuales una persona puede cambiar sus ideas, semejante a un proceso de investigación, en donde lo que interesa es determinar si un programa de investigación es mejor que otro, o si un paradigma tiene mayor poder explicativo que otro.

Estas bases epistemológicas conllevan, además, a mirar el trabajo empírico de manera diferente, ya que desde esta óptica las habilidades del estudiante para aprender, dependerán de las concepciones que ellos tienen derivadas de la experiencia. Tal punto de vista es contrario al empirismo tradicional, que asume que las concepciones no son relevantes, ni necesarias en el aprendizaje, perspectiva en la que el individuo es considerado como una *tabula rasa*, que va acumulando experiencias.

Respecto al aprendizaje, Posner et. al. (1982), plantean un punto de vista sustancialmente diferente al tradicional. Desde sus planteamientos el aprendizaje se considera como una transformación del conocimiento, en donde las nuevas ideas no se adicionan sino que interactúan con otras ideas que hacen parte de la estructura conceptual vigente.

Esta mirada diferente sobre el aprendizaje, entendido como actividad racional que caracteriza a estos autores, sumado a los aportes que ellos destacan, permiten que en la teoría, la *concepción previa* se resalte como concepto inspirador, porque en torno a éste subyace la pregunta acerca de ¿por qué, las concepciones del individuo se muestran consistentes y sólidas, incluso después de un proceso de instrucción?

#### *4.3.1 La teoría de cambio conceptual en sus inicios.*

En relación con la pregunta anterior, en el año de 1982 Posner et al, comienzan indagando por las cosas que cambian en el proceso de aprendizaje. Ellos afirman que lo que cambia en el cambio conceptual, son las *concepciones*. En la presentación inicial de la teoría, explican cómo en el aprendizaje pueden darse cambios radicales, entendidos como los cambios en las estructuras conceptuales de los sujetos (acomodación), y cambios periféricos, es decir, redistribuciones conceptuales (*asimilación*). En su propuesta dan una mayor relevancia a los cambios radicales; y en torno a ello, a la pregunta sobre: cómo puede darse el proceso de acomodación.

Esta pregunta remite a las condiciones kuhnianas, básicamente, a las condiciones bajo las cuales es posible cambiar un paradigma por otro. Posner et.al. (1982) consideran que ellas pueden aplicarse análogamente en el aprendizaje, así:

*Insatisfacción con las concepciones*: Esta insatisfacción se puede generar a través de anomalías, que actuarían haciendo perder la fe sobre la capacidad explicativa de las concepciones existentes.

La *inteligibilidad* de la nueva concepción: actúa como condición necesaria más no suficiente, para generar el cambio conceptual. Está dirigida a la comprensión de la nueva concepción específicamente en lo que respecta a términos, símbolos y sintaxis. La inteligibilidad no consiste en el significado de las palabras o símbolos, por el contrario requiere de construcciones e identificaciones coherentes.

La *plausibilidad* de la nueva concepción; esta relacionada con la posibilidad de ver la nueva concepción coherente con los componentes de la ecología conceptual (compromisos epistemológicos, creencias metafísicas, entre otras).

La *fructificabilidad* de la nueva concepción; alude a la posibilidad de aplicar las nuevas concepciones del mundo para interpretar su experiencia.

Desde los anteriores planteamientos el concepto de *ecología conceptual* posibilita, entonces, entender la escogencia y acomodación de las nuevas ideas. Este concepto, tomado del concepto de ecología intelectual de Toulmin, es definido como el ambiente intelectual en donde una persona vive el que favorece el desarrollo de los conceptos centrales e inhibe el desarrollo de otros. Posner et al., (1982) afirman que es el eje central que hace posible la acomodación y, específicamente, lo ligan a los cambios radicales. Exponen, además, que la ecología conceptual influencia directamente el proceso de acomodación y sugieren cinco componentes:

Las *anomalías* son consideradas como aquellos aspectos o situaciones que salen del marco de explicación de una persona. Ejemplificando se podría encontrar una situación en la que un estudiante debe explicar la curvatura del espacio-tiempo, esta situación se sale del marco de explicación, pues no es costumbre para él acceder a ellas en su cotidianidad, lo que impide comprenderlas.

Las *analogías y metáforas* son esenciales para sugerir nuevas ideas y para hacer que sean entendibles. Por ejemplo, cuando se le presenta a un estudiante la analogía de un globo inflándose con unas cuantas monedas pegadas a la superficie se quiere análogamente representar, como las monedas por sí solas no se mueven, sino que es el globo el que al inflarse las separa, tal analogía permite explicar cómo el universo se expande aumentando la separación entre las galaxias sin que estas se muevan.

Los *compromisos epistemológicos* pueden ser ideas exploratorias, visiones, temas que constituyen explicaciones satisfactorias y visiones generales sobre el conocimiento. Hacen alusión a ciertos estándares que permiten identificar si una teoría es *parsimoniosa, elegante, económica* y, de ahí, que a partir de estos rasgos la teoría pueda ser aceptada o no. Se entiende, entonces, por parsimonia si la teoría es moderada en sus explicaciones, cuando no trata de abarcar más de lo que puede. Se caracteriza además como elegante cuando tiene buen gusto y como económica si es moderada en sus planteamientos.

Por ejemplo, cuando el estudiante piensa que el método científico es un conjunto de pasos a seguir para buscar la verdad, que el conocimiento científico es una fiel copia de la naturaleza, o que las preguntas científicas se elaboran a través de un proceso baconiano de observación de hechos más que un proceso de construcción de teorías que toma en cuenta las

observaciones empíricas, son algunos de los compromisos que el estudiante utiliza a la hora de dar explicaciones y que subyacen en él.

Las *creencias y conceptos metafísicos*. Están referidas al conjunto de creencias de la ciencia como el orden, la simetría y la no aleatoriedad del universo, importantes en el trabajo científico y que desde, el punto de vista epistemológico, permiten que se rechace o acepte determinado tipo de explicación. Por su parte, los conceptos metafísicos son conceptos que no tienen cualidades físicas, son creencias de la naturaleza última del conocimiento y son inmunes a refutación empírica. Por ejemplo, el hecho de que un estudiante rechace la idea de que un cuerpo cualquiera pueda realizar una fuerza hacia arriba sobre otro cuerpo que se encuentra encima de él, ya que tal situación lo lleva a pensar que su explicación contradice la creencia metafísica que él tiene sobre los objetos inanimados, pues piensa si puede ser posible que ese cuerpo decida cuanta fuerza tiene que hacer para sostener al otro, si es un objeto inanimado.

Los *conocimientos de otros campos y los conceptos que compiten* hacen alusión a cómo nuevas ideas pueden ser compatibles con otras o cuáles son las condiciones para seleccionar conceptos que son más prometedores que otros, es decir más explicativos.

#### **4.3.2. Ampliación y revisión de la teoría de cambio conceptual.**

En el año de 1985, Strike y Posner precisan una ampliación de su teoría y en el año de 1992 ellos mismos publican una revisión de la propuesta inicial. Tienen en cuenta algunas de las críticas, realizadas por la comunidad internacional de didactas de la ciencia, sobre su teoría de aprendizaje inicialmente propuesta. Una de las críticas esta relacionada con el hecho de

considerar que la ecología conceptual no tiene en cuenta variables motivacionales y afectivas. Para ellos el aprendizaje es una actividad racional que puede depender de aspectos motivacionales; sin embargo, afirman que lo que les interesa estudiar, no son los factores de los que depende el aprendizaje, sino más bien, qué es el aprendizaje. (Strike y Posner, 1985).

También replantean el cambio radical o acomodación, en términos de considerar que también pueden ser cambios graduales, en donde una fase pueda servir de base para otra y así sucesivamente.

En la ampliación de la teoría (Strike y Posner, 1985) plantean que en la ecología conceptual deben considerarse dos componentes más: los *ejemplares e imágenes*; es decir, ejemplos prototipo, experimentos mentales, imágenes y objetos articulados artificialmente. Como cuando un estudiante acepta la afirmación de que una mesa puede ejercer una fuerza hacia arriba sobre un bloque que esta sobre ella, se debe a la comprensión que él sobre la explicación del estado de reposo del bloque, en donde considera la existencia de un par de fuerzas que se compensan, dicha explicación es debida a otros ejemplos, en donde, el compromiso epistemológico está en determinar que ejemplos similares exigen explicaciones similares.

El otro componente que se adiciona en esta revisión es La *experiencia anterior*, es decir, la concepción nueva que parezca contradecir la experiencia pasada, posiblemente no sea aceptada por el estudiante. Así, por ejemplo, cuando se pide al estudiante que comprenda y aplique el principio de relatividad, se encuentra una gran resistencia por parte del estudiante porque contradice la concepción del tiempo y espacio absoluto que siempre utiliza para dar sus explicaciones y que, además, le funcionan de acuerdo a su experiencia anterior.

En la revisión de la teoría, la ecología conceptual se considera ahora como la interacción dinámica entre la estructura de conocimiento y el ambiente intelectual en el cual vive el sujeto. De ahí que ya no sea posible ver la ecología como el conjunto de artefactos cognitivos que permiten ayudar a comprender el proceso de acomodación, sino que, por el contrario, ahora ocupa el lugar de concepto inspirador; pues es aquello que cambia en el cambio conceptual.

Desde este punto se sientan las bases para replantear la teoría de cambio conceptual, específicamente en lo que concierne a los siguientes aspectos:

- La posibilidad de considerar las concepciones como parte constitutiva de la ecología conceptual.
- La posibilidad de incluir los aspectos afectivos y sociales en la ecología conceptual.

De acuerdo con Soto (2003), y a partir de la agenda propuesta por Strike y Posner (1992), estos aspectos sirven para proponer líneas de trabajo, que pueden mirarse a partir de dos frentes:

- Las fuentes de las concepciones previas a la instrucción: Si el interés es indagar por las componentes de la ecología conceptual, entonces será necesario indagar por la historia de su desarrollo, investigando la forma como los niños las adquieren en edades tempranas.
- La ampliación de los factores que componen la ecología conceptual, pues es necesario adelantar trabajos que vayan más allá de los criterios de racionalidad que se han dado en la literatura en filosofía de

las ciencias y así poder incorporar las actitudes y percepciones de los estudiantes.

Posteriormente, la teoría de cambio conceptual es revisada y ampliada por Hewson y Beeth, 1995. En esta revisión se incluye el concepto de *captura conceptual*, entendida como el proceso por el cual una persona incorpora una nueva concepción reconciliándola con las ya existentes. La propuesta plantea las bases para desarrollar estrategias instruccionales que puedan ayudar a llevar la teoría al aula de clases.

Hewson y Beeth (1995) se interesan por lo que sucede con la nueva concepción. Afirman que pueden existir tres caminos o vías posibles: la memorización mecánica, el reemplazo de la concepción (C) por la concepción (C') y la reconciliación de la concepción (C') con la que ya existe (C), por procesos de captura conceptual. De acuerdo con sus planteamientos, la reconciliación es el proceso por el cual una persona le da significado a las nuevas concepciones, es decir reconciliar dos concepciones implica la realización de inferencias significativas entre ellas, es decir, (C') no se contradice con (C).

Esto lo lleva a considerar tal y como lo propone la teoría en su concepción inicial, las condiciones que permiten determinar que pasa con (C'),:

- Inteligibilidad: Con respecto a ella se pregunta acerca de sí ¿saben las personas lo que significa la nueva concepción? o ¿pueden construir una representación coherente de ella y ver su consistencia interna?
- Plausibilidad inicial: ¿Es la concepción reconciliable con otra?
- Fructifibilidad: ¿Tiene aplicabilidad en futuras investigaciones?

La respuesta a estas preguntas se resume en lo que él considera como el estatus que adquiere una concepción, de ahí que exponga la siguiente clasificación:

- Una concepción no tiene estatus cuando no es inteligible, así sea plausible o fructífera.
- Una concepción tiene estatus I, cuando es inteligible, pero no es plausible ni fructífera.
- Una concepción tiene estatus IP, cuando es inteligible, plausible y no es fructífera.
- Una concepción tiene estatus IPF, cuando es inteligible, plausible y fructífera.

En los planteamientos de Hewson y Beeth, se asume que una concepción no puede cambiar de estatus espontáneamente, se hace necesario la generación de una insatisfacción y, a partir, de ahí se determina si (C) y (C') son reconciliables. La posibilidad de que las concepciones bajen o eleven su estatus, influyen en el rechazo o aceptación de la nueva concepción. El estatus sólo puede elevarse cuando la inteligibilidad, plausibilidad y fructifilidad son satisfechas.

En el modelo instruccional se propone entonces que las acciones del docente deben ir encaminadas a bajar el estatus de las concepciones indeseables y elevar el estatus de las deseables.

#### **4.4. La producción científica en ecología conceptual.**

Según lo reseñado por Soto (2003), sobre los trabajos que se plantean en la línea de investigación en ecología conceptual, tenemos la investigación

realizada por Demastes, Good y Peebles (1995), en donde es posible dilucidar algunas preguntas que hacen referencia a la utilidad de la teoría de cambio conceptual en la explicación de datos empíricos sobre la ecología conceptual de los estudiantes.

Demastes, Good y Peebles (1995) llevan a cabo un estudio de caso con estudiantes de Educación Secundaria, en donde se trabaja sobre el concepto de evolución. Ellos, en su investigación proponen, 6 componentes de la ecología conceptual; ellos son: Las concepciones previas, las orientaciones científicas, la epistemología científica, las visiones sobre el mundo biológico; las orientaciones religiosas y la teoría evolutiva aceptada por el aprendiz. Destacan, además, que la teoría de cambio conceptual debe revisarse con el fin de posibilitar la introducción de otras variables como las variables afectivas que empíricamente han sido demostradas como variables que influyen el aprendizaje.

De acuerdo con lo anterior, el estudio de Demastes, Good y Peebles (1995) concluye que, las ecologías conceptuales pueden variar de individuo a individuo, y que además depende de la estructura conceptual, los compromisos epistemológicos, las orientaciones científicas y religiosas, la visión del mundo que tienen los individuos y la aceptación de una nueva teoría. Adicionalmente también es posible pensar que la ecología conceptual varía de acuerdo a los niveles de maduración de los individuos.

Resulta también fundamental considerar que el estudio realizado por los autores puede ser extendido a otras áreas del conocimiento y no simplemente al tema de la evolución, que fue la temática escogida por ellos.

Otro de los estudios sobre ecología conceptual es el realizado por Hewson, (1982). En esta investigación, Hewson parte de la importancia de tener en

cuenta el conocimiento previo de las personas en el aprendizaje de las ciencias. En este estudio de casos se investiga el papel que juegan las creencias en la aceptación de la teoría especial de la relatividad, tratando de mostrar el papel significativo que juegan las creencias metafísicas en el aprendizaje como cambio conceptual.

La investigación busca a través de una primera entrevista realizada a un profesor graduado en física, determinar los compromisos epistemológicos y creencias metafísicas y la forma como éstos son usados para aceptar situaciones intuitivas con respecto a la teoría especial de la relatividad. En una segunda entrevista, realizada 4 meses después, se trata de explorar cómo estos compromisos y creencias se mantienen. Y, por último, en una tercera entrevista realizada diez días más tarde, se busca determinar si ocurren cambios en las creencias y compromisos.

Finalmente el estudio concluye que las concepciones de los individuos incluyen creencias metafísicas y compromisos epistemológicos que juegan un rol importante a la hora de comprender la compleja estructura de la teoría especial de la relatividad.

Holland y Munby (1994), es una investigación en la que, explícitamente, desarrollan el concepto de ecología conceptual; para los autores la teoría de cambio conceptual de Posner et. al., (1992) es un gran marco para el estudio de la ecología conceptual específicamente en la Heurística que emplean los niños. El análisis se realiza con dos niños que asisten a un campamento de verano por un período de dos semanas. El estudio muestra que los dos niños utilizan heurísticas diferentes cuando tratan de darle sentido a las cosas o a los fenómenos naturales. Una de ellas es reconociblemente una heurística científica, mientras que la otra involucra la generación de metáforas e historias personales. De ahí que el estudio asuma la importancia

de tener presente la heurística en la ecología conceptual y el cambio conceptual, como una manera de proporcionar un contexto en el cual el cambio conceptual ocurra y tome significado.

Otros autores se han interesado en el cambio conceptual en relación con los contextos socio-culturales, como Hewson, (1988); quien investiga las diferencias en el conocimiento en países en vías de desarrollo, determinando los factores que afectan el crecimiento individual y grupal del conocimiento y las implicaciones de esas ideas en la enseñanza de la ciencia. De la misma manera Cobern, (1993); investiga acerca de las creencias que tienen los estudiantes sobre el mundo que les rodea y observa la influencia que han tenido los estudios sobre ciencia en esas creencias. Tyson, Venville, Harrison y Treagust (1997), examinan en la literatura los diferentes usos del término, cambio conceptual y, revisan varias perspectivas contemporáneas que proponen que los cambios en las estructuras de conocimiento de los estudiantes pueden ser mirados como cambios ontológicos, epistemológicos o socioafectivos.

De la misma manera se han desarrollado investigaciones que relacionan el cambio conceptual y los aspectos motivacionales como la de Beeth y Hewson, (1999) que proporciona con detalle el acercamiento a los procesos de instrucción de la hermana Hennessey, acercamiento que puede ayudar a entender como ella facilita el aprendizaje como cambio conceptual a través de metas de aprendizaje, y la de Hynd, Alvermann y Qian (1995), en donde se investigan los cambios en las concepciones de los profesores en formación sobre el movimiento de proyectiles, utilizando la combinación de lecturas y demostraciones.

También se han considerado Investigaciones sobre el cambio conceptual y que desarrollan algunas de las componentes de la ecología conceptual:

Brown, (1992) en este artículo se muestra la efectividad y la forma como se utilizan las analogías y los ejemplos en la enseñanza para promover el cambio conceptual, además trata de determinar aquellas situaciones que posibilitan la retención de las missconception. De la misma manera en el artículo de 1993 de Brown, se construye un marco que permite mirar el efecto de las analogías sobre las concepciones de los estudiantes. Así mismo, Dagher, Z. (1994), revisa las contribuciones del uso de analogías en el cambio conceptual, a través de diferentes investigaciones. El rol de la analogía no sólo está en relación con el desarrollo de los conceptos específicos de la ciencia, sino que también promueven la creatividad, las apreciaciones estéticas y las actitudes positivas.

Adicionalmente Thomas, G. y Campbell, M. (2001); Se interesan en investigar los efectos del uso de la metáfora en el aprendizaje metacognitivo, mostrando que existen factores contextuales determinantes en los estudiantes que enlazan sus procesos de aprendizaje con la metacognición, destacándose así el uso de la metáfora como medio para desarrollar un lenguaje de aprendizaje en la clase, y Zeidler (1997); en su estudio sobre; "El papel de las falacias", asume el modelo de cambio conceptual desde una perspectiva social constructivista. Examinando las falacias de la argumentación y los patrones del discurso que son revelados por los estudiantes y como ellos mismos forman sus razonamientos sociales y científicos.

Desde la tradición psicológica se encuentran importantes aportes de otros autores como: Slotta, Chi y Joram, 1995; Chi, Slotta y De Leeuw, 1994; Vosniadou, 1994; Vosniadou y Brewer; 1992, 1994; quienes se han interesado en investigar sobre las representaciones externas, desde la perspectiva del cambio conceptual y que tienen relación con la ecología conceptual.

#### **4.5. Producción en historia conceptual.**

En la perspectiva de fundamentar el diseño metodológico de la investigación, se hace necesario comprender la historia conceptual a partir de lo planteado por autores como Gadamer, H., Koselleck, R., Foucault, M. y Canguilhem, G.

De acuerdo con Villacañas, J. y Oncina, F. (1997), la historia conceptual se dice y se práctica de muchas maneras, de ahí que sea necesario mirar su genealogía para comprender sus diversos sentidos.

Surge en el siglo XVIII, pero es en el siglo XX que alcanza su rango filosófico, actualmente se entiende como instrumento metodológico que tiene total autonomía, específicamente cuando se integra a la filosofía, concebida como una comprensión del mundo natural y social, que valora la eficacia histórica de los conceptos y aprecia su uso en un contexto significativo.

La historia de conceptos tradicional surge en los años 50(s), su promotor, es Gadamer. Pero es en 1965 que Lübbe, publica el libro sobre: *secularización historia de un concepto*, aplicando este método al concepto de secularización, declara que su libro es una investigación histórico conceptual de las funciones cambiantes que ha cumplido el concepto de secularización como programa y lema, como categoría descriptiva de procesos sociales o como esquema de interpretación -crítico de la civilización- de la historia moderna de Europa hasta hoy. Esta historia conceptual, de acuerdo con él, presupone que: «los conceptos no son magnitudes eternas atemporales, sino momentos de contextos categoriales que cambian» (1997: 15)

Gadamer, H. (1997), precursor de la historia de conceptos, afirma que la historia conceptual consiste en seguir un movimiento que siempre rebasa el uso lingüístico y el empleo ordinario de las palabras. Se constituye más bien, en la historia de las impurezas que a lo largo de su uso el concepto ha ido recogiendo.

Afirma además en su libro: "la historia conceptual y el lenguaje de la filosofía" que los conceptos no pueden limitarse a meras palabras, ya que tanto estos, como las palabras son importantes, en la función de orientar la tradición lingüística del mundo, de esta manera, Gadamer resalta las ventajas del carácter metafórico de los conceptos abstractos, ya que, los conceptos no pueden vivir sin la protección de la tradición.

Él considera que, los conceptos son como registros de la realidad y a la vez se constituyen en factores de cambio de esa realidad. Esta lejos de reducir los conceptos a función, tal y como ocurre en el discurso científico, por eso afirma que no se puede limitar la historia conceptual a la deducción de palabras conceptuales, ni al hallazgo de una definición a semejanza del uso científico del lenguaje.

Para Koselleck, R. (1997), los conceptos poseen su historia y esta es a su vez rastreable a través de todos los tiempos, su postura lo lleva a establecer diferencias entre palabras y conceptos. De ahí que considere que la historia de un concepto es un procedimiento necesario que conlleva a la construcción de su historia social, siendo pues fundamental, no sólo describir las luchas sociales, sino además los sujetos que hacen parte de esa lucha. De no ser así la historia conceptual se quedaría relegada a una mera crítica de fuentes.

Prioriza los conceptos aduciendo que con ellos es posible establecer el horizonte y el límite de la experiencia, pues pueden suministrar el

conocimiento que no es posible extraer del análisis de la propia de situación fáctica. Utiliza la historia conceptual como un procedimiento auxiliar de la investigación histórica y en cierto modo de la ciencia social, ya que, la historia se condensa en los conceptos como medio de elaboración de la experiencia humana y estos a su vez poseen una historia que se puede rastrear a través de todos los tiempos. Constituyéndose en los dos pilares fundamentales de la historia conceptual.

Para Foucault, M. (1978), la historia de conceptos, es una historia arqueológica, es decir, una historia de las formaciones discursivas, entendida como la regularidad propia de un sistema de enunciados. Su descripción trata de fijar como pueden los elementos recurrentes reaparecer, dissociarse, recomponerse, ganar en extensión o en determinación, volver a ser tomados en nuevas estructuras lógicas, adquirir nuevos contenidos semánticos o constituir entre ellos organizaciones parciales.

Para él, los conceptos de una disciplina no obedecen a condiciones tan rigurosas, su historia no es piedra a piedra la construcción de un edificio, es necesario describir la organización del campo de enunciados en el que aparecen y circulan, por ejemplo a través de la historia, los conceptos se pueden dejar de utilizar, otros aparecen, otros aún se forman más tarde.

Canguilhem, G. (1980) considera que la historia de un concepto no es un todo y por todo, la de su acendramiento progresivo de su racionalidad, sino la de sus diversos campos de constitución y validez, la de sus reglas de uso, y medios teóricos donde su elaboración se ha realizado y acabado.

Desde estas consideraciones la historia conceptual se constituye en un ente metodológico autónomo para la teoría filosófica, que permite evidenciar los cambios o transformaciones que sufre un concepto, su problemática o las

condiciones a partir de las cuales dicho concepto cobra sentido. Esta metodología hace posible clarificar sentidos, desarrollos, cambios en significación y relaciones, es decir, reconstruir su historicidad.

El valor que Canguilhem da al documento es evidente, pues considera que desde que existe una disciplina como la historia, esta se encarga de utilizarlos, los interroga acerca de lo quieren decir, si son sinceros o falsificables, bien informados o ignorantes, auténticos o alterados, todo esto con el único fin de reconstruir a partir de lo que ellos dicen, el pasado del que emanan los conceptos.

Es así entonces como, en palabras del propio Canguilhem, la historia conceptual posibilita la organización de los documentos, los recorta, los redistribuye, los ordena, los reparte en niveles, establece series, permite distinguir lo que es pertinente de lo que no lo es, fija elementos, define unidades, describe relaciones. La historia se encarga de problematizar las series, los cortes, los límites, desniveles, los desfases, las especificidades cronológicas, las formas singulares y los tipos posibles de relación.

Hasta este punto se ha construido un breve marco teórico, base y soporte de la investigación, en los primeros capítulos se han expuesto las principales aportaciones en el ámbito del cambio conceptual, especialmente en lo que respecta a su fundamentación filosófica, propuesta inicial, ampliación y revisión de la teoría de cambio conceptual y, finalmente se han revisado algunas de las investigaciones sobre ecología conceptual o que desarrollan algún componente e igualmente se revisaron diferentes perspectivas sobre la historia de conceptos, con miras a fundamentar el diseño metodológico de la investigación.

## **METODOLOGÍA**

A continuación haremos la presentación de la metodología que se utilizó para conducir el análisis, las fuentes consultadas, criterios de selección de la muestra y las correspondientes categorías de análisis. A partir de esta información se abordó el análisis y la correspondiente presentación de los resultados, los que se han agrupado en cuatro partes atendiendo a los objetivos específicos de la investigación.

La discusión de los resultados estará entonces dirigida a dar respuesta a los preguntas formuladas para la investigación, finalizando el informe, explicando a manera de conclusión, como fue posible ampliar nuestra comprensión del concepto de ecología conceptual y su incidencia en el proceso de aprendizaje como cambio conceptual.

## **5. MÉTODO.**

Esta investigación se ubica en el marco de investigación documental y tiene como objeto de estudio *la producción científica, generada en torno al concepto de ecología conceptual*. Se utiliza como técnica, el análisis de contenido, pues ofrece la posibilidad de investigar sobre la naturaleza del discurso, utilizando como instrumentos de compendio de datos los documentos.

Este tipo de investigación consiste en la construcción histórica del concepto, a partir de un dialogo de saberes que hace posible el hallazgo de nuevas comprensiones y resignificaciones. En este abordaje metodológico el concepto se estudia de manera reflexiva, ofreciendo elementos de análisis para aquellos trabajos que buscan dar una mayor consistencia al paradigma, dentro de la línea de investigación en cambio conceptual.

Metodológicamente utilizaremos, de una parte, el análisis de la historia conceptual, porque se constituye en un elemento organizador de la información, y, al mismo tiempo, es organizada y transformada a la luz del análisis de la historia del concepto, que en este caso, es el de ecología conceptual. La historia conceptual es, como lo señala Villacañas y Oncina,

“...la historia conceptual actual se entiende a sí misma como un instrumento metodológico autónomo para la teoría filosófica, ...»

Y continua diciendo:

«...pues se integra a la filosofía, concebida como una comprensión racional del mundo natural y social, al acreditar la eficacia histórica de los conceptos y aquilatar su uso en un contexto significativo. (1997, 17)

Esta investigación pretende estudiar, entre otros aspectos, el significado del concepto de ecología en la migración que este ha sufrido de un campo conceptual a otro y, las variaciones que ha tenido el concepto de ecología conceptual en un periodo de tiempo (1982 a 1999). De esta manera, es posible clarificar sentidos, desarrollos, cambios en su significación, relaciones con otros conceptos; lo cual conduce a un análisis de su historicidad que permite reconstruir la vigencia del concepto. Este tipo de trabajos genera condiciones de posibilidad para que los autores u otros investigadores de este campo teórico se pronuncien sobre él mismo, tejiendo nuevas elaboraciones conducentes a ampliar, delimitar, comparar y diferenciar, los conceptos centrales de la teoría.

El análisis de la historicidad del concepto se configura a partir de la revisión, en la producción científica escrita de los autores que plantearon las ideas seminales sobre el cambio conceptual, de puntos de quiebre, permanencias, variaciones, convergencias o divergencias, que configuran, o bien, aquello

que podrían resignificar, enriquecer o cambiar el concepto de ecología conceptual.

En conclusión, el objeto de análisis es entonces el concepto de ecología conceptual, visto en las relaciones que establece con conceptos que se encuentran dentro de su propio campo (didáctica de las ciencias de perspectiva filosófica) y con otros campos de conocimiento (biología, filosofía de las ciencias y psicología cognitiva).

Para lograr el primer y el segundo objetivo de esta investigación se seleccionaron los artículos que constituyen las fuentes primarias de la investigación. Esta selección de datos primarios tiene como propósito configurar un banco de documentos, base y soporte de la investigación.

### **5.1. Documentos como objetos de análisis.**

El universo se conformó a partir de la elección de documentos, procediéndose así a la constitución del corpus, para ser sometido a los procedimientos analíticos. La constitución de este corpus implicó inicialmente una búsqueda de los documentos que son objeto de análisis, se realizó en primera instancia en forma manual y se posteriormente a través de una búsqueda on-line en la base de datos ERIC, los descriptores fueron: *change conceptual and ecology conceptual*. Se encontraron 27 registros, consistentes con los criterios de elección. La búsqueda se dirigió a los journals en *didáctica de las ciencias* que tienen el mayor reconocimiento académico en el ámbito internacional. Las revistas seleccionadas fueron: International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching, Science Education y Journal curriculum studies. El periodo escogido para realizar la revisión fue de 1982-1999.

De los 27 artículos encontrados, se seleccionaron 10 que correspondían específicamente a los autores que nos interesa estudiar, Posner, G., Strike, K., Hewson, P., Gertzog, W., Hewson, M., Beeth, M. y que además cumplen con las reglas de constitución del corpus como son: exhaustividad, representatividad, homogeneidad y pertinencia.

En cuanto al concepto de ecología en la biología se eligieron también algunos textos y artículos sobre ecología como: El conocimiento de la vida de Canguilhem, G., (1980) Ecología, estructura y función de la naturaleza de Odum, E., (1997), Origen de las especies de Darwin, Ch., (1995), Fisiología Zoológica, Lamarck, J., (1971), Ecología un puente entre ciencia y sociedad de Odum, E., Sarmiento, F., (1998) y para el análisis en la filosofía de la ciencias el texto "La comprensión Humana" de Toulmin, S., (1977). Estos textos y artículos se eligieron atendiendo a reglas de representatividad, homogeneidad y pertinencia.

Igualmente, se seleccionaron otros artículos de algunos autores del campo de la psicología cognitiva: Slotta, J., Chi, M., y Joram, 1995 y Chi, M., Slotta, J. y De Leew, N., 1994; Vosniadou, S., 1994; Vosniadou, S. y Brewer, W. 1992, 1994. Estos autores han explorado el contenido de las representaciones mentales, en las que se alude a conceptos que muestran una relación con componentes de la ecología conceptual.

Con los artículos seleccionados se inició el trabajo de exploración del material; lectura, selección y desarrollo de las categorías de codificación con miras a alcanzar, más adelante, el tercer objetivo relacionado con el análisis teórico.

Con tal propósito, comenzamos, en primer lugar, a rastrear la génesis del concepto de ecología en la biología y su significado y uso en la filosofía de las ciencias –en los planteamientos de Stephen Toulmin–. En segundo lugar, a explorar la emergencia del concepto en el ámbito de la didáctica de las ciencias y su evolución en la producción científica de Posner et. al., en el período comprendido entre 1982-1999; Y, en tercer lugar, estudiando los desarrollos conceptuales –generados en la producción científica de algunos psicólogos cognitivos– en los que se encuentran puntos de intersección con el concepto de ecología conceptual o con otros conceptos de la teoría de cambio conceptual.

## **5.2 Técnicas de recogida de datos**

Después de realizar la lectura superficial, en donde se establece el primer contacto con los documentos seleccionados, se pasa a explorar el material, reconociendo objetivamente la presencia o ausencia de categorías. Este proceso de codificación de categorías, permite la selección inicial de los datos, en la medida que se relaciona con aquello que es objeto de análisis y que ha sido demarcado por los objetivos y el propio marco teórico de la investigación.

La primera codificación corresponde a la transformación de los datos brutos de los documentos seleccionados, efectuada según reglas precisas referidas específicamente con la pertinencia y productividad. En este proceso, inicialmente se procede a encontrar las unidades de registro, que corresponde al segmento de contenido considerado como unidad base, y la unidad de contexto que corresponde al párrafo óptimo para captar la

significación exacta de la unidad de registro, que en este caso corresponde al concepto de ecología, ecología intelectual y ecología conceptual.

Posteriormente, para la recolección de la información, se utiliza como técnica la caja de fichas. Mediante esta técnica se extrajeron las unidades de contexto (párrafos) de cada uno de los artículos que son objeto de estudio, atendiendo a los siguientes criterios:

- Párrafos en los que se define, se describe o se ejemplifica el concepto de ecología conceptual, o sus componentes.
- Párrafos en los que se relaciona este concepto con otros conceptos centrales de la teoría.
- Párrafos en los que se identifican otros conceptos –que no siendo centrales en la teoría–, contribuyen a dar significación al concepto objeto de estudio.

Por cada párrafo seleccionado se elaboró una ficha y en ella se registró el concepto central alrededor del cual se estructuran los enunciados del párrafo, los conceptos relacionados y los autores citados. Complementario a lo anterior se incluyeron comentarios u observaciones respecto al párrafo seleccionado, en aquellos casos donde era importante destacar información relevante o resaltar relaciones entre párrafos o citas. Para ampliar la comprensión del párrafo se determinó, en algunos casos, su naturaleza: descriptivo, analítico, explicativo, entre otros.

**Tabla. 5.1. Caja de fichas**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN:	
Unidad de contexto: (Párrafo)	UNIDAD DE REGISTRO (Concepto central)	Conceptos relacionados con el concepto central
<i>OBSERVACIONES:</i>		<i>Naturaleza del párrafo:</i>

### 5.3. Categorías de análisis.

Elaborada la caja de fichas se procede a hacer el análisis de la información. Inicialmente se clasifican las unidades de significado (párrafos), asignadas a cada unidad de registro para establecer una cierta organización. El resultado de esta operación es la elaboración de un sistemas de categorías (son secciones o clases que se reúnen en un grupo de elementos, unidades de registro para nuestro caso, bajo un título genérico), que posteriormente se codifican asignándole un código a cada categoría, con el fin de clasificar todas las unidades de registro extraídas de los documentos seleccionados, finalmente, se realizó un inventario en el que se aislaron las unidades de significado. El criterio de categorización utilizado fue semántico.

Para nuestro caso, el material fue codificado en dos veces por el investigador, contrastando sus percepciones y dificultades de interpretación con expertos, llegando a acuerdos en la asignación de códigos e identificación de unidades de registro. Las categorías escogidas atendían a criterios de exhaustividad, exclusión mutua, homogeneidad, pertinencia, objetividad, fidelidad y productividad.

Para rastrear la génesis del concepto de ecología en la biología y el significado y uso en la filosofía de las ciencias –en los planteamientos de Stephen Toulmin– y posteriormente en la didáctica de las ciencias, se construyó una matriz que permitió visualizar la génesis y evolución del concepto de ecología en su recorrido histórico. Para el diseño de la matriz se tuvo en cuenta la categoría: autor/año y las subcategorías: planteamientos, significado del concepto y concepciones de la época. A continuación se retoma la caja de fichas en lo concerniente al concepto de ecología intelectual en Toulmin, y se realizó el análisis tratando de dilucidar el significado de este concepto y la red de relaciones que establece con otros conceptos. Así mismo, la información contenida en la caja de fichas hizo posible analizar, a la luz de las mismas categorías y subcategorías anteriores, el concepto de ecología conceptual en la propuesta inicial del grupo de Posner.

**Tabla 5.2. Matriz transcurrir histórico del concepto de ecología**

Autor/año	Planteamientos	Significado del concepto	Concepción de la época

Los procedimientos utilizados para llevar cabo el análisis de la anterior información se realizaron a partir de la construcción de una matriz con respecto a los tres campos de conocimiento: biología, filosofía de la ciencia y didáctica de las ciencias. Ella permite establecer relaciones, semejanzas o diferencias entre los conceptos de ecología, ecología intelectual y ecología conceptual.

**Tabla 5.3. Matriz de relación semejanzas diferencias.**

<i>ECOLOGIA</i>	<i>ECOLOGIA INTELLECTUAL</i>	<i>ECOLOGIA CONCEPTUAL</i>

Posteriormente y con la finalidad de explorar la emergencia del concepto en el ámbito de la didáctica de las ciencias y su evolución en la producción científica del Posner et. al., Strike y Posner, Hewson, M., Hewson y Beeth, se diseñó, a partir de la caja de fichas, una matriz conformada por 15 conceptos y 6 categorías distintas. (véase Tabla 5.4)

Los conceptos fueron seleccionados, atendiendo a la frecuencia de aparición en las unidades de contexto, y a la relación con las unidades de significado, de esta manera se logra conformar la siguiente matriz.

**Tabla. 5.4. Matriz para el análisis conceptual**

CATEGORÍAS															
	Ecología conceptual	Componentes de la ecología	Compromisos epistemológicos	creencias metafísicas	Anomalías	Analogías y metáforas	Experiencia pasada	Ejemplares e imágenes	Conocimientos de otros campos	Inteligibilidad	plausibilidad	Frutificabilidad	Status de las ideas	Comprensión de ideas	Condiciones del cambio
SIGNIFICADO															
CAMBIOS DE SIGNIFICADO															
ABANDONOS O NO USO															
PERMANENCIAS															
AMPLIACIONES															
RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS															

A continuación, el análisis se dirige a la comprensión del concepto de ecología conceptual en su transcurrir histórico, lo que hace necesario plantear un nuevo procedimiento, que consiste en tomar cada una de las filas de la matriz inicial y realizar un análisis semántico de las unidades de

significado por cada año de producción, se encontraron categorías emergentes, que dan cuenta del significado y papel (función) del concepto de ecología conceptual.

**Tabla. 5.5. Análisis semántico del concepto de ecología conceptual.**

<b>ECOLOGÍA CONCEPTUAL</b>	
SIGNIFICADO	<p>Conceptos vigentes de una persona que gobiernan el cambio conceptual.(1982)</p> <p>Conceptos vigentes de una persona que influyen la selección de un nuevo concepto central. (1982)</p> <p>Dirección el proceso de acomodación.(1982)</p> <p>Las concepciones y sus candidatas a reemplazarlas son comprendidas y evaluadas por los aprendices en términos de los conceptos que ya poseen. (1982)</p> <p>Sistemas conceptuales corrientes de un individuo.(1985)</p> <p>Genera y retiene las missconception. (1985)</p> <p>Interacción con la experiencia. (1985)</p> <p>Las características de la ecología conceptual cambian y se desarrollan y podría ser ellos mismos objetos de cambio conceptual. (1989)</p> <p>Las antiguas concepciones y sus candidatas para reemplazarlas son comprendidas y evaluadas por los aprendices en términos de los conceptos que ya poseen, siguiendo a Toulmin (1972) usamos un concepto ambiental para etiquetar ese contexto conceptual, llamándolo ecología conceptual.(1992)</p> <p>Los sistemas conceptuales de un individuo es la ecología conceptual de el o ella que influenciarán la selección de la una nueva información. (1992)</p> <p>Problema básico para comprender el desarrollo cognitivo es comprender como las componentes de la ecología conceptual individual interactúa y desarrolla y como la ecología conceptual interactúa con la experiencia. (1992)</p> <p>Conjunto de factores que facilitan la transferencia de C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub> (1992)</p> <p>Generan y mantienen las missconception (1992)</p> <p>Es el requerimiento fundamental sobre el que se enfoca la teoría de cambio conceptual. (1992)</p> <p>De la ecología conceptual hacen parte las missconception y concepciones científicas. (1992)</p> <p>Todas sus partes deben ser miradas como dinámicas y en constante interacción y desarrollo. (1992)</p> <p>Puede mirarse los efectos de una parte de la ecología conceptual sobre otra, y así diferenciar entre quien actúa y sobre quien se actúa. (1992)</p> <p>Conjunto de artefactos cognitivos(1992)</p> <p>Se utiliza para determinar el estatus de las concepciones (1995)</p> <p><i>La instrucción debe dirigirse a la ecología conceptual (1999)</i></p>

Esta nueva matriz contiene nuevas categorías y subcategorías. Así, para el concepto de ecología conceptual se tiene la categoría: autor/año de producción y las subcategorías: significado y papel (función).

**Tabla 5.6. Matriz significado y función de cada concepto.**

CONCEPTO	1982 Posner, Strike, Hewson y Gertzog	1983 Strike y posner	1985 Strike y Posner	1988 Hewson, M.	1989 Hewson y Thorley	1992 Strike y Posner	1992 Hewson y Beeth	1999 Beeth y Hewson
<i>SIGNIFICADO</i>								
<i>PAPEL</i>								

Teniendo en cuenta esta nueva matriz se pasa al análisis descriptivo e inferencial que permite dar cuenta de la evolución o no, del concepto de ecología conceptual en el ámbito de la didáctica de las ciencias.

Siguiendo el mismo procedimiento se abordaron los conceptos: Componentes de la ecología, compromisos epistemológicos, creencias metafísicas, anomalías, analogías y metáforas, experiencia pasada, ejemplares e imágenes, conocimiento de otros campos, inteligibilidad, plausibilidad, fructifibilidad, status de las ideas, comprensión de ideas y condiciones para el cambio.

Nuevamente se vuelve sobre la caja de fichas para retomar la producción de los psicólogos cognitivos. De forma similar, se elabora otra matriz que tiene como categorías autor/año de producción y como subcategorías componentes de la ecología, definición, papel y finalidad en el aprendizaje. Esta nueva matriz posibilita la realización de un análisis descriptivo que permita entender como se lee la ecología conceptual en cada uno de los

autores, cuáles son específicamente sus aportes con referencia a las representaciones, cuáles son los puntos críticos y cómo inciden en la propuesta de Posner et.al., y en el aprendizaje.

**Tabla. 5.7. Matriz de análisis psicólogos cognitivos.**

Autor/año	Concepto	Definición	Papel	Finalidad en el aprendizaje
Vosniadou/1992				
Vosniadou y Brewer/1992,1994				
Chi, Slotta y Deleew/1994				
Slotta, Chi y Joram/1995				

Tanto las fichas elaboradas como cada una de las matrices fueron sometidas al juicio de expertos, quienes analizaron la pertinencia del contenido de cada uno de los instrumentos para recoger y analizar la información, adicionalmente plantearon sugerencias sobre el diseño y la información contenida.

Finalizada esta parte del análisis, se procede a elaborar un informe descriptivo en el que se establecen las posibles relaciones entre los tres campos con miras a dar respuesta al último interrogante de la investigación, relacionado con la posibilidad de ampliar la comprensión sobre el concepto de ecología conceptual derivado de este análisis teórico y su incidencia en la orientación del proceso de aprendizaje.

**Tabla 5.8. Metodología de la investigación.**

REGISTROS	REGOGIDA DE DATOS	ANALISIS DE INFORMACION
<p><b>SELECCIÓN DEL MATERIAL:</b> Se realiza atendiendo a reglas de exhaustividad, representatividad y pertinencia</p> <p><b>UNIVERSO CONFORMADO POR DOCUMENTOS y ARTÍCULOS EXTRAIDOS DE:</b></p> <p>Libros de historia de la ecología y de ecología.</p> <p>Libro La comprensión humana: de Stephen Toulmin.</p> <p>Producción científica en la teoría de cambio conceptual de Posner et. al., y de los psicólogos cognitivos que trabajan en el ámbito de las representaciones.</p>	<p><b>EXPLORACIÓN DEL MATERIAL:</b></p> <p><b>DESARROLLO DE CATEGORIAS DE CODIFICACIÓN:</b></p> <p>Con lleva a la selección inicial de unidades de registro y unidades de contexto, seleccionando:</p> <p>Párrafos en los que se define, describe o ejemplifica el concepto de ecología, ecología intelectual y ecología conceptual.</p> <p>Párrafos en donde se relaciona este concepto con otros conceptos centrales de la teoría.</p> <p>Párrafos en los que se identifican otros conceptos que contribuyen a dar significado al concepto objeto de estudio.</p> <p><b>CAJA DE FICHAS:</b></p> <p>Se registra el concepto central y los conceptos que se encuentran relacionados, con él. Se transcribe el contenido del párrafo y se identifica el autor, publicación y año. Posteriormente se incluyen comentarios u observaciones respecto al párrafo. Para ampliar la comprensión se determina su naturaleza: descriptivo, analítico, explicativo.</p>	<p><b>ESTABLECIMIENTO DE CATEGORIAS:</b></p> <p>Clasificación en elementos constitutivos de un conjunto por diferenciación, tras la agrupación por genero (analogía) a partir de criterios previamente definidos.</p> <p><b>ELABORACIÓN DE MATRICES:</b></p> <p>Para el análisis conceptual del concepto de ecología conceptual en la producción escrita del grupo de Posner et. al.</p> <p>Para el análisis histórico del concepto de ecología en la biología.</p> <p>Para el análisis del concepto de ecología intelectual.</p> <p>Para el análisis de la producción de los psicólogos cognitivos que trabajan en el ámbito de las representaciones.</p> <p><b>MATRIZ PARA EL ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES:</b></p> <p>Permite establecer relaciones de semejanzas, o diferencias entre los conceptos de ecología, ecología intelectual y ecología conceptual.</p> <p><b>MATRIZ PARA EL ANÁLISIS CONCEPTUAL:</b></p> <p>A partir de la frecuencia de aparición de los conceptos en las unidades de contexto y en relación con la unidad de significado.</p> <p><b>ANALISIS SEMÁNTICO:</b></p> <p>En cada unidad de contexto por cada año de producción, para encontrar categorías emergentes que den cuenta del significado y papel de cada concepto</p> <p><b>MATRIZ DE ANÁLISIS:</b> Significado y papel del concepto de ecología conceptual, sus componentes y otros conceptos relacionados con el concepto central en la producción escrita del grupo de Posner et. al.</p>

## **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS**

## 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS

En este marco general, de acercamiento al concepto de ecología conceptual, presentamos los resultados de investigación de un estudio cualitativo, en el que se analizó la producción científica en estos tres campos de conocimiento con el fin de establecer una posible comprensión del concepto y su incidencia en el aprendizaje como cambio conceptual.

### 6.1. *La génesis del concepto de ecología.*

El análisis del concepto de ecología, base de nuestra investigación, conlleva a plantear su modo de existencia desde la emergencia misma del concepto en la biología, en tanto se trata de desentrañar la manera como el concepto migra de un campo de conocimiento a otro, buscando así, establecer posibles nexos, despliegues, relaciones y articulaciones entre ellos. Indagar por el concepto de ecología en la biología y posteriormente en la filosofía de las ciencias permite pensarlo en relación con cada campo de conocimiento para luego evidenciar posibles diálogos entre los saberes. Para comenzar realizaremos un breve recorrido histórico que posibilite reconstruir el significado del concepto de ecología, dado desde la biología.

Este breve recorrido histórico surge a partir de los datos extraídos de la caja de fichas, en donde se tomaron algunos apartes de los documentos seleccionados, de acuerdo a criterios ya definidos, y en los que se hace referencia específica al concepto de ecología, desde mucho antes de conocerse por su nombre. La construcción discursiva que a continuación se realiza, tiene como objetivo evidenciar el significado del concepto de ecología a través de la historia, como primera medida, para así poder entrar a determinar su significado en la filosofía de las ciencias (Toulmin) y en la

didáctica de las ciencias, y así, llegar a explorar si este significado cambia o permanece.

La matriz que a continuación se presenta busca dar cuenta del surgimiento del concepto de ecología y los correspondientes significados, de acuerdo a las concepciones reinantes de la época, del autor y a sus planteamientos.

**Tabla. 6.1. Matriz desarrollo histórico del concepto de ecología**

AUTOR/AÑO	SIGNIFICADO	CONCEPCIÓN DE LA ÉPOCA/ DEL AUTOR	PLANTEAMIENTOS
Cultura Griega/ Hipócrates, Aristóteles y otros filósofos		Obras con material ecológico, pero no tuvieron una palabra para designarla	
Lamarck/ 1807 Principios de siglo XIX	Hace referencia al concepto de <i>circunstancia</i> para referirse no sólo a parámetros como el clima, suelo, vegetación, sino también para referirse al modo de comportarse y conservarse propio de los seres vivos.	Creacionista / transformista	Se ocupa de los organismos y sus circunstancias, que actuaban sobre hábitos y costumbres y que modificaban la organización del ser vivo
Contemporáneos de Lamarck/ principios de 1800		Transformismo/ ambientalistas	Organismos moldeados por el ambiente, no por los hábitos del uso y desuso
Darwin/ 1859	La evolución de las especies es una relación compleja y recíproca entre poblaciones de organismos y los nichos, quienes imponen ciertas continuidades, los organismos individuales pueden modificarse, la diversidad posibilita que los nichos evolucionen como la forma de satisfacer los cambios en los organismos.	Evolutiva	Los organismos acoplados estructuralmente dependen mutuamente.

AUTOR/AÑO	SIGNIFICADO	CONCEPCIÓN DE LA ÉPOCA/ DEL AUTOR	PLANTEAMIENTOS
Ernest Haeckel/ 1869	Estudio de los relaciones de los organismos con su entorno, incluyendo todas las condiciones de existencia	Sigue la idea evolucionista de Darwin y el transformismo de Lamarck	Organismos activos frente al ambiente
Biólogos de principios de siglo/ 1913	Ecología de poblaciones como el estudio de la población	Construcción teórica del neodarwinismo y la termodinámica cabalmente construida	Cambio de la visión única de organismo, por una visión poblacional, donde los individuos están conectados por lazos reproductivos
Tansley/1935	Ecosistema	Sistémica	Necesidad de buscar relaciones supraorganísmicas
Lideman/1941	Ecosistema es la suma de las distintas comunidades y el ambiente que ocupan	Concepción ambientalista/ el todo es la suma de las partes	Concibe el ecosistema desde los intercambios de energía, atendiendo a la necesidad de conceptos que vinculen diversos organismos a sus ambientes físicos.
Ringuelet/1962	Entorno: Todo organismo no está en su entorno sino que viven en él.	Visión sistémica	El ser vivo es inseparable del medio ambiente que le rodea y en el que desarrolla sus actividades.
Margalef/1982	Ni el comportamiento de una especie ni su evolución, se comprenden fuera del marco constituido por el ecosistema en el que viven.	Visión sistémica	
Malpartida/1992		Visión sistémica	No se puede concebir vida sin entorno

De acuerdo a los datos aportados por los documentos que se registraron en la caja de fichas y que dieron pie a la construcción de la matriz, se hizo posible hacer una aproximación al significado del concepto de ecología. Iniciamos esta descripción afirmando, que de acuerdo con los autores, el hombre desde los primeros tiempos de su historia, se ha interesado en la ecología, ya que, en sus comienzos, los hombres primitivos necesitaban de un conocimiento detallado de su medio ambiente (fuerzas de la naturaleza,

plantas, animales) para poder subsistir. De esta manera es posible decir que la ecología ha tenido en el curso de su historia un desarrollo gradual, evidenciado desde la época de Hipócrates, Aristóteles y de otros filósofos de la cultura griega, pues en sus escritos se registra material que es claramente ecológico, sin embargo, no tuvieron una palabra para designarla por su propio nombre.

En el renacimiento biológico siglo XVIII y XIX, muchos hombres contribuyeron al tema, pese a que el concepto de ecología no se utilizará todavía. Es así como en 1815 y, contrario al pensamiento creacionista de la época, Jean Baptiste Caballero de Lamarck inicia sus estudios sobre los seres vivos. Su interés central estaba en los organismos y en las ***circunstancias*** (denominadas en la ecología actual como parámetros al hacer referencia al suelo, clima, vegetación, etc.) que según él, no afectan directamente la morfología de dichos seres. Sus afirmaciones consideran que tales parámetros actúan sobre los hábitos y costumbres y a su vez modifican directamente la organización de los seres vivos.

Las afirmaciones de Lamarck sobre las circunstancias que afectan a los seres vivos, hacen referencia no sólo a los parámetros anteriormente enunciados, sino que, además, incluyen las formas de comportarse y conservarse, propias de los seres vivos que pueden, de alguna manera, ser las primeras aproximaciones a lo que en la actualidad se entiende como ***ecología***.

En el año de 1869 el alemán Ernst Haeckel, plantea por primera vez el concepto de Ecología, cuando hace referencia al estudio de las relaciones entre los seres vivos, incluyendo todas sus posibles condiciones de existencia, al respecto señala:

«Entendemos por ecología el conjunto de conocimientos referentes a la economía de la naturaleza, la investigación de todas las relaciones del animal tanto con su medio inorgánico como orgánico, incluyendo sobre todo su relación amistosa y hostil con aquellos animales y plantas con los que se relaciona directa o indirectamente. En una palabra la ecología es el estudio de todas las complejas interrelaciones a las que Darwin se refería como condiciones de la lucha por la existencia [...] (citado en: Odum, E., 1969:12)

Él no concibe la pasividad de los seres con respecto al medio ambiente, su concepción activista tiene la misma connotación que años atrás propuso Lamarck. Así mismo, considera que el ambiente influencia directamente tal pasividad. La relación entre los conceptos de actividad e influencia, deviene de tiempo atrás, cuando los contemporáneos de Lamarck, que si bien estaban suscritos de igual manera a ideas transformistas, plantean que los seres vivos reciben influencia directa del ambiente, más no de los hábitos, del uso y del des uso.

Es necesario tener presente que la idea de lo que Haeckel conceptualiza como ecología no es nueva para esa época, pues desde tiempo atrás, ya el hombre primitivo tenía claridad sobre el hecho de que ciertas especies de animales o plantas no estaban en cualquier lugar, sino en sitios específicos. Se apoya así la visión sobre la diversidad de los seres vivos que, de alguna forma, entra a determinar sus hábitos y costumbres.

El concepto de ecología tal y como se describe anteriormente, surge tiempo después de la biología, pero con una fuerte dependencia conceptual de ella. En su desarrollo inicial, manifiesta interés por los organismos con un cierto grado de parentesco (especie, población), pero no se interesa directamente en las relaciones de esos organismos con su entorno. En este punto se piensa que el concepto de relación tal y como se visualiza en esta

concepción es posterior, pues el interés fundamental se concentra en las respuestas que da el organismo con respecto a su medio ambiente.

Posteriormente surge otra parte de la ecología encargada del estudio de las actividades que los organismos, ya sea, en forma individual o grupal, desarrollan dentro de su entorno, actividades en las que el organismo se modifica o modifica su ambiente. En la actualidad, dentro de la concepción ecológica no es conveniente hacer separaciones, ya que, si un organismo destruye su hábitat, estará destruyéndose él mismo, este planteamiento permite pensar en la inseparabilidad entre organismo y entorno.

Es necesario aclarar que las concepciones reinantes en cada momento histórico, tienen una marcada incidencia sobre los posibles significados del concepto de ecología, de esta manera al realizar una mirada histórica, se encuentra cómo la termodinámica y específicamente la segunda ley, influye sobre los conceptos evolucionistas de la biología. Esta influencia permite un cambio en la mirada de los biólogos de la época (segunda mitad del siglo XX), ya que el concepto de ecología pasa de ser considerado como propio del individuo para ser asumido como poblacional, es decir, ya no se atiende a una única mirada sobre el individuo, sino por el contrario, se configura una mirada poblacional como resultado de asumir que los individuos están conectados por lazos reproductivos. Se da comienzo entonces a una ecología de comunidades, en donde las poblaciones interactúan con su entorno.

En 1935 Tansley, propone el concepto de **ecosistema** concepto que más adelante fue desarrollado por Linderman (1941). Tansley plantea el concepto desde los intercambios de energía y atendiendo a la necesidad de vincular los diversos organismos con sus respectivos ambientes. En la definición es

notable encontrar cómo se separa a organismos o comunidades de su entorno, tal separación es consecuencia de la concepción de la época en la que el todo es la suma de sus partes. En los años 60 el concepto de ecosistema toma fuerza; por un lado se tiene la mirada ambientalista (Tansley, Linderman, entre otros), en cuyo seno el ecosistema se considera como el conjunto de factores externos, por lo general sólo bióticos, y por el otro, se encuentra la mirada sistémica que considera totalidades. (Odum y Sarmiento, 1998)

En esta época son fundamentales los planteamientos de Ludwig Von Bertalanffy (teoría general de sistemas), por su influencia en la concepción de ecosistema, con la cual se posibilita un cambio. Es decir, la concepción de ecosistema que prevalecía como una simple suma de partes, se constituye ahora como totalidad estructurada con características propias y cuyas partes pueden relacionarse de múltiples formas. Se pasa así, de una visión ambientalista del concepto planteado en los años 30, a una visión sistémica en los años 60.

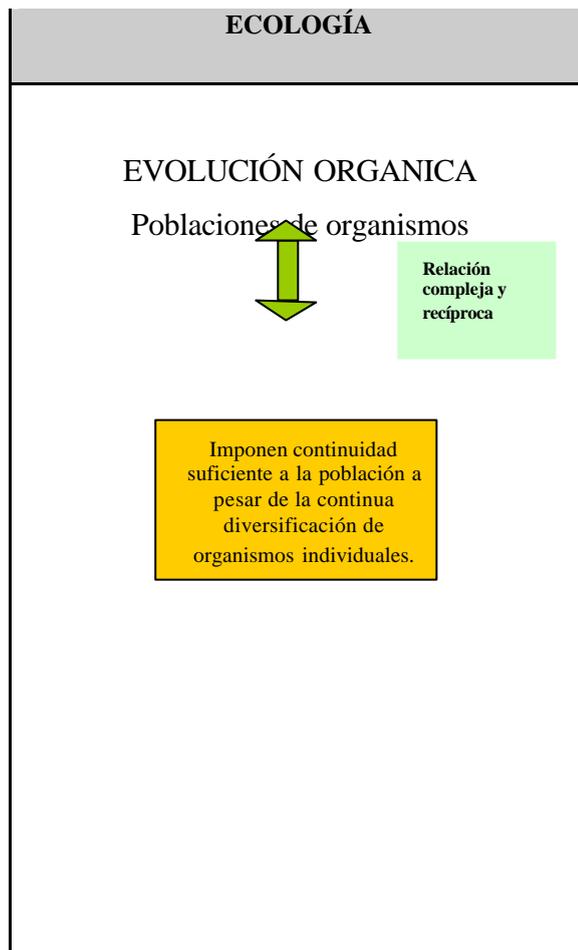
En este orden de ideas, es necesario aclarar que hasta el momento, algunas concepciones ecológicas consideran el entorno como externo a los organismos mientras que otras asumen una visión en la que el organismo no está en un entorno sino que vive con y en él. Es decir, el ser vivo, es inseparable del medio ambiente que le rodea y en el cual vive, estableciéndose una interacción entre los dos. Se mantiene así una relación, una unidad organismo-medio, en donde el organismo no es ajeno a su entorno. Tal relación sólo es clara en una concepción sistémica, en donde el comportamiento de una especie, su evolución, no pueden comprenderse por fuera del ecosistema en el cual están inmersos y en el cual viven.

En esta perspectiva tiene sus inicios la ecología moderna, específicamente en la teoría de la evolución de Darwin, (1995) en quien permanece la mirada sistémica, en tanto, los organismos así como su entorno se encuentran acoplados estructuralmente, estableciéndose una dependencia mutua entre los dos. La esencia se encuentra entonces en la infinidad de mecanismos bióticos y abióticos y las interrelaciones implicadas en el movimiento de la energía y de los nutrientes que regulan la estructura y la dinámica de la población y de la comunidad.

Darwin entiende la evolución a partir de una relación recíproca y compleja entre las poblaciones de organismos y los nichos, quienes serán los que impongan ciertas continuidades, es así, como los organismos individuales pueden diversificarse. Igualmente, tal diversidad posibilita que los nichos evolucionen como una forma de satisfacer los cambios de los organismos. Este planteamiento surge a partir de la explicación de Darwin sobre la *evolución de las especies*, en cuyo seno se trata de comprender no sólo la continuidad y estabilidad de las especies, sino también los cambios que son producto de su desarrollo, desde lo que él considera *variación y selección natural*.

Dentro de la perspectiva darwiniana, el concepto de ecología se relaciona con conceptos como *hábitat* y *nicho ecológico*. Cuando se hace referencia a hábitat, se está haciendo alusión al área o lugar en el que el organismo vive, es la región física en la que pueden convivir diferentes especies. El *nicho ecológico* es entendido como el estado o el papel que desempeña un organismo dentro de la comunidad o el ecosistema en el que vive. Los nichos dependen exclusivamente de las adaptaciones estructurales que realiza el organismo, de ahí que sea concebido como una abstracción en la que es necesario concebir diferentes factores: físicos, bióticos, fisiológicos, químicos, que son necesarios para la subsistencia del organismo. A partir del siguiente cuadro, es posible evidenciar la relación anterior.

**Figura 6.1. Relaciones ecológicas.**



Por otro lado, la relación con conceptos como variación y selección natural sobre los que se basa la concepción darwiniana, deja ver, cómo algunos hechos que pueden ser considerados como contrarios, pueden ser explicados a partir de la continuidad y estabilidad de las especies o a partir de cambios que se producen a lo largo de su desarrollo. Así, es posible encontrar en el desarrollo de las poblaciones de organismos diferentes

variedades de una misma especie y por otro lado, una determinada serie de presiones o exigencias ambientales impuestas por los nichos, son entonces, estas exigencias las que posibilitan la selección de las variantes que mejor se adapten a los nichos ecológicos que están disponibles.

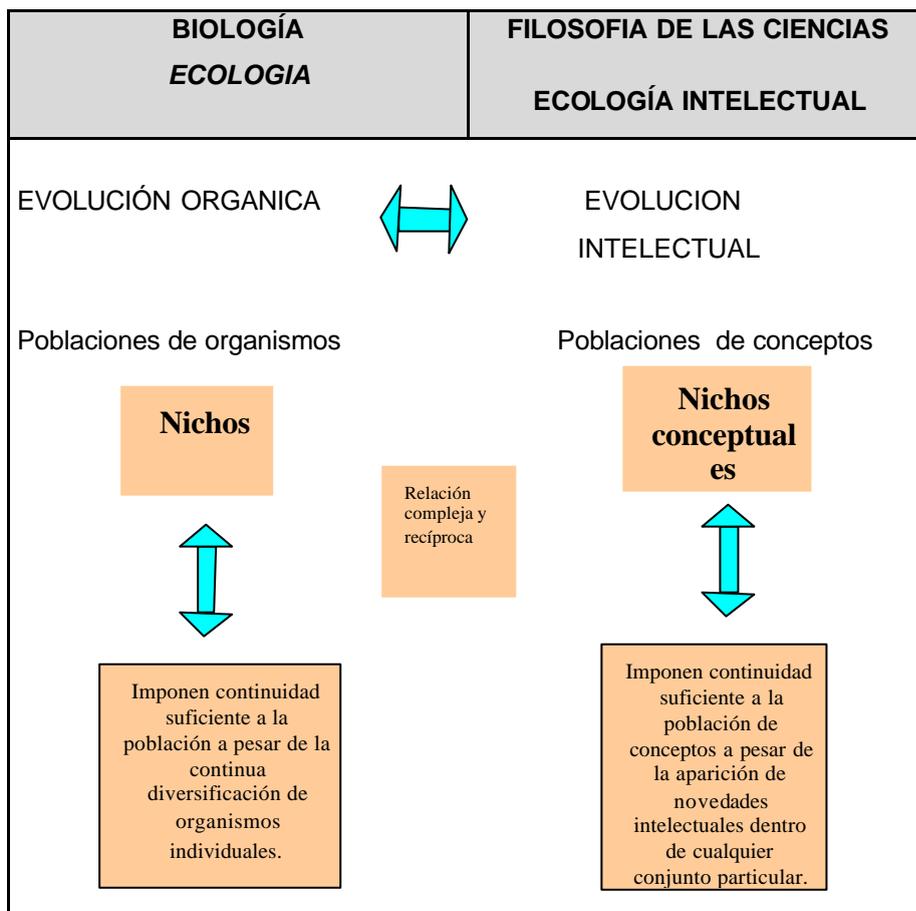
Para concluir se podría decir que el concepto de ecología hace alusión a la compleja red de relaciones que se presentan entre las poblaciones de organismos y los nichos, de ahí que constituya el medio a través del cual se puede explicar la diversidad, variabilidad y permanencia de las poblaciones de organismos.

## **6.2. El Concepto de ecología en la filosofía de las ciencias. La ecología intelectual de Stephen Toulmin.**

Continuamos realizando el análisis conceptual del concepto de ecología, para explorar su significado en la biología y en el campo de la filosofía de la ciencia, evidenciando su modo de existencia, en los planteamientos de Stephen Toulmin, filósofo de las ciencias, con respecto al concepto *ecología intelectual*, describiendo cómo Toulmin utiliza hábilmente la evolución orgánica para explicar la evolución intelectual. Los datos para este análisis surgen a partir de la caja de fichas, el procedimiento metodológico nos lleva a escudriñar aquellos conceptos que trabajados en la perspectiva toulminiana son análogos a los conceptos evolucionistas.

La descripción que se realiza a continuación es producto del establecimiento de relaciones entre los dos campos, estas relaciones son mostradas con claridad en la siguiente figura:

Figura 6.2. *Relación ecología con ecología intelectual*



La epistemología de Toulmin considera que las teorías y conceptos científicos constituyen una población que al igual que las poblaciones de organismos biológicos, evolucionan bajo el modelo darwiniano. El modelo de Toulmin, comprende una evolución conceptual y unos mecanismos de

selección ya no natural, sino cultural, estableciéndose así, una analogía entre la evolución de los organismos biológicos y la construcción del conocimiento científico. Según él, la generación y selección de los conceptos científicos es semejante a la forma como evolucionan los seres vivos.

Uno de los puntos más importantes de esta analogía, es la forma que Toulmin utiliza para demostrar, cómo en la selección de los conceptos, las personas, en este caso investigadores, aplican criterios que son considerados racionales, a fin de contribuir al desarrollo de la disciplina. Afirma que para que pueda producirse el avance de una disciplina ésta debe tener problemas no resueltos y a partir de estos problemas, generar ciertas exigencias intelectuales y prácticas específicas que permiten la conformación de nuevos conceptos. Adicionalmente la aparición de nuevos conceptos trae consigo unos procesos de selección que permiten mejorar la disciplina misma.

Toulmin, trata de explicar la idea de *ecología intelectual* a partir de dos consideraciones importantes:

« I ) Las exigencias intelectuales de las situaciones problemáticas que proporcionan la ocasión para el cambio conceptual, con II ) Las exigencias ecológicas de los nichos que constituyen los puntos de adaptación de la esfera orgánica». (1977:304)

Comenzaremos primeramente realizando un análisis sobre cuáles son esas exigencias ecológicas de los nichos orgánicos para contraponerlas luego con lo que Toulmin llama las exigencias intelectuales de las situaciones problemáticas, todo esto con el fin de evidenciar el papel del concepto de ecología intelectual en los cambios conceptuales de la ciencia.

Toulmin comienza describiendo cómo los cambios evolutivos en los organismos eran explicados mediante una concepción creacionista, donde todo era posible por el arte divino. Cada cambio o adecuación, era resultado de las intenciones de un Dios todopoderoso. Con Darwin, por el contrario, se comprueba que el papel dado a los nichos orgánicos es el resultado de cambios evolutivos, de adaptaciones al medio, cuando se posibilita su actuación en conjunto ante una determinada situación.

Desde esta perspectiva, y a través de una analogía con el cambio orgánico, Toulmin plantea que los cambios en la ciencia podrían darse de manera similar. Es por esto que afirma que: “Lo que hace conveniente extender la terminología ecológica a la evolución intelectual, es la gran cantidad de semejanzas entre la explicación ecológica del cambio orgánico y la explicación disciplinaria del desarrollo intelectual “. (1977: 319)

Esta afirmación puede ser entendida al relacionar las poblaciones y los nichos en el caso orgánico y las poblaciones de conceptos y oportunidades intelectuales en el caso de la evolución intelectual. Por ejemplo, en el primer caso, se puede afirmar que los nichos existen, en parte, en virtud de las poblaciones de organismos y éstas, a su vez, existen en virtud de los nichos. A medida que se va dando la evolución orgánica, tanto los unos como los otros guardan una estrecha relación. De esta manera, es posible, que si bien algunos nichos pueden ser afectados por las características específicas de ciertas poblaciones, éstas a su vez pueden transformarse, produciéndose variaciones en la misma especie, solo si, existe disponibilidad de nuevos nichos que sean apropiados para tal transformación.

Analógicamente, en el caso de la evolución intelectual, se tiene que las oportunidades intelectuales existen sólo en virtud de las poblaciones de conceptos y éstas, a su vez, existen en virtud de esas oportunidades o

exigencias intelectuales. A medida que se va dando la evolución intelectual, tanto las oportunidades como las poblaciones de conceptos guardan una estrecha relación, de esta manera, es posible que ciertas oportunidades intelectuales se puedan ver afectadas por las poblaciones de conceptos. A su vez, éstas dan pie a la conformación de otras poblaciones de conceptos, sólo si existen otras oportunidades o exigencias intelectuales. Situación que conlleva a la generación de nuevas disciplinas. En la figura 6.2, se puede evidenciar de una manera más profunda las relaciones encontradas entre el concepto de ecología y el concepto de ecología intelectual.

En el caso de lo orgánico se da una secuencia biológica de éxitos funcionales, donde las especies satisfacen las exigencias de los nichos y los nichos satisfacen las exigencias corrientes de las especies. Similarmente, para el caso de la evolución intelectual, los conceptos de: *competencia*, *méritos*, *exigencias*, *éxito*, expresan nociones correlativas, en donde las exigencias u oportunidades intelectuales devienen de problemas disciplinares, pero ese proceso de selección disciplinaria elige para su acreditación aquellas de las novedades en competencia que mejor satisfagan las exigencias específicas del medio intelectual local. De esta manera, es posible decir, que diferentes poblaciones de conceptos satisfacen las exigencias u oportunidades intelectuales y diferentes variantes (situaciones problema) pueden satisfacer las exigencias corrientes de las poblaciones de conceptos.

En los planteamientos de Toulmin se distinguen tres niveles de cambios en la ciencia: en un primer nivel tenemos los *principios, teorías e hipótesis*, es el nivel más externo, en donde los cambios son superficiales, en un segundo nivel tenemos la *conceptualización*, es un nivel más profundo, de ese nivel hacen parte *el lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos*, los cambios en este nivel deben ser más profundos. Por último nos

encontramos con la base, es decir el nivel más profundo, este nivel, puede permanecer invariable a pesar de que se den los cambios en los niveles más superficiales, es el nivel de los *ideales explicativos* o *ambiciones intelectuales* de la ciencia.

De acuerdo con Toulmin el problema disciplinar en la ciencia puede ser resuelto a partir de esos ideales explicativos o ambiciones intelectuales, que se encuentran en la base del conocimiento y que exigen un cambio en el nivel de conceptualización, en el se encuentran el lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos. Este nivel de conceptualización puede cambiar aunque la estrategia disciplinar permanezca. Para que los cambios en este nivel de conceptualización se den, es necesario tener ciertos criterios que permitan decidir que el uso de esa técnica de representación, del lenguaje y de los procedimientos tiene un genuino uso científico.

Centrado en el segundo nivel, Toulmin fundamenta su planteamientos sobre la evolución conceptual, aplicando el modelo darwiniano en la ciencia, aunque el no concibe que la evolución conceptual tenga algo de biológica y tampoco supone una analogía formal, aunque se encuentren relaciones de causalidad similares como en el caso de la variación, selección y heredabilidad de ciertas variaciones. Se puede llegar entonces a concebir metafóricamente cómo los conceptos utilizados por Darwin para explicar el cambio orgánico se relacionan con los utilizados por Toulmin para explicar la evolución conceptual, así, si una disciplina intelectual comprende las poblaciones en desarrollo histórico de los conceptos, de la misma manera como las poblaciones orgánicas comprenden organismos.

Así, como las poblaciones de organismos forman distintas especies debido a los nichos ecológicos disponibles, que tienen el papel de unificar y dar continuidad suficiente a la población, a pesar de que los organismos

individuales se diversifiquen continuamente. En el cambio evolutivo se encuentra que el equilibrio entre la innovación intelectual y la selección crítica divide la población de conceptos en conjuntos representativos de distintas disciplinas, a pesar de la constante aparición de novedades intelectuales en cualquier conjunto particular de conceptos.

El hecho de encontrar esta relación permite pensar que el significado de la evolución de las especies dado por Darwin, ha sido retomado por Toulmin para explicar los cambios conceptuales en la ciencia

Desde este referente es posible asumir que el concepto de ecología que tiene su génesis en la biología, al migrar hacia el campo de la filosofía de las ciencias, puede mantener su significación. Esta afirmación puede ser sustentada a partir de la consideración del concepto de *ecología intelectual* dentro de la historia intelectual, en donde toda situación que sea una problemática real va a permitir la creación de una variedad de oportunidades para la innovación intelectual. La naturaleza de esas oportunidades depende exclusivamente de otras ideas que son coexistentes, así también de rasgos externos de la situación social o física. Es entonces cómo, de acuerdo con Toulmin:

*« La explicación disciplinaria del cambio científico estudia las oportunidades que pueden ser aprovechadas en cualquier situación problemática, analiza las exigencias creadas por esas oportunidades y evalúa los logros resultantes de los cambios conceptuales mediante los cuales los conceptos científicos respondieron realmente a esas exigencias». (1977: 319)*

En este orden de ideas, es conveniente enfatizar que en Toulmin el papel de la ecología intelectual estaría evidenciado en la utilización de criterios que permitan decidir si en el nivel de las conceptualizaciones: las técnicas de

representación, el lenguaje y los procedimientos utilizados tienen un uso genuino en la ciencia. Es decir, el resolver una situación problema a partir de ideales explicativos, en donde se proporcionen los procedimientos que involucren el uso de teorías formales, axiomáticas, las representaciones que pueden reposar en analogías, utilización de formulas, gráficos, mediciones, etc., y en la utilización del lenguaje científico. En conclusión, es el empleo de las técnicas de representación, el lenguaje y los procedimientos que satisfacen las exigencias intelectuales de las poblaciones de conceptos, lo que Toulmin denomina ecología intelectual y que constituye el mecanismo que permite explicar y entender los procesos de cambio conceptual en las poblaciones conceptuales de las disciplinas.

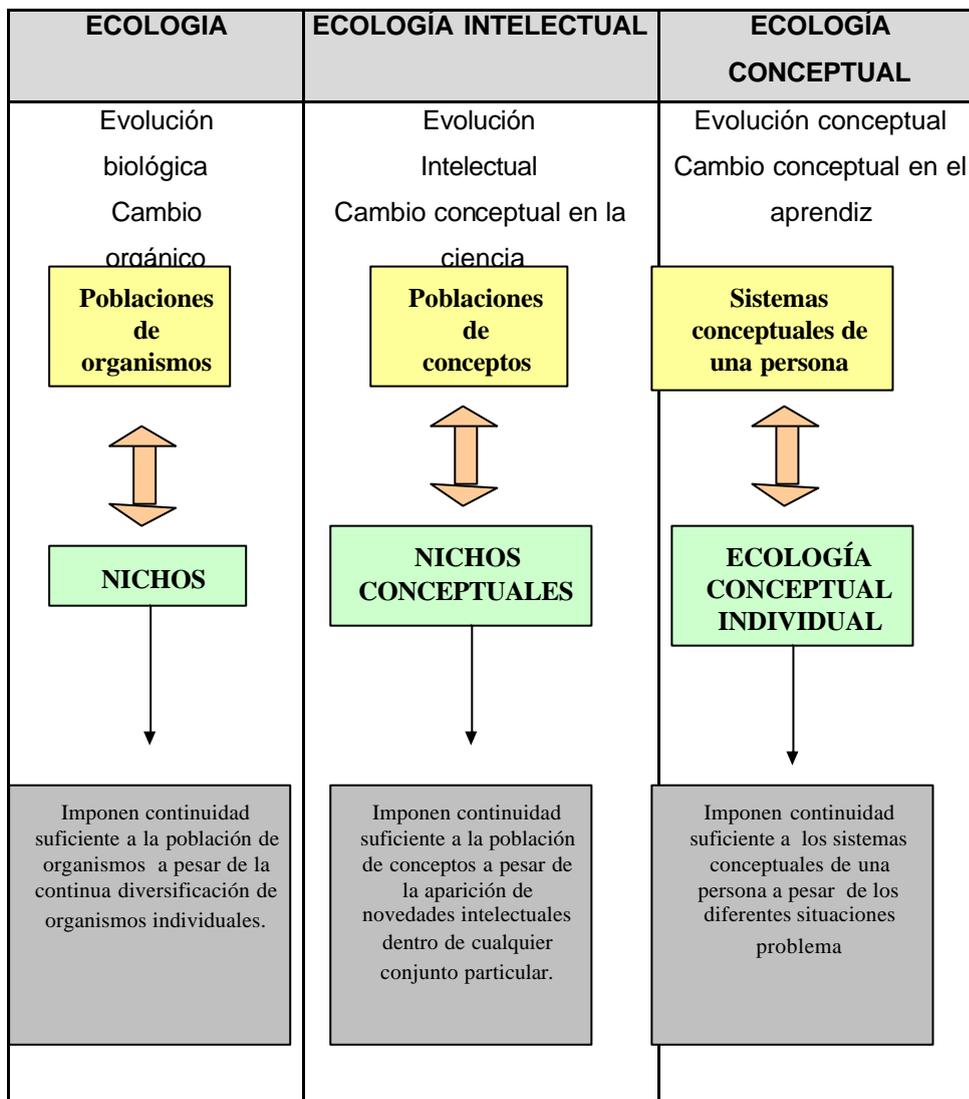
En Toulmin, esta ecología intelectual es construida por los miembros de un grupo, en tal sentido, cuando las personas se cuestionan sobre una situación problema específica, son los miembros del grupo quienes despliegan ciertas exigencias o presiones permitiendo que las ideas puedan ser aceptadas o rechazadas por ellos mismos. Es la creación de presiones y nichos lo que entra a competir con el conocimiento científico a partir de ciertas herramientas culturales; prácticas discursivas, convenciones socioculturales, que se trazan y que son las que ellos utilizan a la hora de dar sus explicaciones con miras a cumplir sus metas.

### **6.3. EL concepto de ecología conceptual en la didáctica de las ciencias.**

A partir de lo expuesto anteriormente, y siguiendo con la línea de análisis, es importante mostrar ahora, la relación entre el concepto de ecología intelectual desarrollado por Toulmin en el ámbito de la filosofía de las ciencias y el concepto de ecología conceptual que introduce el Grupo de Posner et. al. (1982), en la teoría del cambio conceptual, dentro del ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales.

Igual que en el análisis anterior, se retoma la caja de fichas, y se extraen los datos que sirven para realizar la descripción, buscando encontrar posibles relaciones con los dos campos anteriores, relaciones que permitan entender el significado, sentido y uso del concepto de ecología conceptual en la propuesta inicial del grupo de Cornell. Estas relaciones son evidentes en la siguiente figura.

Figura 6.3. *Relación ecología, ecología intelectual, ecología conceptual.*



El gráfico muestra que la red de conceptos, y el concepto mismo de ecología, se mantiene –en su migración de un campo de conocimiento a otro-, sin embargo los significados cambian, porque el objeto de estudio, la

problemática que intenta resolver y los contextos de aplicabilidad son diferentes.

Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), han retomado el modelo evolutivo de Toulmin para proponer la teoría de cambio conceptual, ellos afirman que el cambio en las concepciones de los estudiantes es análogo al cambio en la ciencia, ya que, consideran que existen pautas análogas de evolución conceptual en el aprendizaje.

En el aprendizaje, de acuerdo con Posner et.al. (1982), cuando un estudiante se enfrenta a una situación, pueden existir ciertas explicaciones que entran en competencia para tratar de resolverla, sin embargo, aquella explicación que sea escogida por el individuo como solución adecuada, es decir, que sea inteligible (que sea entendible, tenga sentido y se la pueda representar) y plausible (que parezca más potente que la explicación anterior, que guarde cierta coherencia con otros aspectos relacionados con ella) entrará a subsanar de manera provisional las exigencias intelectuales de las situaciones problema, hasta que surja otra explicación que sea más fructífera (que sugiera un plan de investigación futuro).

De la misma manera en Toulmin (1977), se considera que para resolver una determinada situación problema, pueden existir diversas variantes conceptuales que entran en competencia con el fin de dar solución, sin embargo aquellas variantes que colectivamente sean escogidas como posibles soluciones adecuadas, entran a ocupar de manera provisional un determinado nicho conceptual, hasta que surjan otras que sean más potentes. Este mecanismo de ecología intelectual posibilita la explicación tanto de cambios radicales como de cambios graduales y lentos.

Así como se concibe el cambio orgánico y el cambio poblacional a través de relaciones complejas y recíprocas entre las poblaciones de organismos y los nichos, y las poblaciones de conceptos y las exigencias intelectuales respectivamente, también es posible concebir la utilización de la metáfora ecológica sobre el proceso de selección en relación con la estructura y el desarrollo del conocimiento de una persona, cuando se hace referencia al aprendizaje.

Posner et. al.(1982), en su primera aproximación al concepto de ecología conceptual, afirman:

*«...Creemos que la investigación y el aprendizaje suceden sobre el fondo de los conceptos vigentes del que aprende. Cuando la persona se encuentra con nuevos fenómenos, debe confiar en sus conceptos vigentes para organizar su investigación. Sin estos conceptos es imposible para la persona preguntarse algo acerca del fenómeno, conocer lo que podría constituir una respuesta a la pregunta, o distinguir lo relevante de lo que no es. Sin conceptos el mundo es y seguirá siendo “una confusión molesta y zumbante”,...» (1982:91)*

y continúan diciendo:

*«...nos referimos a dichos conceptos que gobiernan el cambio conceptual como una “ecología conceptual”» (1982:92)*

De acuerdo con lo anterior, en el significado inicial del concepto de ecología conceptual, se concibe de igual manera otras relaciones análogas como por ejemplo: el ambiente intelectual en el que la persona vive hace las veces de nicho ecológico, que puede favorecer o inhibir el desarrollo de algunos conceptos, es decir puede posibilitar cambios o no en el sistema conceptual del individuo. Existiendo, así, una relación compleja y recíproca entre el sistema conceptual del individuo y su ambiente intelectual, de forma similar a

como se concibe en Toulmin y en el concepto mismo de ecología. (ver cuadro 6.3)

Lo anterior se evidencia en el significado que Posner et. al. (1982), dan al concepto de ecología conceptual en su propuesta inicial, al concebirla como el ambiente intelectual en el cual una persona vive, y que favorece el desarrollo de algunos conceptos centrales e inhibe el desarrollo de otros.

En los planteamientos iniciales del concepto de ecología conceptual se encuentra, además, una posible diferencia con el concepto de ecología intelectual, en el sentido de ser concebido por Posner et. al. (1982) como individual, propia del sujeto, mientras que en Toulmin es una ecología colectiva. Este planteamiento surge a raíz de las consideraciones que Toulmin hace sobre los conceptos, entendidos como construcciones colectivas. Él afirma que la evolución de los conceptos y la ecología intelectual de las personas no obedecen tan sólo a un proceso exclusivamente individual, sino que son, por el contrario, fruto de la comunicación social, y de la capacidad de dicha comunicación para resolver los problemas más acuciantes del individuo y del ambiente cultural al que pertenece. Los conceptos se construyen en grupos que comparten algo en común, para nuestro caso una disciplina científica. En efecto, en palabras de Toulmin:

*«...En segundo lugar, si bien la iniciativa individual puede conducir al descubrimiento de nuevas verdades, la elaboración de nuevos conceptos es una tarea comunal. Para que hablemos de «variante conceptual» genuina no basta hallar a un individuo obstinadamente honesto que defienda una innovación conceptual; se necesita algo más que las reflexiones personales de individuos de mente abierta para crear un conjunto efectivo de variantes conceptuales en una ciencia» (1977: 213)*

Las condiciones que hacen que el concepto de ecología intelectual sea considerado por Toulmin como colectivo, se relaciona con la manera como él concibe la construcción de los conceptos, es decir, cuando privilegia que es el ambiente intelectual en el que se encuentra una determinada comunidad científica, el que le permite materializar las estructuras teóricas comunes de la disciplina. De este ambiente no hace parte un solo individuo, sino todo un colectivo.

Posner et.al. (1982), por el contrario, plantean que la ecología conceptual es, propia del individuo, cuando afirma que: "Los conceptos vigentes de una persona, su ecología conceptual, influyen la selección de un nuevo concepto central." (1982:94) Desde esta perspectiva, no es claro en el análisis determinar cuales son las condiciones que hacen que estos autores asuman el concepto de ecología individual, se piensa que puede ser a partir de la presentación de la teoría de cambio conceptual como una teoría normativa y epistemológica, la cual plantea que la adquisición de conocimiento es una actividad racional y adaptativa, que se presenta en el individuo de la misma manera como los científicos construyen el conocimiento.

Complementario al trabajo anterior, se hace necesario presentar el análisis de los posibles cambios o transformaciones que sufre el concepto de ecología conceptual en la producción del grupo, debido a las correspondientes revisiones y ampliaciones a las que se ha sometido la teoría de cambio conceptual.

#### **6.4. Análisis de la historicidad del concepto de ecología conceptual.**

En el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales se ha destacado la teoría de cambio conceptual formulada por el grupo de la Universidad de Cornell; Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982). Teoría que deja ver la marcada influencia que sobre ellos ejerció la filosofía de la ciencia; específicamente de epistemólogos como Kuhn, Lakatos, y Toulmin, de este último podría decirse que deviene el concepto de **ecología conceptual**, concepto que Strike y Posner (1992) han considerado como fundamental y del que nos ocuparemos, de aquí en adelante, en los análisis de esta investigación. A continuación presentamos como se ha conformado el corpus para el análisis conceptual.

##### **6.4.1. Análisis de conceptos.**

El procedimiento metodológico utilizado para el análisis del concepto de ecología conceptual, retoma la información contenida en la caja de fichas, y a partir de ella se construye la matriz para el análisis conceptual. El corpus para el análisis, se conforma retomando por separado cada uno de los conceptos de la matriz con sus respectivas categorías y a partir de ella se procede a realizar el análisis semántico (ver metodología). De acuerdo con la información recogida, para algunos de los conceptos, se construyen nuevas matrices, que son la base para realizar el análisis descriptivo.

La descripción de los resultados y análisis de esta parte de la investigación se configuró de la siguiente manera: matriz del concepto con las categorías previamente codificadas, matriz de análisis con categorías producto del análisis semántico y finalmente el texto descriptivo. El corpus para el análisis

está conformado inicialmente con el análisis del significado del concepto de ecología conceptual, luego se encuentra el análisis referido a los componentes de la ecología conceptual y posteriormente el análisis de cada uno de los componentes: compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, analogías y metáforas, analogías, conocimientos de otros campos, la experiencia pasada, y misconception. Se finaliza con el análisis sobre las condiciones para el cambio: hteligibilidad, plausibilidad, fructifibilidad, y la correspondiente relación con el status de las ideas y la comprensión de las ideas.

**6.4.1.1. *Análisis del significado del concepto de ecología conceptual.***

**Tabla 6.2. Matriz desarrollo histórico conceptos centrales de la teoría: Ecología conceptual.**

<b>ECOLOGÍA CONCEPTUAL</b>	
<b>SIGNIFICADO</b>	<p>Conceptos vigentes de una persona que gobiernan el cambio conceptual.(1982)</p> <p>Conceptos vigentes de una persona que influyen la selección de un nuevo concepto central. (1982)</p> <p>Dirección el proceso de acomodación.(1982)</p> <p>Las concepciones y sus candidatas a reemplazarlas son comprendidas y evaluadas por los aprendices en términos de los conceptos que ya poseen. (1982)</p> <p>Sistemas conceptuales corrientes de un individuo.(1985)</p> <p>Genera y retiene las missconception. (1985)</p> <p>Interacción con la experiencia. (1985)</p> <p>Las características de la ecología conceptual cambian y se desarrollan y podría ser ellos mismos objetos de cambio conceptual. (1989)</p> <p>Las antiguas concepciones y sus candidatas para reemplazarlas son comprendidas y evaluadas por los aprendices en términos de los conceptos que ya poseen, siguiendo a Toulmin (1972) usamos un concepto ambiental para etiquetar ese contexto conceptual, llamándolo ecología conceptual.(1992)</p> <p>Los sistemas conceptuales de un individuo es la ecología conceptual de el o ella que influenciarán la selección de la una nueva información. (1992)</p> <p>Problema básico para comprender el desarrollo cognitivo es comprender como las componentes de la ecología conceptual interactúa y desarrolla y como la ecología conceptual interactúa con la experiencia. (1992)</p> <p>Conjunto de factores que facilitan la transferencia de <math>C_1</math> a <math>C_2</math> (1992)</p> <p>Generan y mantienen las missconception (1992)</p> <p>Es el requerimiento fundamental sobre el que se enfoca la teoría de cambio conceptual. (1992)</p> <p>De la ecología conceptual hacen parte las missconception y concepciones científicas. (1992)</p> <p>Todas sus partes deben ser miradas como dinámicas y en constante interacción y desarrollo. (1992)</p> <p>Puede mirarse los efectos de una parte de la ecología conceptual sobre otra, y así diferenciar entre quien actúa y sobre quien se actúa. (1992)</p> <p>Conjunto de artefactos cognitivos (1992)</p> <p>Se utiliza para determinar el estatus de las concepciones (1995)</p> <p><i>La instrucción debe dirigirse a la ecología conceptual (1999)</i></p>
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	<p>Se atribuye a la ecología conceptual estatus. ( 1985, 1992)</p> <p>Pasa a ser una continua interacción con la experiencia. (1992)</p> <p>No es exclusivamente racional (1992)</p> <p>Pasa de ser los conceptos vigentes de una persona (1982) a considerarse como los campos conceptuales corrientes de un individuo. (1985) y como un conjunto de artefactos cognitivos. (1992)</p> <p>Tiene la función de cambiarle el estatus a las concepciones (1995)</p> <p>Se le da un carácter de utilidad (1995)</p>

<p><b>ABANDONOS O NO USO</b></p> <p>1. Abandonos a medias.  2. Abandonos porque una parte de él mismo se va renovando.  3. Abandono porque el concepto no se volvió a relacionar con otro. concepto o  4. Abandono porque cambia la forma del enunciado..</p>	<p>Deja de ser el conjunto de pasos que direccionan el proceso de acomodación. (1992)</p> <p>Las concepciones y misconception no son objetos sobre los cuales actúa la ecología conceptual (1982), son parte de la ecología conceptual (1992).</p>
<p><b>PERMANENCIAS</b></p>	<p>Se mantiene como contenido de una estructura. (1982, 1985, 1992)</p> <p>Se mantiene la naturaleza dinámica de la ecología conceptual ( 1982, 1985, 1992)</p> <p>Se mantiene el cambio en los conceptos vigentes (1982), en los sistemas conceptuales de un individuo (1985) y en el conjunto de artefactos cognitivos (1995):</p> <p>En 1982 el cambio está implícito, en 1985 se ve el cambio pero no con mucha fuerza y en 1992 esta claramente explicitado.</p> <p>La ecología conceptual proporciona el contexto en el cual el cambio conceptual puede ocurrir. (1982,1989,1999)</p>
<p><b>AMPLIACIÓN</b></p>	<p>Concibe las misconception y concepciones científicas como partes de la ecología. (1992)</p> <p>Las misconception y concepciones científicas puede existir en diferente formas de representación. (1992)</p> <p>Amplia el rango de factores que hacen parte de la ecología conceptual, de acuerdo a su relevancia lógica para realizar valoraciones. (1992)</p>
<p><b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b></p>	<p>Acomodación, Misconception, Comprensión, Desarrollo cognitivo (1982)</p> <p>Anomalía y presupuestos fundamentales sobre la ciencia y el conocimiento. (1982)</p> <p>Campos conceptuales, (1985)</p> <p>Artefactos cognitivos, Campos conceptuales, Interacción, dirección de la acomodación, comprensión, aprendizaje. Contexto conceptual, aprendizaje. Desarrollo cognitivo, experiencia. Plausibilidad, misconception, concepciones científicas, (1992)</p> <p>Status de las concepciones (1995)</p>

Con los datos recogidos en la matriz de análisis conceptual, se construyó una nueva matriz (tabla 6.1) que nos permitió encontrar el significado y función del concepto de ecología a través de cada año de producción del grupo de Posner et. al. De acuerdo entonces con esta información se evidencia que en el año 1982, Posner, et al., definen el concepto de ecología conceptual como los **conceptos vigentes de una persona**, mientras que Strike y Posner (1985) la definen como **sistema conceptual**. En relación con estas ideas, asumir la ecología conceptual como conceptos o como sistemas conceptuales encarna un significado diferente que es importante resaltar.

Por ejemplo, la ecología conceptual entendida como **sistema** permite pensar a la ecología conceptual, desde una perspectiva que da cabida a considerar su naturaleza dinámica: las partes del sistema (sus conceptos vigentes, es decir, su sistema de creencias epistemológicas y ontológicas, metáforas, analogías...), las interacciones entre sus partes, la complejidad de las relaciones entre sus partes. Este cambio en la enunciación del concepto anticipa un cambio en su significación, que no es perceptible en el año 82, cuando se alude a la ecología conceptual en términos de "conceptos". En el año 92, permanece la idea de la ecología como **sistemas conceptuales** y se reconoce en ella, ya de manera explícita, su **naturaleza dinámica y en constante interacción y desarrollo**.

**Tabla. 6.3. Matriz significado y papel del concepto de ecología conceptual**

ECOLOGÍA CONCEPTUAL	1982 Posner, Strike, Hewson y Gertzog.	1983 Strike y Posner.	1985 Strike y Posner.	1988 Hewson, M.	1989 Hewson y Thorley.	1992 Strike y Posner.	1995 Hewson y Beeth.	1999 Beeth y Hewson.
<b>SIGNIFICADO</b>	Conceptos vigentes		Sistemas conceptuales		Características Individuales	Componentes Conjunto de factores Artefactos cognitivos		
<b>PAPEL</b>	Gobierna Influencia <i>El cambio conceptual</i>  Direcciona <i>El proceso De acomodación</i>		Genera y Retiene  <b>Missconceptio n</b>  Influencia la selección <i>Nueva información</i>		<b>Cambia y desarrolla</b>  <b>Eleva el estatus</b>  <i>Concepciones</i>	<b>Influencia Nueva información</b>  <b>Interactúa Con la experiencia</b>  <b>Desarrolla Genera Mantiene</b> <i>Las missconception</i>  <b>Facilita Transfiere</b> <i>Una parte sobre otra</i>  <b>Dinamiza</b> <i>Paso de C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub></i>	<b>Determina el estatus De las concepciones</b>	<b>Proporciona el contexto Para el cambio conceptual</b>

En este análisis, no tiene igual significación aludir a la ecología conceptual como **sistema conceptual** o como **sistemas conceptuales**. El uso del plural, en este caso, permite considerar la presencia de otros sistemas conceptuales en la ecología conceptual. Esta significación es novedosa en tanto abre la posibilidad de pensarla en una complejidad mayor a la planteada en el año 82.

Los autores en los años 85 y 92, o en años posteriores, no exploran la riqueza que encierra la comprensión de la ecología conceptual como **sistemas conceptuales**. Esta es una posibilidad que puede ser explorada y desarrollada más ampliamente al interior de la teoría del cambio conceptual.

Retomando el análisis de la significación del concepto de ecología conceptual y siguiendo un orden cronológico en la producción intelectual del grupo, Hewson y Thorley (1989), Strike y Posner (1992), investigadores en la teoría de cambio conceptual, hacen referencia de manera consistente, a los componentes de la ecología conceptual en términos de características (1989) y componentes o factores (1992), y a su naturaleza dinámica en tanto influyen, interactúan, generan, mantienen, facilitan, desarrollan o transfieren concepciones, experiencias o nueva información. El papel de la ecología conceptual en los años 89 y 92 muestra un rango mayor de posibilidades en la acción, en contraste con su función, más bien, directiva (1982) representada en acciones como **gobernar, influenciar o direccionar el cambio conceptual o el proceso de acomodación**.

En el año de 1992 también se alude a la ecología conceptual en términos de "artefactos o recursos cognitivos" sin embargo, los autores no ofrecen una explicación sobre el significado de estos conceptos en el contexto de la teoría del cambio conceptual.

Es reiterativo encontrar, (ver Tabla No 1) en los años 85 y 92, que a la ecología conceptual se le confiere la capacidad de generar y retener las missconception, sin embargo en el 92 dicho papel no sólo va dirigido a las missconception, sino a todos los componentes de la ecología conceptual,

situación en la que se apoyan los autores para sustentar la naturaleza siempre cambiante de la ecología conceptual.

En los años 1995 y 1999 en la producción de Hewson y Beeth, se evidencia un nuevo papel para la ecología conceptual en la manera como los autores la describen haciendo alusión a que puede servir para elevar el estatus de las concepciones. Las condiciones que preparan la ecología conceptual para tal cambio se encuentran primero; en la necesidad de hacer entendible y plausible la teoría de cambio conceptual y segundo; en la necesidad de determinar el papel que juega el estudiante, pues es quien tiene que tomar decisiones con respecto al estatus de las concepciones. De esta manera se reafirma la idea que se viene sosteniendo desde el año 1992, sobre la naturaleza dinámica de la ecología conceptual.

De esta manera el recorrido histórico que se hace sobre el concepto de ecología conceptual logra desplegarlo como un concepto dinámico y de mucha potencia tanto investigativa como explicativa.

#### 6.4.1.2. Análisis de los Componentes de la ecología conceptual

**Tabla 6. 4. Matriz desarrollo histórico conceptos centrales de la teoría: Componentes de la ecología conceptual.**

	<b>COMPONENTES DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL</b>
<i>SIGNIFICADO</i>	<p>Dos características se muestran como guías del proceso de cambio desde una concepción a otra: anomalías y presupuestos fundamentales sobre la ciencia y el conocimiento. (1982)</p> <p>Anomalías, metáforas, analogías, compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, (1982)</p> <p>Anomalías, metáforas, analogías, compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, conocimientos de otros campos y conceptos que compiten (1985)</p> <p>Ejemplares e imágenes, experiencia pasada. (1985)</p> <p>Factores afectivos y motivacionales. (1983, 1985)</p> <p>Motivación, metas, campo social e institucional. (1992)</p> <p>Consiste en artefactos cognitivos como analogías, anomalías, metáforas, creencias epistemológicas, metafísicas, conocimientos de otros campos, conocimientos de conceptos que compiten.(1992)</p> <p>La lista de factores de la ecología conceptual, fueron aquellos que para nosotros parecían ser los lógicamente relevantes para valorar la importancia de dos concepciones que compiten. (1992)</p> <p>Compromiso epistemológico: Consistencia y generalidad (1995)</p> <p>Creencias metafísicas.</p> <p>No son independientes unos de otros. (1999)</p> <p>Los estudiantes cuando se comprometen con los discursos son atraídos por las diferentes componentes de la ecología conceptual.</p>
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencian
<b>ABANDONOS O NO USO PERMANENCIAS</b>	<p>No se evidencian</p> <p>Anomalías, metáforas, analogías, compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, conocimientos de otros campos y conceptos que compiten. (1982,1985,1992)</p>
<b>AMPLIACIÓN</b>	<p>Ejemplares e imágenes, experiencia pasada. (1985)</p> <p><i>Se debe tener en cuenta: los problemas de los estudiantes no son los problemas de los científicos, es necesario incluir aspectos afectivos y motivacionales en la ecología conceptual. (1992)</i></p> <p>Inclusión de otras componentes: variables afectivas y motivacionales, metas, contexto social .(1992)</p> <p>Compromisos epistemológicos: Consistencia y generabilidad (1995)</p>
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	<p>Plausibilidad, fructificabilidad (1995)</p> <p>Consistencia interna y externa</p> <p>Status de las concepciones</p>

Un segundo aspecto o tópico está en considerar todos aquellos aspectos que hacen parte de la ecología conceptual y que los autores asumen como componentes, factores o características. La preocupación por este concepto y por establecer cuales son esos factores, ha hecho que en cada uno de los artículos se realicen aportes al respecto. En la tabla No. 2. Se muestra cómo en la producción intelectual del grupo, los componentes de la ecología conceptual juegan un papel central. Tal reconocimiento ha hecho posible ampliar, cada vez más, el rango de factores que hacen parte de la ecología conceptual.

Como se aprecia, en el 82, los autores hacen énfasis en dos características que guían el proceso de cambio de una concepción por otra: **anomalías y compromisos epistemológicos**, pero también señalan otros factores como: **metáforas y analogías, creencias y conceptos metafísicos, conocimientos de otros campos y conceptos que compiten** que influyen o direccionan el proceso de acomodación. Todos estos factores son considerados como racionales y, en su momento, relevantes para guiar el proceso de cambio.

En 1985 a la ecología conceptual se adicionan otros factores: **ejemplares e imágenes** (representaciones) y **la experiencia pasada**. Podría pensarse que la adición de estos nuevos factores deviene del hecho de un cambio de mirada con respecto al concepto de ecología conceptual, pues en el año 85 cuando se la considera como sistema conceptual se percibe un cambio en la forma de ver el concepto, en su papel, y, por consiguiente, trae consigo la necesidad de incluir nuevos componentes.

Es importante resaltar que la experiencia, los ejemplares y las imágenes como nuevos contenidos de la ecología conceptual, proceden del mundo

externo y se incorporan a la estructura conceptual del sujeto influenciando la aceptación o no de las nuevas ideas.

En este análisis de conceptos, es importante destacar que en los años 83 y 85 surgen las primeras consideraciones acerca de la necesidad de incluir otro tipo de factores, que hasta el momento no se habían tenido en cuenta en la ecología conceptual: **factores afectivos y factores motivacionales**. Esta nueva adición surge por la necesidad de incluir otros factores, que aunados a los factores racionales, tienen una marcada incidencia sobre el aprendizaje.

**Tabla 6. 5. Desarrollo histórico de los componentes de la ecología Conceptual**

1982	1985	1989	1992	1995	1999
<p><i>ANOMALÍAS COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS:</i></p> <p><i>METÁFORAS Y ANALOGÍAS CREENCIAS Y CONCEPTOS METAFÍSICOS CONOCIMIENTO DE OTROS CAMPOS Y CONCEPTOS QUE COMPITEN</i></p>	<p><i>ANOMALÍAS COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS</i></p> <p><i>METÁFORAS Y ANALOGÍAS CREENCIAS Y CONCEPTOS METAFÍSICOS CONOCIMIENTO DE OTROS CAMPOS Y CONCEPTOS QUE COMPITEN EJEMPLARES E IMÁGENES EXPERIENCIA PASADA</i></p>	<p><i>ANOMALÍAS COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS</i></p> <p><i>METÁFORAS Y ANALOGÍAS CREENCIAS Y CONCEPTOS METAFÍSICOS CONOCIMIENTO DE OTROS CAMPOS Y CONCEPTOS QUE COMPITEN EJEMPLARES E IMÁGENES EXPERIENCIA PASADA FACTORES AFECTIVOS Y MOTIVACIONALES</i></p>	<p><i>ANOMALÍAS COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS</i></p> <p><i>METÁFORAS Y ANALOGÍAS CREENCIAS Y CONCEPTOS METAFÍSICOS CONOCIMIENTO DE OTROS CAMPOS Y CONCEPTOS QUE COMPITEN EJEMPLARES E IMÁGENES EXPERIENCIA PASADA FACTORES AFECTIVOS Y MOTIVACIONALES</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>CONTEXTO SOCIAL E INSTITUCIONAL</i></li> <li>• <i>METAS</i></li> </ul>	<p><i>ANOMALÍAS COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Consistencia</i></li> <li>• <i>Mecanismos causales</i></li> </ul> <p><i>METÁFORAS Y ANALOGÍAS CREENCIAS Y CONCEPTOS METAFÍSICOS CONOCIMIENTO DE OTROS CAMPOS Y CONCEPTOS QUE COMPITEN EJEMPLARES E IMÁGENES EXPERIENCIA PASADA</i></p>	<p><i>ANOMALÍAS COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Consistencia interna y externa</i></li> <li>• <i>Generabilidad</i></li> <li>• <i>Potencia explicativa</i></li> </ul> <p><i>METÁFORAS Y ANALOGÍAS CREENCIAS Y CONCEPTOS METAFÍSICOS CONOCIMIENTO DE OTROS CAMPOS Y CONCEPTOS QUE COMPITEN EJEMPLARES E IMÁGENES EXPERIENCIA PASADA</i></p>

La emergencia de estos nuevos factores en la comprensión de la ecología conceptual permite identificar otras dimensiones del concepto. Tal situación es el resultado de la crítica hecha a la teoría por parte West y Pine (1983), quienes afirman que la propuesta de Posner et. al., (1982) es exclusivamente racional y que deja de lado los factores de los que depende el aprendizaje. En este orden de ideas es necesario resaltar la importancia de tal crítica que, en su debido momento, induce a los autores a revisar la teoría y, por consiguiente, a producir la correspondiente ampliación del concepto de ecología conceptual y de sus partes constitutivas. Estas contribuciones permiten visualizar el panorama de la teoría en su estado actual y proponer líneas de investigación futuras que busquen el fortalecimiento de la teoría de cambio conceptual. (Soto, 2003)

En los años 1985, 1989 y especialmente en 1992 el concepto de ecología conceptual se va enriqueciendo y al mismo tiempo, va alcanzando una mayor complejización en tanto se tienen en cuenta, además de los factores afectivos y motivacionales, **las metas que se propone el sujeto y el contexto social e interinstitucional**. Esta situación surge de las críticas a las que fue sometida la teoría, tal y como se dijo anteriormente, y que obliga a los autores a ampliar el rango de factores que son necesarios para describir la ecología conceptual de los aprendices.

Creemos que el tener en cuenta, como componente de la ecología conceptual, el factor contexto social e institucional, por parte de Strike y Posner en 1992, deviene del hecho de considerar los aportes intelectuales de otro miembro del grupo, Mariana Hewson, quien desde 1988, destaca en sus planteamientos la importancia del contexto social y cultural en la cognición. Ella realiza un estudio, basado en trabajos de Levi-Strauss, 1966; Toulmin, 1972 y Petrie, 1976; en los que se describe la influencia de los ambientes intelectuales, sociales y culturales en la conducta humana. Mariana Hewson, concluye que en las diferentes culturas, es posible encontrar diferencias en los materiales usados y en los contenidos, pero que, las operaciones utilizadas por los sujetos para pensar, son las mismas.

Las ideas anteriores permiten señalar que las contribuciones de esta autora, están presentes en la producción escrita de Hewson y Thorley en el 89 y más específicamente en el año 92, en el artículo de Strike y Posner, cuando se amplía la visión de la ecología conceptual al considerar otros factores intervinientes en el proceso, que, aunque no son de naturaleza propiamente racional, logran ser determinantes en el cambio de estatus de las concepciones.

En los años de 1995 y de 1999, investigaciones realizadas por el grupo, en las que se aplica la teoría de cambio conceptual en el aula de clases, resaltan la influencia de sólo algunos de los componentes de la ecología conceptual. Ello se evidencia, de manera particular, en la investigación realizada por Hewson y Beeth (1995), cuando confirman la importancia de la ecología conceptual en la determinación del status de las concepciones. Específicamente hacen referencia a los criterios que los estudiantes consideran a la hora de elegir una concepción u otra.

El interés de Hewson y Beeth en su artículo de 1995, se proyecta hacia la determinación de criterios, que afectan los compromisos epistemológicos generando condiciones de posibilidad o no para el cambio de status en las ideas de los estudiantes. En este estudio, la experiencia realizada en el aula de clases, confirma la idea, del papel dinámico que ejerce la ecología conceptual. Cuando plantean que no influencia, simplemente, el cambio de una concepción por otra, tal y como se dijo inicialmente en el 82. Las concepciones coexisten, compiten entre sí y cambian de estatus, en el contexto de la ecología conceptual.

Para Hewson y Beeth (1995) los compromisos epistemológicos y las creencias metafísicas, cobran mayor relevancia desde entonces, ya que de ellas depende que el estudiante pueda asumir una idea como inicialmente plausible y útil. En este año, al igual que en el 85, los autores ligan estos componentes de la ecología conceptual con las condiciones que se requieren para producir el cambio.

En su artículo de 1999, Beeth y Hewson mantienen su atención en las creencias metafísicas y en los compromisos epistemológicos. Las contribuciones de este estudio consisten en identificar los compromisos epistemológicos de “consistencia interna y externa”, “generalidad” y “potencia explicativa”, que los estudiantes utilizan para cambiar el status de sus concepciones. Dichos compromisos son, de acuerdo con los investigadores, relevantes a la hora de considerar la plausibilidad de la nueva concepción.

En este análisis las investigaciones mencionadas anteriormente centran su atención en dos de los componentes de la ecología conceptual: creencias metafísicas y compromisos epistemológicos, con el propósito de determinar de qué manera inciden en el cambio de status de las concepciones. Esto conlleva a pensar en una limitante con respecto al concepto de ecología conceptual, pues se devela el hecho de que aún son muy pocos los trabajos que, en el contexto de la teoría del cambio conceptual, orientan su actividad investigativa hacia el estudio de los componentes de la ecología conceptual, con lo cual, se señalan perspectivas que abren nuevos caminos a futuras investigaciones en cambio conceptual.

Finalmente se puede decir que el concepto de ecología conceptual, en su transcurrir histórico dentro de la teoría de cambio conceptual, ha sufrido cambios no sólo en su significado sino también en su papel, además, es claro observar como los factores que hacen parte de la ecología han sido objeto, igualmente, de ampliaciones, tal como se acaba de explicar en las líneas anteriores. El reconocimiento que se hace en la teoría de la importancia de los factores tanto racionales como motivacionales de los estudiantes, abre entonces nuevas perspectivas en el aprendizaje como cambio conceptual.

Finalizado este aparte es conveniente decir, que el concepto de ecología conceptual, ya no es el mismo, con cada nuevo aporte por parte de los investigadores, el concepto ha ganado en complejidad, es decir, no puede mirarse

en cada momento histórico, como la suma de partes que lo conforman, sino que, por el contrario debe mirarse como un todo.

#### ***6.4.1.3 Análisis del significado y función de los componentes de la ecología conceptual.***

En un tercer tópico contemplamos como posible realizar el análisis de cada una de las componentes de la ecología conceptual en la producción escrita del grupo. Enfatizando en algunas situaciones que ponen de manifiesto el nivel de importancia de algunas de ellas, así cómo su papel dentro de la ecología conceptual.

**Tabla 6.6. Matriz desarrollo histórico conceptos centrales de la teoría: compromisos epistemológicos, conceptos y creencias metafísicas, analogías y metáforas, anomalías y missconception.**

<b>SIGNIFICADO</b>	<b>COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS</b> La mayoría de los campos tienen ideas específicas acerca de lo que constituyen explicaciones satisfactorias dentro del mismo.(1982) Puntos de vista generales acerca del carácter del conocimiento. Algunos criterios sobre el conocimiento tales como la elegancia, parsimonia y economía, parecen ser independientes de la materia específica. (1982) Conjunto de asunciones fundamentales. (1982) No contradice hechos empíricos. (1982) Son compromisos altamente significativos al determinar que van a encontrar como inicialmente verosímil. (1982) El criterio que utiliza una persona para decidir si un conocimiento es aceptable o no. (1995) Están incluidos en las concepciones de una persona Juegan un importante papel en la comprensión de la persona. Están a menudo implícitos y pueden constituirse en obstáculos para la comprensión. Los criterios epistemológicos de consistencia, generalización y potencia explicativa son componentes necesarias de la práctica de la ciencia (1999)
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia.
<b>ABANDONOS O NO USO</b>	No se evidencia.
<b>PERMANENCIAS</b>	Descrita igual en los artículos del 1982 y 1985
<b>AMPLIACIÓN</b>	Consistencia interna y externa, causalidad (1995) Potencia explicativa (1999)
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	Naturalidad, simplicidad lógica, rechazo al sentido común. (1982) Verosimilitud, procesos de cambio(1982) Plausibilidad, consistencia interna y externa, causalidad (1995) Consistencia, generalización y potencia explicativa (1999)

<b>SIGNIFICADO</b>	<b>CONCEPTOS y CREENCIAS METAFÍSICAS</b> Conceptos científicos tienen a menudo una cualidad metafísica, al ser creencias acerca de la naturaleza última del universo y ser inmunes a una refutación empírica directa.
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencian
<b>ABANDONOS O NO USO</b>	No se evidencia.
<b>PERMANENCIAS</b>	Descrita igual en los artículos del 1982 y 1985
<b>AMPLIACIÓN</b>	
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	Ecología conceptual (1982, 1985)

	<b>ANALOGÍAS Y METÁFORAS</b>
<i>SIGNIFICADO</i>	Sirven para sugerir nuevas ideas y para hacerla inteligibles. (1982) Estrategias que enfocadas sobre la ecología conceptual, extrae de raíz las missconception que se generaron. (1992)
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia.
<b>ABANDONOS O NO USO</b>	No se evidencia.
<b>PERMANENCIAS</b>	Descritas de igual forma en el artículo de 1982 y 1985
<b>AMPLIACIÓN RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	Inteligibilidad. (1982)

	<b>ANOMALIAS</b>
<i>SIGNIFICADO</i>	Sirven para revisar concepciones y eliminar conflictos. (1982) Cuando los estudiantes se encuentran insatisfechos con sus conceptos vigentes, estarán mas preparados para acomodar los nuevos conceptos. (1982) Cuando no puede darse sentido a algo. (1982) El carácter de los fallos específicos de una idea son una parte importante de la ecología conceptual que selecciona su sucesora. (1982) Se experimenta una anomalía cuando se intenta asimilar sin lograrlo una experiencia o una concepción dentro de una trama de concepciones (1982) Aportan la clase de conflicto cognitivo (Khun, Estado de crisis) que prepara la ecología conceptual para la acomodación. (1982) Existen cuando una persona es incapaz de asimilar algo que es presumiblemente asimilable( 1982, 1985) Posibilita que el estudiante descubra que sus concepciones han fracasado. (1985) Mejor campo de insatisfacción (1992) Cuando una persona intenta infructuosamente asimilar una experiencia o una nueva concepción al interior de la estructura de concepciones existentes. (1992)
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencian
<b>ABANDONOS O NO USO</b>	No se evidencia.
<b>PERMANENCIAS</b>	Revisión de concepciones y eliminación de conflictos. (1985) Descrita de igual forma en 1982, 1985
<b>AMPLIACIÓN RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	Asimilación, acomodación, insatisfacción, revisión de concepciones, eliminación del conflicto (1982) Ecología conceptual, creencias, compromisos epistemológicos, cambio conceptual racional (1982) Insatisfacción, asimilación (1992)

	<b>MISSCONCEPTION</b>
<i>SIGNIFICADO</i>	Objetos cognitivos que son afectados por la ecología conceptual. (1982) Regida por la ecología conceptual pero no son parte de ella (1982) <i>No se atiende a la manera como las missconception interactúan con la ecología. (1982)</i> Son producto del desarrollo histórico de los conceptos, que tienen incluidas

	<p>pruebas para entender el mundo y modificar las concepciones a la luz de las inadecuaciones (1985)</p> <p>No son perfecta pero rara vez son arbitrarias o irracionales. (1985)  Interactúan con las nuevas ideas. (1985)  Son parte de la ecología conceptual (1992)  Missperception (1992)  Producidas para solucionar problemas con las manos, nublando los hechos y pueden ser generadas por factores de la ecología conceptual.(1992)  Pueden ser débilmente formadas, no son necesariamente representaciones simbólicas y puede algunas no ser formadas previa a la instrucción. (1992)  Se han desarrollado a través de la historia. (1992)  Se han generado de alguna forma en la ecología conceptual (1992)  Difieren de los paradigmas científicos (1992)  Inmersas en un set de anomalías (1992)  Interactúan con características comunes de ecología conceptual (1992)  Son parte de la ecología conceptual (1992)  Concepciones que pueden cambiar de status (1995)  Pueden ser reemplazadas (1982)</p>
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO ABANDONOS O NO USO</b>	<p>Pasa de ser un objeto cognitivo afectado por la ecología conceptual para interactuar con la ecología. (1992)  No es lo que cambia en el cambio conceptual. (1992)  No están en la superficie del pensamiento.(1992)</p>
<b>PERMANENCIAS AMPLIACIÓN</b>	<p>Son consideradas como muy importantes en la teoría de cambio conceptual. (1982, 1985, 1985)  Son generadas y mantenidas por otros conceptos o factores en la ecología conceptual del aprendiz.  Pueden ser producto de la instrucción o antes de ella.  Producidas para solucionar problemas.  Inmersas en un set de anomalías. (1992)</p>
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	<p>Anomalías (1982)  Ecología conceptual, Interacción, instrucción, solución de problemas, factores de la ecología conceptual, set de anomalías, metáforas, (1992)  Rechazo, insatisfacción, reemplazadas. (1982)</p>

De acuerdo con la Tabla No 2., una de las componentes de la ecología conceptual que más ha llamado la atención son los **compromisos epistemológicos** no sólo porque los autores se ocupan bastante de ellos, sino porque, además, son producto de caracterizaciones detalladas, a la hora de realizar investigaciones en el aula.

**Tabla 6.7. Significado y función de los compromisos epistemológicos**

COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS	1982 Posner, Strike, Hewson y Gertzog	1983 Strike y Posner	1985 Strike y Posner	1988 Hewson	1989 Hewson y Thorley	1992 Strike y Posner	1995 Hewson y Beeth	1999 Beeth y Hewson
<b>SIGNIFICADO</b>	Ideas específicas Puntos de vista generales Conjunto de asunciones fundamentales Compromisos Altamente Significativos	Criterios epistemológicos				Criterios epistemológicos	Criterios epistemológicos	Criterios epistemológicos
<b>FUNCIÓN</b>	Determinar lo inicialmente verosímil				Lo utilizan para decidir si un conocimiento es aceptable o no.			Cumple papel importante en la comprensión. Puede ser obstáculo para la comprensión.

Al retomar la matriz inicial y conformar una nueva matriz con respecto al concepto compromisos epistemológicos, se encuentra que en lo que hace referencia con su significado (ver Tabla No 3), en el año 82, Posner et. al., se refieren a ellos como aquellas ideas específicas, puntos de vista, conjunto de compromisos sobre el conocimiento. El uso del plural por parte de los autores, invita a pensar en una diversidad de “compromisos” que tienen la propiedad de ejercer una marcada influencia sobre uno o más dominios del conocimiento.

De igual manera, en el año 1995 y 1999, Hewson y Beeth, hacen referencia a los compromisos epistemológicos como **criterios**. De acuerdo con la tabla 3., vemos como el significado inicial se mantiene, y cómo, mediante el uso de sinónimos, se

refieren a ellos como el conjunto de ideas que tiene el individuo sobre el conocimiento y, en este caso, sobre el conocimiento científico.

Siguiendo con el análisis, se aprecia que los compromisos epistemológicos cumplen una función esencial, como uno de los componentes de la ecología conceptual, (ver tabla 6.3). En el 82, dicho papel se dirige a determinar si una idea es inicialmente verosímil, función que se ratifica en el 85, cuando, se hace referencia a los criterios que determinan si una idea es plausible o no. En este año se asume un carácter de utilidad, pues, de acuerdo a su papel se considera con el poder de actuar como ente autónomo, papel que le permite a la persona decidir si un conocimiento es aceptable. En el año 89, los utilizan para decidir si un conocimiento es aceptable o no, y en el 99, adquieren un papel adicional, ya que no sólo posibilitan la comprensión de una idea, sino que además podrían servir de obstáculo para ella misma.

En el artículo del año 82, Posner et.al muestran cómo los compromisos epistemológicos afectan la aceptación o no de una teoría. Esta aceptación depende de *criterios* que **permiten considerar un conocimiento como satisfactorio o no**. Por ejemplo, Einstein (1944), citado por Posner et al (1982):

«...estaba comprometido con dos principios epistemológicos fundamentales:

- 1) Una teoría no debe contradecir hechos empíricos.
- 2) Las premisas de una teoría deben ser caracterizadas por su “naturalidad” o “simplicidad lógica”, una especie de “perfección interna” de la teoría...»

Desde este referente es importante entender la relación, que los autores de la teoría de cambio conceptual, establecen entre los compromisos epistemológicos y las condiciones para la acomodación. En tal sentido ellos afirman que son los compromisos, que la persona tiene sobre la teoría, los que le permitirán decidir sobre su inteligibilidad, plausibilidad o fructifibilidad, al proporcionarle los criterios sobre los cuales gira la aceptación de la teoría.

Se vislumbra, entonces, como desde el 82, la intención de los autores desemboca en la búsqueda de aquellos rasgos, que hacen parte de los compromisos epistemológicos, y permiten al estudiante considerar las condiciones para la acomodación y, específicamente, determinar la plausibilidad de una idea. Es así como en el 95, afirman que los rasgos que utiliza una persona para decidir si una idea es consistente con sus compromisos epistemológicos son: la consistencia y la causalidad. En relación con la primera, una idea sólo es aceptada cuando es consistente con otra ya vigente en su estructura conceptual. De la misma manera, la idea puede ser considerada como plausible si el estudiante encuentra un mecanismo causal que la explique.

En el 99, Beeth y Hewson afirman que, tales rasgos se consideran como componentes necesarios de la práctica de la ciencia, es decir, además de jugar un papel importante en la comprensión, son, así mismo, algunos de los criterios que comúnmente utilizan los científicos cuando deciden si un conocimiento es aceptable o no. Igualmente pueden ser obstáculos para la comprensión de la idea. Se entiende por comprensión de una idea, el hecho de poder dar significado y sentido a la nueva concepción.

En el análisis de los componentes de la ecología conceptual, encontramos otro de igual importancia que el anterior. Este componente de la ecología conceptual son las **creencias y conceptos metafísicos** y aunque es presentado por Posner et al, desde los inicios de la teoría, su desarrollo conceptual no alcanza a ser igual, comparado con otros conceptos señalados en la producción académica de los autores. Sin embargo, es una variable de considerable importancia, a la hora de establecer la plausibilidad de una idea, pues si ella contradice alguna de las creencias metafísicas del estudiante ello afectará su aceptación.

Desde el año 82, las creencias y conceptos metafísicos son considerados el núcleo básico de las concepciones, pues, al igual que los compromisos epistemológicos, intervienen en la aceptación o rechazo de las nuevas

explicaciones. Visto de esta manera, las creencias y conceptos metafísicos constituyen la base sobre la que se emiten juicios respecto al conocimiento. En el año 95, los autores vuelven sobre el concepto tratando de clarificar su papel dentro de la ecología conceptual, a través de ejemplificaciones. Los autores afirman que hace parte de los criterios que permiten a un estudiante determine si una idea es plausible o no, y consideran que la creencia metafísica, al igual que los compromisos epistemológicos, tiene un papel primordial a la hora de aceptar o no una idea, pues, si la creencia metafísica la contradice, ésta no es aceptada por el estudiante. En este año la descripción y la función que cumplen como componentes de la ecología conceptual se mantiene.

Otro de los componentes de la ecología conceptual son las **anomalías**; en el 82 los autores se refieren a ellas como una posibilidad, dirigida a generar una insatisfacción, y que obliga al estudiante a tratar de eliminar el conflicto, producto de la presentación de la situación anómala. La anomalía le deja ver los fallos en su explicación, genera en él insatisfacción y le abre la posibilidad de aceptar otras ideas.

Desde este referente se evidencia cómo este componente de la ecología cumple una función importante, pues son fuentes de insatisfacción, aspecto fundamental a la hora de considerar las condiciones para el cambio conceptual. La anomalía permite ver a la nueva concepción como plausible, es decir consistente con sus ideas y con la posibilidad de resolver problemas. Cuando los autores la describen en los años 85 y 92, le otorgan gran importancia, pues afirman que es el mejor camino para producir una insatisfacción, condición necesaria, más no suficiente, para que pueda producirse el cambio conceptual.

De la misma manera, los autores de la teoría de cambio conceptual hacen alusión a otros de los componentes de la ecología conceptual, pero no realizan un desarrollo a fondo de los mismos, Así, tanto en el año 82, cuando hacen referencia a las **analogías y metáforas**, como en el 85, cuando aluden a los **ejemplares e**

*imágenes*, y describen su papel de manera similar, en el sentido de que ambos factores de la ecología conceptual contribuyen a sugerir nuevas ideas y hacer que estas sean entendibles por el individuo, además, permiten que emerjan las missconception.

La ***experiencia pasada y otros conocimientos*** son otros dos componentes que hacen parte de la ecología conceptual, pero que el grupo no describe profundamente. Sólo es posible evidenciar su relación con las condiciones para el cambio, podría pensarse que la insatisfacción con las concepciones puede estar conectada con la experiencia pasada o con otros conocimientos que no permiten que el sujeto admita las nuevas ideas. De la misma manera se encuentra una relación con otras de las condiciones de la acomodación, como lo son la plausibilidad y la fructifibilidad, pues la experiencia pasada y otros conocimientos pueden estar conectados con la consistencia de las ideas vigentes o con la posibilidad de que el sujeto pueda generar nuevas aplicaciones.

Los anteriores componentes no son desarrolladas ampliamente dentro de la producción del grupo, tampoco lo son las variables afectivas, el contexto social e interinstitucional (componentes que se adicionan a partir de las críticas a la que fue sometida la teoría por parte de la comunidad internacional) Estos factores pueden ser objeto de mayores desarrollos conceptuales al interior de la teoría misma, lo que abre otros campos de investigación en la teoría del cambio conceptual.

#### **6.4.1.3. *Análisis de la relación entre las componentes de la ecología conceptual y las condiciones para el cambio.***

Tabla 6.8. **Matriz desarrollo histórico conceptos centrales de la teoría: Inteligibilidad, fructifibilidad, plausibilidad, status de la concepción, proceso de acomodación y**

<b>INTELIGIBILIDAD</b>	
<i>SIGNIFICADO</i>	La posibilidad de captar un nuevo concepto puede estructurar la experiencia suficientemente como para explorar sus posibilidades inherentes (1982)  Es una condición necesaria pero no suficiente para el proceso de acomodación (1982) Entendimiento mínimo de una idea (1985) Emplea las anomalías generadas por las miradas previas para determinar como aplicar otras visiones (1985) Necesaria para determinar el status de las concepciones (1995)
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia.
<b>ABANDONOS O NO USO PERMANENCIAS</b>	No se evidencia.  Descrita de igual forma en el artículo de 1985.
<b>AMPLIACIÓN</b>	
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	Analogías y metáforas. (1982)  Anomalías (1985)

<b>FRUCTIFIBILIDAD</b>	
<i>SIGNIFICADO</i>	Posibilidad de extenderse y de abrir nuevas áreas de investigación (1982). Nuevas formas de ver las cosas y nuevos descubrimientos. (1982)
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia.
<b>ABANDONOS O NO USO</b>	No se evidencia.
<b>PERMANENCIAS</b>	Descrita igual en el artículo de 1985
<b>AMPLIACIÓN</b>	
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	Acomodación

	<b>PLAUSIBILIDAD (VEROSIMILITUD)</b>
<i>SIGNIFICADO</i>	<p>Grado de acople de una nueva concepción.  Comprensión de procesos de cambio. (1982)  Capacidad para resolver problemas generados por sus predecesora. (1982)  Resultado de la coherencia con otros conocimientos. (1982)  Grado de acople de una nueva concepción dentro de la ecología conceptual existente. (1982)  Puede ser pensada en un grado anticipado de conveniencia de una nueva concepción existiendo dentro de la ecología conceptual. (1985)  Comprensión del sentido de una concepción. (1982, 1985, 1992)  Su determinación no constituye un componente significativo en las aulas sin embargo es una parte esencial en el aprendizaje. (1995)  Es necesario la consideración del status de la idea.  Una idea se considera plausible cuando se llega a considerar cuando se llega a creer que es cierta o consistente con otros conocimientos.  Es plausible cuando se comprueba que la idea es consistente con una explicación similar.  Es plausible si existe un mecanismo causal que la explique.</p>
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia.
<b>ABANDONOS O NO USO</b>	No se evidencia.
<b>PERMANENCIAS</b>	Se describe de la misma manera en los artículos de 1985 y 1992.
<b>AMPLIACIÓN</b>	<p>Consistencia con creencias, compromisos epistemológicos, experiencias pasadas, otros conocimientos, creación de imágenes, resolución de anomalías, concepciones análogas. (1985)  Compromiso con la causalidad (1995)</p>
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	<p>Ecología conceptual, nueva concepción, otros conocimientos, creencias metafísicas, creación de imágenes, compromisos epistemológicos, Resolución de anomalías (1982)  Conveniencia de la nueva concepción, ecología conceptual, creación de imágenes, creencias y compromisos epistemológicos, experiencia pasada, resolución de anomalías, concepciones análogas. (1985)  Missconception. (1992)  Creencia metafísica, compromisos epistemológicos (1995)</p>

	<b>STATUS DE LA CONCEPCIÓN</b>
<i>SIGNIFICADO</i>	<p>Se relaciona con el proceso de elección que realizan los estudiantes entre una idea y otra. (1995)  La elección se hace en forma individual.  Las personas utilizan su ecología conceptual para determinar el estatus de una concepción.  Es la actividad que permite elevar o bajar el status de una concepción.  Posibilitar la determinación de si la idea es inteligible, plausible y fructífera.  Es función del estatus lo que pueda suceder con la concepción nueva. (1982))  Puede ser alto o bajo de acuerdo a si la nueva concepción es reconciliable o no con la concepción existente.  El cambio de status no es espontáneo, este sólo baja si su causa es la insatisfacción y sube si el campo de insatisfacción es removido.  La relativa fuerza de los compromisos epistemológicos determina si la</p>

	<p>concepción cambia de status. Se eleva el status cuando los criterios de IPF son satisfechos. El estudiante debe ser hábil para hacer comentarios sobre el status de la concepción (1999)</p>
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia.
<b>ABANDONOS O NO USO PERMANENCIAS</b>	No se evidencia.
<b>AMPLIACIÓN</b>	No se evidencia.
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	<p>Status alto, status bajo, ecología conceptual, compromisos epistemológicos, creencias metafísicas (1995) Intercambio conceptual y captura conceptual (1999)</p>

<i>SIGNIFICADO</i>	<p><b>PROCESO DE ACOMODACIÓN</b> Reorganización de orden superior. Reemplazo de conceptos centrales por otros. (1982) Características de las ecologías conceptuales que gobiernan los procesos de cambio conceptual de orden superior. (1982) Cambio radical en el sistema conceptual de una persona. (1982) Cambios graduales, que se efectúan poco a poco. (1982) Condiciones de gran importancia que deben cumplirse antes de que suceda una acomodación. (1982) Ajuste gradual (inexperto) de sus propias concepciones (1982) Proceso cuyo resultado es una reorganización sustancial de los propios conceptos centrales. (1982) Involucra no sólo un mínimo entendimiento sino además un cierto grado de aceptación. (1985) Cambio conceptual de gran magnitud (1985) Cambios radicales de la estructura cognitiva (1985) Permite el cambio en el status de las concepciones (1995) Se deben dar unos criterios de acomodación (1982)</p>
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia
<b>ABANDONOS O NO USO PERMANENCIAS</b>	<p>No se evidencian Condiciones para la acomodación. (1982, 1985, 1992)</p>
<b>AMPLIACIÓN</b>	No se evidencia
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	<p>Reorganización de orden superior. Características de las ecologías conceptuales: 1. Anomalías y 2. presupuestos fundamentales sobre la ciencia y el conocimiento. (1982) Cambio conceptual radical (1982, 1985, 1992) Comprensión, aprendizaje. (1985) Insatisfacción, Inteligibilidad, plausibilidad, fructifabilidad (1982, 1985, 1992, 1995)</p>

	<b>COMPRESIÓN DE IDEAS.</b>
<b>SIGNIFICADO</b>	Es posible los hallazgos de un nicho y de la ecología conceptual. Construcción de estructuras. (1985) Comprensión del desarrollo cognitivo: Comprender como las componentes de una ecología conceptual individual interactúa y desarrolla y como la ecología conceptual interactúa con la experiencia. (1992) Se da sentido y significado a la nueva concepción (1982) Actividad metacognitiva por parte del estudiante. (1995) Revelar el status de la idea y las componentes de la ecología conceptual. Los estudiantes examinen las ideas para elegir entre ellas. (1999) Es una actividad intelectual (1999) Los estudiantes necesitan valerse de criterios epistemológicos similares a los utilizados por la comunidad de científicos. (1999) Los criterios incluyen formas de argumentación lógicas, consistencia interna y externa de las ideas y las relaciones entre datos e ideas. Involucrar a los estudiantes en actividades típicas de la comunidad científica. El estudiante debe ofrecer justificaciones similares a las utilizadas por la comunidad científica (1999) La comprensión de una idea debe ser apoyada en comprensiones individuales y de grupo (1999)
<b>CAMBIOS DE SIGNIFICADO</b>	No se evidencia.
<b>ABANDONOS O NO USO PERMANENCIAS</b>	No se evidencia.
<b>AMPLIACIÓN</b>	No se evidencia.
<b>RELACIONES CON OTROS CONCEPTOS</b>	Contexto de otras ideas, nicho, ecología conceptual, estructura, nicho conceptual, contexto teórico, significado empírico. (1995) Interacción, experiencia, componentes de la ecología (1992) Status (1995)

De la misma manera y a partir de los datos aportados por la matriz construida inicialmente, se encuentra elementos que permitan analizar la relación entre el concepto de ecología conceptual y las condiciones para el cambio, el cambio de estatus en las ideas y la comprensión de las ideas.

Comenzaremos con el concepto **Inteligibilidad** ya que consideramos importante realizar una descripción sobre la manera como se refieren a ella en cada año de producción. En el 82 y 85 fue descrita como el entendimiento mínimo de una idea. En el 95 Hewson y Beeth conciben la inteligibilidad como condición necesaria para determinar el estatus de las concepciones, sin embargo, al igual

que la plausibilidad no es una condición suficiente para que pueda producirse el cambio.

Cuando Hewson y Beeth, 1995, la asumen en relación con el estatus de las ideas, enriquecen su función en comparación con el año 82 y 85. Ellos consideran en este año que la inteligibilidad de las ideas está relacionada con la posibilidad de bajar o elevar su estatus. De ahí que las ideas adquieran un estatus alto o bajo de acuerdo al grado de comprensibilidad.

La inteligibilidad, a partir del año 95, es entonces una condición que afecta el estatus de las ideas. Cuando las nuevas ideas no son entendidas por el estudiante, no tienen la posibilidad de competir para alcanzar un estatus. Adicionalmente las nuevas ideas pueden llegar a tener algún estatus, siempre y cuando sean, en principio, entendibles. De ahí que el aporte dado, por los autores, en este año es el de proporcionar evidencia para entenderla en función del cambio en el estatus de las ideas.

En esta descripción no se evidencia un cambio en el significado del concepto de inteligibilidad, sólo podría decirse que se avanza en la comprensión de su función como condición para el cambio conceptual, pues se mantienen en su descripción inicial.

Otra de las condiciones que los autores proponen para que pueda darse el cambio conceptual es *la plausibilidad o verosimilitud*, que en el 82 es entendida como el grado de acople de una concepción dentro de su ecología conceptual, descripción similar en los años 85 y 92. En 1995, se amplía la descripción al relacionarla con conceptos como comprensión de ideas, compromisos epistemológicos, creencias metafísicas. Tal relación permite pensarla como condición necesaria más no suficiente para la comprensión de las ideas por parte del individuo.

Para que una idea sea comprensible es necesario que ésta inicialmente sea plausible, y sólo será plausible si la idea es consistente con explicaciones similares. De ahí que Hewson y Beeth, afirmen: «Una idea se considera plausible cuando se llega a creer que es cierta o consistente con otros conocimientos». (1995:27) Tal afirmación permite pensar el papel de la plausibilidad como fundamental a la hora de decidir si una idea es comprensible.

Al llegar a este punto, conviene hacer referencia a un concepto, que emerge a partir del análisis conceptual que se ha venido realizando y, que los autores denominan **comprensión de ideas**. En el año 82, la comprensión de las ideas es descrita en función del sentido y significado que pueda tener la nueva concepción. Posteriormente en el año 95, lo relacionan con la actividad metacognitiva desarrollada por parte del estudiante. Y en el año 99, sugieren que es una actividad intelectual y lo relacionan específicamente con los compromisos epistemológicos al afirmar que los estudiantes necesitan

valerse de este componente de la ecología conceptual, de manera similar a como es utilizado por la comunidad de científicos, es decir cuando se involucran en actividades que pueden ser llamadas como propias de los científicos, ofrecerles actividades típicas de ellos, para que el estudiante pueda ofrecer justificaciones similares a las utilizadas por la comunidad de científicos. Igualmente aducen que para comprender una idea es necesario apoyarse en comprensiones individuales y de grupo.

Basándonos en lo anterior, hay una idea que es necesario analizar. Esta idea alude a la forma como se logra la comprensión, específicamente en lo que respecta a que ésta no es sólo un desarrollo individual sino, también, un desarrollo grupal. A medida que los autores avanzan en la revisión de la teoría se llega a considerar como una tarea que compromete la actividad intelectual grupal. Al respecto conviene decir, que igual que en el 88 con Mariana Hewson, el contexto

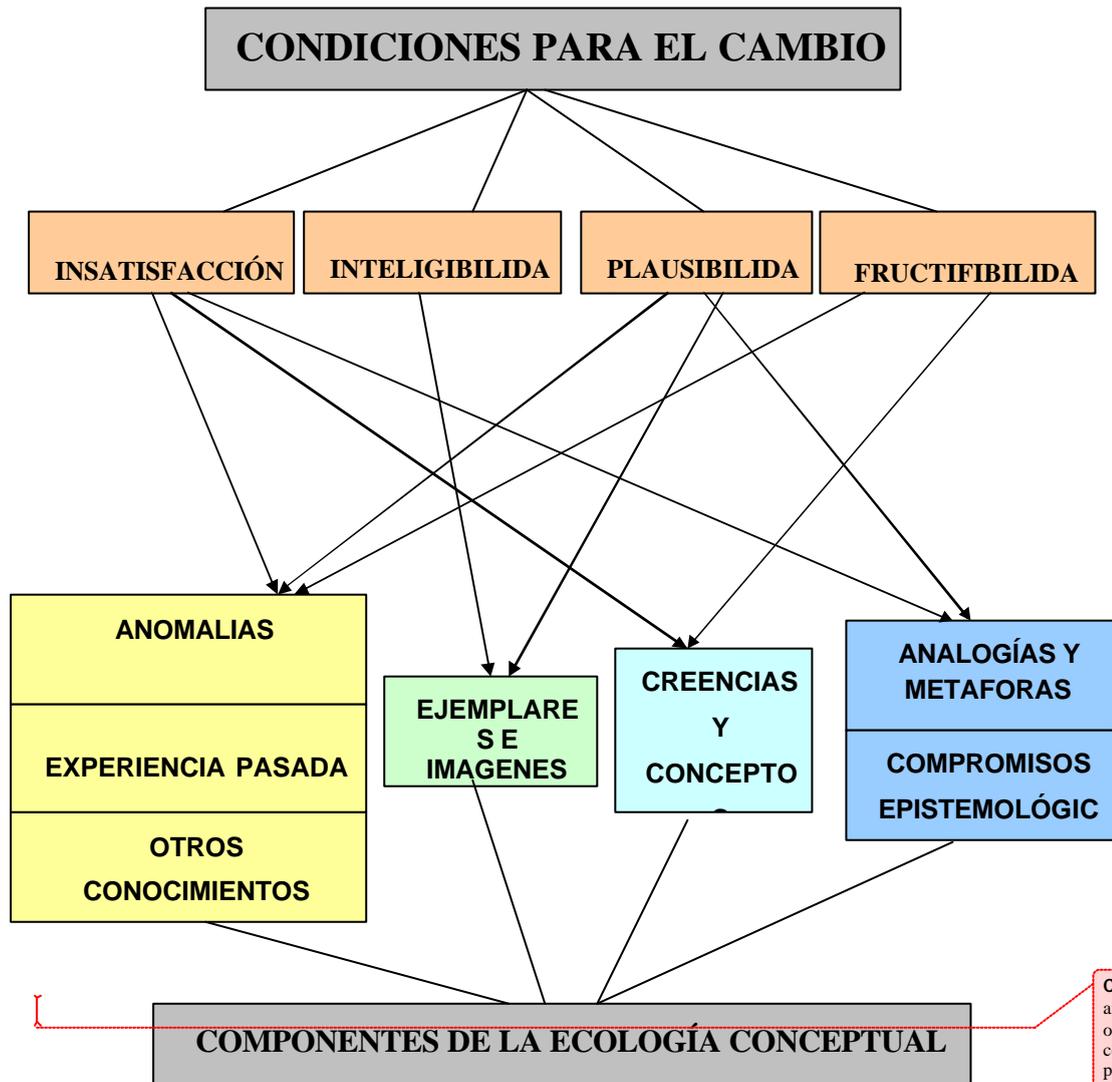
social y cultural del estudiante cumple un papel fundamental a la hora de comprender una idea.

De acuerdo con Beeth y Hewson, 1999, cuando a los estudiantes se les involucra en la instrucción posibilitando el trabajo en grupo, hacen uso de criterios epistemológicos propios de la comunidad científica, es decir los estudiantes consiguen utilizar herramientas culturales y convenciones propias de la práctica de la ciencia. Cabe concluir la conveniencia de realizar análisis sobre la posible relación entre cultura escolar y cultura científica a la luz de la dimensión sociocultural que se percibe en los planteamientos de este año.

Siguiendo entonces con el análisis de las condiciones para el cambio, Posner et.al. (1982) consideran que a la hora de aceptar o rechazar una concepción se debe considerar su **fructifibilidad**. Al respecto, en la producción del grupo sólo se puede decir que se mejora la comprensión de su función como condición para el cambio conceptual, pues se mantiene en su significado inicial. En el 82 la fructifibilidad fue considerada como la posibilidad de que la nueva idea se extienda y posibilite nuevas investigaciones, nuevas explicaciones.

En la red conceptual que se muestra a continuación es el resultado del análisis conceptual anteriormente realizado y en ella se trata de establecer las relaciones entre las condiciones para el cambio y las componentes de la ecología conceptual de acuerdo a los planteamientos de Posner et. al. (1982); Strike y Posner (1985,1992) Y Hewson y Beeth, (1995,1999).

Red conceptual 6.1. *Relaciones entre componentes de la ecología conceptual y las condiciones para el cambio.*



**Comentario [LS1]:** Las anomalías, la experiencia pasada y otros conocimientos son los componentes de la ecología que posibilitan la generación de insatisfacción, o que hacen ver las ideas como plausibles o fructíferas. Las analogías, metáforas y los compromisos epistemológicos producen insatisfacción y dejan ver la idea como plausible. Los ejemplares e imágenes están relacionados con la inteligibilidad y plausibilidad. Las creencias y conceptos metafísicos con la insatisfacción y fructifibilidad.

## **6.5. APORTES DE LA SICOLOGÍA COGNITIVA AL CONCEPTO DE ECOLOGÍA CONCEPTUAL**

Teniendo como referente la producción escrita de psicólogos cognitivos como Slotta, J., Chi, M., y Joram, E., 1995 y Chi, M., Slotta, J. y De Leew, N., 1994; Vosniadou, S., 1994; Vosniadou, S. y Brewer, W. 1992, 1994. (Quienes trabajan en el ámbito de las representaciones y bajo las perspectiva del cambio conceptual), trataremos de describir el papel que juegan las representaciones dentro de sus trabajos, evidenciando posibles contribuciones al significado y al papel del concepto de ecología conceptual.

El procedimiento que permitió aproximarnos a este análisis, surge igual que en los anteriores, de los datos obtenidos a partir de la caja de fichas, instrumento que permitió recolectar la información de toda la investigación y que para el caso específico del tercer objetivo, seleccionar de los artículos aquellos párrafos en donde los sicólogos cognitivos definen o hacen alusión a conceptos relacionados con la ecología conceptual. De la caja de fichas, y siguiendo el procedimiento metodológico anteriormente descrito, emergen las categorías y conceptos que permiten la construcción de la siguiente matriz para el análisis de los conceptos.

Posteriormente y a partir de la matriz, se pasa a la descripción, a través de la cual es posible comprender los aportes los psicólogos cognitivos, con respecto al concepto de ecología conceptual.

**Tabla 6. 9. Matriz de conceptos desarrollados por los psicólogos cognitivos que trabajan en el campo de las representaciones.**

AUTOR/AÑO	CONCEPTO	DEFINICIÓN	PAPEL	RELACIÓN APRENDIZAJE
Vosniadou/1992 Vosniadou y Brewer/1992,1994	<b>Compromisos epistemológicos</b>	Principios acerca del carácter general de explicaciones de los fenómenos físicos	Permiten asumir o no, que las cosas son como se ven	Sirven de mecanismo para producir cambios parciales en las creencias, juicios e interpretaciones sobre el mundo
	<b>Compromisos ontológicos</b>	Permiten la clasificación de los objetos físicos, de acuerdo a ciertas categorías.	Posibilita reflexionar sobre las imágenes (percepción del entorno)	Mecanismos a través del cual se hace posible forzar la adquisición de procesos de conocimiento.
	<b>Teoría marco (Estructura relacional)</b>	Sistema coherente de explicación basado en experiencias cotidianas que necesita de años para conformarse y son de carácter implícito	Contener los compromisos ontológicos y epistemológicos	Cambios en la teoría marco.
	<b>Teoría específica</b>	Conjunto de presupuestos o creencias interrelacionadas que describen las propiedades de un objeto o fenómeno	Hace parte de la teoría marco	Es más fácil realizar su revisión.
	<b>Estructura conceptual hipotética</b>	Ideas previas coherentes y consistentes en función de una teoría marco	Diferencias entre expertos y novatos a partir de las diferencias entre los compromisos ontológicos y epistemológicos	
	<b>Modelos sintéticos</b>	Modelo que intenta representar la relación entre el modelo aceptado culturalmente con su modelo inicial	Reconciliar el modelo aceptado culturalmente con el modelo inicial	
	<b>Cambio conceptual</b>	Modificación en la estructura o cuerpo teórico	Producir cambios conceptuales por enriquecimiento o revisión.	Necesidad de crear una conciencia metaconceptual, que permita al estudiante comprender que sus creencias o teorías intuitivas pueden someterse a experimentación y falsación.

AUTOR/AÑO	CONCEPTO	DEFINICIÓN	PAPEL	RELACIÓN APRENDIZAJE
Chi, Slotta, Deleew/1994  Slotta, Chi y Joram/1995	Compromisos ontológicos	Se refiere a la percepción sensible y experiment al que tiene el individuo sobre las cosas materiales y no materiales.	Permiten comprender el mundo	Sirven de mecanismo para producir cambios
	Compromisos epistemológicos	Creencias individuales sobre el conocimiento		
	Representaciones	Dan cuenta de los principios que subyacen al interior de la estructura conceptual hipotética		Ante situaciones problema se deben activar representaciones propias de la situación para realizar las categorizaciones ontológicas
	Teoría implícita	Da cuenta del tipo de entidades que forman parte de ella.		
	Concepciones alternativas	Son los medios que permiten predecir los fenómenos cotidianos		Se hace necesario caracterizarlas
	Cambio Conceptual	Reasignación de una categoría a otra o dentro de la misma categoría. Transiciones conceptuales entre categorías		Necesario revisar las categorías en las que están inscritos los conceptos

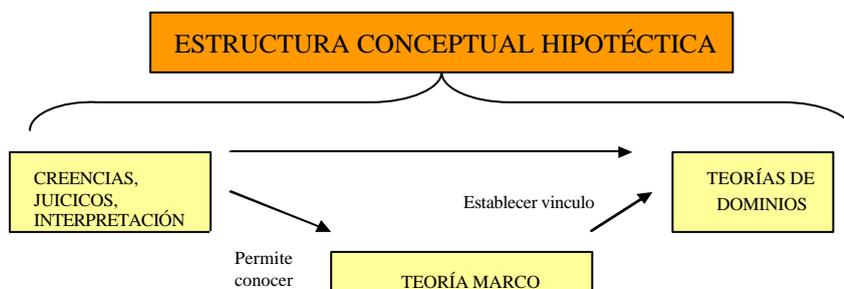
Como se anotó anteriormente, los psicólogos cognitivos han realizado sus investigaciones en el ámbito de las representaciones, para ellos existe un nivel de análisis específico, que se configura a partir del establecimiento de relaciones entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico. Los trabajos de algunos de estos autores se inscriben dentro de la hipótesis de compatibilidad o de continuidad entre ambos tipos de conocimiento, mientras que otros postulan la hipótesis de incompatibilidad o discontinuidad entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano.

Podríamos decir que entre ellos existen aproximaciones teóricas respecto a la pregunta ¿Qué es lo que hay que cambiar en la ciencia intuitiva de los estudiantes? Para Stella Vosniadou –quien ha trabajado en la exploración de los modelos

mentales que tienen los niños de la escuela elemental sobre el ciclo día/noche, la forma de la tierra y los conceptos de fuerza y calor—, el cambio en un modelo mental se produce cuando se genera un cambio en las teorías marco o en los supuestos epistemológicos y ontológicos implícitos, que se encuentran arraigados en el nivel más profundo dentro del sistema cognitivo del individuo. Según ella, cuando se indaga por las concepciones alternativas es posible acceder a diferentes análisis representacionales, siendo el de las imágenes y el lenguaje, el nivel más superficial, pues los individuos pueden generar fácilmente este tipo de representaciones, sin embargo, a pesar de ser este nivel el más accesible y contextual, no necesariamente es lo que debe cambiar en el cambio conceptual.

Vosniadou asume que el individuo presenta una estructura conceptual hipotética que deviene de lo que ella considera como los modelos mentales iniciales. Tal estructura estaría conformada inicialmente por creencias, juicios e interpretaciones sobre determinada situación, que pueden ser explicitadas por medio de gráficos (imágenes) o del lenguaje. Posteriormente, y en un nivel intermedio estarían las teorías de dominio que vienen a ser otro tipo de representaciones que surgen en contextos propios de un dominio (disciplina) o de subdominios (mecánica, electromagnetismo, óptica). Este nivel representacional es menos accesible, pues son representaciones más difíciles de extraer de la estructura conceptual hipotética. Estas teorías de dominio, según Vosniadou, vienen organizadas a partir de otro tipo de representaciones más internas o supuestos implícitos a los que ella llama teoría marco.

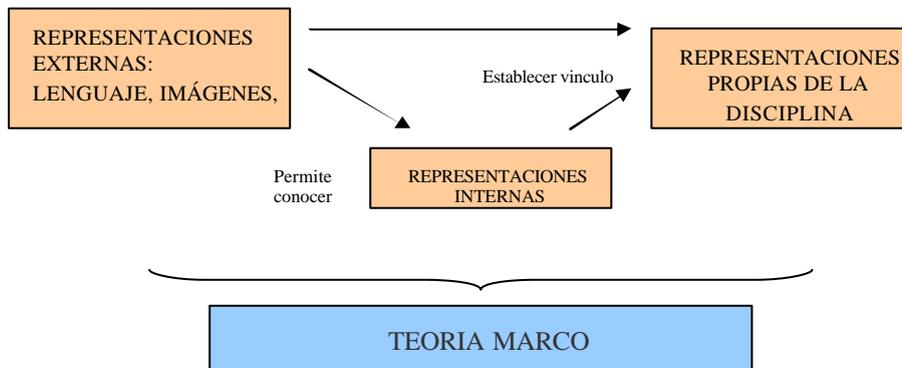
**Figura 6.4.** Estructura conceptual hipotética



De acuerdo con los resultados de sus investigaciones, los supuestos implícitos o teorías marco, se forman tempranamente, casi que podría decirse que en los primeros años de la infancia y permanecen presentes en la base de las *misconception* del sujeto durante toda su vida.

Tal situación posibilita pensar en el papel fundamental de los diferentes niveles representacionales, al constituirse en un referente, en el sentido de que constituyen el punto de partida para conocer las supuestas teorías de dominio y, por consiguiente, las teorías marco. El objetivo fundamental para Vosniadou radica en la necesidad de hacer explícitas las representaciones iniciales del individuo, con el fin establecer un vínculo con la teoría de dominio y conocer la teoría marco. Ésta es entonces la función esencial, que, de alguna manera conlleva a pensar en que el cambio no está en el nivel superficial de las representaciones sino en las teorías marco o supuestos implícitos del individuo.

**Figura 6.5.** *Papel de los niveles representacionales*



Las anteriores afirmaciones permiten establecer un posible nexo entre teorías de dos campos de conocimiento diferentes: de un lado, la teoría del cambio conceptual inserta en el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales (de perspectiva filosófica) y de otro, la teoría representacional del campo de la psicología cognitiva.

Así, en la primera, se considera que lo que cambia en el cambio conceptual es la ecología del individuo. De manera análoga, en la segunda, y de acuerdo con los planteamientos de Vosniadou, lo que cambia, son las teorías marco o supuestos implícitos. En ninguna de las dos propuestas se conciben cambios en los niveles superficiales. Las concepciones alternativas son sólo la punta del iceberg, lo que cambia está en la base, es decir, la ecología conceptual –según se afirma en los planteamientos de Posner et. al.–, o, la teoría marco o supuestos implícitos –en Vosniadou–.

Es necesario plantear que en la propuesta de los psicólogos cognitivos las reflexiones en torno a las representaciones internas siempre han ocupado gran atención, pues en sus planteamientos, cuando se habla de conocimiento se hace referencia a procesos internos y es en esta perspectiva que Vosniadou y Brewer plantean sus trabajos. Sin embargo, últimamente desde la epistemología de la ciencia y la educación en ciencias se rescata la importancia de indagar por las representaciones externas del sujeto, y la necesidad de reconocer la diversidad de esas representaciones. Puede pensarse entonces, que cuando Posner et. al., están haciendo alusión a los ejemplares e imágenes como componente de la ecología conceptual, se refieren a la manera como el sujeto representa externamente su objeto de conocimiento, buscando resaltar no sólo la importancia, sino también la necesidad de indagar por ellas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es conveniente aclarar que desde la psicología cognitiva, si bien uno de sus intereses ha sido el estudio de las representaciones internas, la forma de estudiarlas ha sido a través de las representaciones externas, pero solo en la actualidad, por medio de técnicas de imaginaria, desde la perspectiva de la neurociencias, se están evaluando las representaciones internas o los lugares en los cuales se darían estas.

En las investigaciones realizadas por Vosniadou (1994) y Vosniadou y Brewer (1992), como se dijo anteriormente, se ha enfatizado en la importancia de los

análisis representacionales externos, en el sentido de que ellos permiten extraer los presupuestos implícitos: principios epistemológicos y ontológicos de la estructura conceptual hipotética del estudiante. Es así como el estudio de las representaciones externas se constituye en estrategia, es decir, un conjunto de "praxis", que permite hablar de lo que la gente tiene en la mente. En otras palabras, el estudio de la noesis es posible en la medida en que se construyen representaciones externas (semiótica), al menos en la actualidad.

Los principios epistemológicos son principios teóricos acerca del carácter general de las explicaciones de los fenómenos físicos, como por ejemplo las explicaciones causales. Los principios ontológicos son los que permiten la clasificación de los objetos físicos, de acuerdo a ciertas categorías. Tanto los unos como los otros, influyen las interpretaciones individuales producto de las observaciones y de la información que reciben de la cultura, generando así creencias específicas acerca de la naturaleza del mundo físico.

Para Vosniadou los principios ontológicos permiten descubrir la manera como los sujetos interpretan y categorizan lo que observan, asignando a cada entidad del mundo físico o biológico propiedades específicas a partir de la información proveniente de su entorno cultural. Estos principios constituyen la base de las explicaciones del mundo físico (teorías específicas).

Se hace indispensable, entonces, que emerjan los modelos sintéticos, o modelos de síntesis como los posibles puentes entre lo que se percibe y la información que se recibe, mediada por la percepción, producto del acervo cultural y escolar. En este proceso de construcción se busca establecer consistencia entre la nueva información y las creencias ontológicas del sujeto.

Los compromisos epistemológicos son considerados por Vosniadou como los principios que animan la racionalidad, es decir, los criterios que permiten decidir si las cosas, son o no, como parecen ser. En sus investigaciones Vosniadou y Brewer

confirman el papel de los compromisos epistemológicos y ontológicos como los mecanismos a través de los cuales los niños fundamentan sus modelos mentales iniciales y sintéticos. Se entiende en esta perspectiva el modelo sintético, como el modelo que intenta representar en parte como los niños reconcilian el modelo aceptado culturalmente con su modelo inicial.

La manera como Vosniadou y Brewer explican la importancia de reconocer los compromisos epistemológicos y ontológicos radica en la explicación sobre el funcionamiento de la mente humana que opera sobre la base de pequeños componentes que se encuentran dentro de un dominio específico y que se organizan bajo un modelo teórico intuitivo del que el individuo no es consciente. Este modelo está constituido por los compromisos epistemológicos y ontológicos cuyo papel será, entonces el posibilitar el reconocimiento de la incompatibilidad entre las teorías científicas y los modelos mentales (teoría de dominio).

Por ejemplo, en la investigación realizada por Vosniadou y Brewer, 1992; sobre los modelos mentales que tienen los niños sobre la forma de la tierra, se llega a la consideración de que los modelos iniciales en los que se concibe el planeta tierra como una esfera hueca o como una esfera plana en la parte superior, son *missconception*, producto de *cambios parciales* en las creencias y compromisos fundamentales. Es así, por ejemplo, que los niños que construyen el modelo de esfera hueca aceptan que la tierra es una esfera rodeada de espacio continuo que opera bajo el presupuesto de la gravedad y en una relación espacial arriba/abajo para los objetos que están localizados sobre la tierra. Pero no comprenden cómo es posible que la gente y los objetos estén sobre ella, sin caerse. De ahí surge la necesidad de crear un modelo de esfera hueca, en cuyo interior una superficie plana actúa como elemento justificatorio para aquello que no es comprensible aún en la mente de los niños.

Igualmente, el modelo sintético dual de la tierra proporciona el camino para que el niño pueda resolver el conflicto entre el modelo de tierra plana (su modelo inicial) y

el modelo de tierra esférica. (proporcionado por las informaciones que recibe de la escuela y/o la cultura). Para la formación de este modelo los niños *adicionan* la información científica que reciben a su estructura conceptual hipotética, pero sin cambiar sus creencias y presupuestos fundamentales, convirtiéndose entonces en un mecanismo que permite la generación de *missconception*, donde la información que se adiciona es inconsistente con la que ellos ya tenían. Así, aunque considere como posible que la tierra sea redonda, la explicación sobre por qué la gente no se cae, le permite pensar en un modelo de tierra hueca con la gente viviendo en su interior, en el que logra incorporar la nueva información pero siendo fiel a sus presupuestos fundamentales.

Desde este referente es posible pensar que Vosniadou y Brewer asumen el modelo sintético como análogo al concepto de *missconception*, al pensar que estas se crean a partir de la revisión de algunos, pero no de todos, los presupuestos sobre los modelos científicos que inicialmente son rechazados. El niño que ha aceptado el modelo de esfera plana por ejemplo, ha revisado sus presupuestos sobre la gravedad, tratando de explicar por qué las personas pueden caminar sobre la tierra sin caerse. Esto conlleva a afirmar que la teoría marco puede asumir que la clase de representación mental de la tierra que construyen los niños en la escuela, es producto de las dificultades que ellos tienen para comprender el modelo de tierra esférica culturalmente aceptado.

De acuerdo a lo anterior, el cambio conceptual propuesto por Vosniadou y Brewer puede ser un cambio por enriquecimiento o un cambio por revisión. El cambio por enriquecimiento, esta relacionado con la adicción de nueva información a la estructura existente, incrementándose la información, cuando la nueva información es consistente con la anterior. El cambio por revisión, es la modificación de las creencias individuales, cuando la nueva información es inconsistente con las creencias. De ahí que, en sus investigaciones ellos consideren que el conocimiento de los niños no es fragmentado ni desconectado, sino que, por el contrario, los niños son capaces de integrar información proveniente de la cultura, en modelos

mentales coherentes que utilizan de manera no-consciente cuando dan sus explicaciones.

Con lo anteriormente expuesto, creemos que es posible llegar a identificar las fuentes de *missconception* (Posner et al) o de los modelos sintéticos (Vosniadou y Brewer), en el sentido de considerar que estos son producto de la reconciliación que realiza el estudiante entre sus modelos iniciales y los modelos científicos. De acuerdo con Strike y Posner (1992), las *missconception* son parte de la ecología conceptual, pueden formarse antes o después de la instrucción, difieren de los paradigmas científicos y son generadas y mantenidas por los factores de la ecología conceptual del aprendiz. Análogamente Vosniadou y Brewer piensan que las *missconception* son coherentes y consistentes con la teoría marco, atadas y contenidas en una serie de presupuestos epistemológicos y ontológicos, pueden ser producto de la revisión y adicción de la nueva información proveniente de la cultura a la información ya existente.

Bien, pareciera que todo lo anterior conlleva a pensar en ciertas similitudes entre lo que Strike y Posner (1992), considera como *missconception* y lo que es para Vosniadou los modelos mentales iniciales, así mismo, es conveniente resaltar la importancia de la formación de los modelos sintéticos, pues el proceso de formación de tales modelos puede ser asumido como un cambio gradual. Cambio que es pensado como un proceso de revisión gradual de las creencias y presupuestos fundamentales (compromisos epistemológicos y ontológicos que hacen parte de la física ingenua). La *reconciliación* de estos presupuestos y creencias con la información que se recibe producto de la cultura, es lo que Vosniadou y Brewer consideran como un posible cambio conceptual, similarmente Posner et.al (1982) y Strike y Posner (1985, 1992), conciben estos cambios como radicales y graduales.

En la perspectiva de Vosniadou y Brewer los compromisos epistemológicos y ontológicos se convierten en los mecanismos a través de los cuales se hace posible forzar la adquisición de procesos de conocimiento para producir el cambio

conceptual, este proceso no es un proceso fácil pues requiere de la revisión de los presupuestos ontológicos y epistemológicos, impuestos por la teoría marco. En Strike y Posner (1985, 1992), no son sólo los compromisos ontológicos y epistemológicos los mecanismos para producir el cambio, sino que son todos los componentes de la ecología conceptual quienes influyen la selección de la nueva información.

Es necesario también resaltar que en los trabajos investigativos de Vosniadou y Brewer se enfatiza en la manera como se producen las *missconception*. Por el contrario en Strike y Posner (1992), son consideradas como componentes de la ecología conceptual, pero sus trabajos no se dirigen a indagar por su proceso de formación. De igual manera, aunque se reconocen en las dos propuestas como interactuando con la teoría marco o con la ecología conceptual respectivamente, sólo se evidencia con claridad el papel que desempeñan en los planteamientos de Vosniadou. Strike y Posner (1985), sólo hacen alusión a ellas cuando las referencian como componentes de la ecología conceptual.

En este análisis, es importante tener presente los aportes que sobre las representaciones externas realizan Strike y Posner, cuando en el año 85 las adicionan a los componentes de la ecología conceptual, sólo hasta ese momento, se resalta su importancia cuando dejan de ser consideradas como objetos inocuos, sin ningún peso en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta situación da un vuelco total, pues todos los esfuerzos investigativos se habían encaminado al análisis de las representaciones internas del individuo por parte de los psicólogos cognitivos.

Aunque Strike y Posner (1985,1992) no realizan una descripción detallada, ni mucho menos presentan en su propuesta planteamientos que clarifiquen su papel como componente de la ecología conceptual, si es posible considerar al respecto la postura toulminiana en lo que concierne a las representaciones externas. Según Toulmin, las técnicas de representación cobran sentido en el ámbito de

procedimientos explicativos, pues representar un fenómeno es mostrarlo o desplegarlo en el sentido de exponerlo o exhibirlo públicamente en su contenido o en la manera como opera.

Este planteamiento conlleva a pensar no sólo en la necesidad de realizar análisis representacionales internos, tal y como lo propone Vosniadou y Brewer, sino que, también, son imprescindibles para la comprensión del aprendizaje, los análisis que se realicen en relación con las representaciones externas. Para confirmar tal argumentación retomamos a Toulmin cuando plantea que la comprensión individual reposa sobre el seno de un programa mental al que se llega internalizando el correspondiente modo de representación de las funciones intelectuales colectivas de los conceptos y las técnicas de representación propias de la actividad explicativa comunal.

Se resalta, además, la distinción que Vosniadou y Brewer realizan sobre sujetos expertos y novatos, en el sentido de considerar tal diferencia no a partir de la forma como estructuran sus conocimientos previos, sino, más bien, por las diferencias que encuentra entre sus compromisos ontológicos y epistemológicos. Dicha diferencia les permite a Vosniadou y Brewer, afirmar a partir de sus investigaciones, que sólo en los sujetos expertos, los compromisos pueden ser sometidos a prueba, es decir, tienen un carácter hipotético. Tal planteamiento conlleva a considerar que de igual manera debe propiciarse una toma de conciencia por parte del sujeto (novato), con respecto al conocimiento.

Con relación a lo anterior, es importante presentarlo como una posible contribución a la teoría de cambio conceptual y más específicamente al concepto de ecología conceptual, en el sentido de resaltar la importancia que para Vosniadou tiene el contribuir a la toma de conciencia *metaconceptual* y *la reflexión* por parte del novato, como requisitos de cambio tanto en las teorías de dominio como en la teoría marco. Desde esta mirada, la *conciencia* metaconceptual y la reflexión, podrían ser

miradas como componentes de la ecología conceptual individual de los estudiantes.

En esta línea, la conciencia metaconceptual y la reflexión del individuo sobre el conocimiento contribuyen de acuerdo con Vosniadou a crear una conciencia en torno a las creencias y compromisos epistemológicos y ontológicos, que le permitan al sujeto comprender que sus supuestos subyacentes son hipótesis, que al igual que en el conocimiento científico, pueden ser falsables y pueden ser sometidas a contrastación. La reflexión en torno a lo anterior, conlleva a pensar, en la posibilidad de cambios en la teoría marco.

Tal y como se dijo antes, Vosniadou ha enfatizado en la importancia de los análisis representacionales internos, en el sentido de que ellos permiten extraer los presupuestos implícitos: principios epistemológicos y ontológicos de la estructura conceptual hipotética del estudiante. Pensamos que esta puede ser otras de las contribuciones al concepto de ecología conceptual, pues hasta el momento son pocas las investigaciones que han tratado de caracterizar la ecología conceptual de los estudiantes, al respecto el estudio de Vosniadou y Brewer abre posibilidades sobre cómo a través del lenguaje, imágenes (representaciones externas) es posible conocer los supuestos subyacentes (compromisos ontológicos y epistemológicos).

De acuerdo a lo anterior, y a la manera como Vosniadou y Brewer conciben los compromisos epistemológicos, se podría pensar que su significación, con respecto a los planteamientos de Posner et. al (1982), Strike y Posner, (1985, 1992) y Hewson y Beeth, (1995, 1999), se mantiene ya que para estas dos perspectivas son principios que a menudo están implícitos, además pueden ser obstáculos que impiden la comprensión del individuo. Corrobora además la incompatibilidad entre conocimiento cotidiano y conocimiento científico. En Vosniadou y Brewer cobran gran importancia, pues es a partir de estos compromisos que el individuo puede actuar, es decir, cuando un estudiante da una explicación sobre cualquier

fenómeno, su explicación intuitiva asume de manera implícita ciertos principios sobre la naturaleza de la realidad y le permite actuar de acuerdo con ellos.

De ahí que sea necesario que en la perspectiva de cambio conceptual se generen estrategias de enseñanza-aprendizaje, a través de los cuales el estudiante se enfrente a situaciones donde necesariamente se deban evaluar explícitamente sus procesos de pensamiento. El objetivo fundamental de tales estrategias se debe encaminar hacia la reconceptualización requerida en los procesos de conocimiento.

Pasamos a continuación al análisis de los planteamientos de Chi, Slotta y DeLeew (1994) y Slotta, Chí y Joram (1995) en los que encontramos cierta similitud con los planteamientos de Vosniadou (1994) y Vosniadou y Brewer (1992), respecto a la importancia que dan al análisis de las representaciones. Ellos consideran que las representaciones que los sujetos utilizan para explicar el mundo físico, pueden servir para dar cuenta de los principios ontológicos que subyacen al interior de la estructura conceptual hipotética. Es decir, ellos asumen también, de manera análoga, el concepto de teoría implícita y cómo, a partir de su conocimiento, se puede dar cuenta del tipo de entidades (categorías ontológicas) que forman parte de ella. Se ratifica, de igual manera, el posible aporte por parte de los psicólogos cognitivos que trabajan en el campo de las representaciones, al concepto de ecología conceptual y específicamente al desarrollo del componente, ejemplares e imágenes.

De acuerdo con Chi et. al. (1994, 1995), los sujetos clasifican los objetos del mundo en diferentes categorías ontológicas atribuyéndoles ciertas propiedades. La función esencial de esta categorización se encuentra en el hecho de asimilar fenómenos nuevos dentro de entidades ya existentes y previamente jerarquizadas, es decir, de alguna manera la asignación de categorías posibilita que el sujeto ordene su mundo.

Lo ontológico está referido a la percepción sensible y experimental que tiene el individuo sobre las cosas materiales y no materiales, diferencia tres categorías, la de las cosas materiales que contempla lo natural y artificial, la categoría de estados mentales que considera lo emocional e intencional y la categoría de procesos en donde se encuentran procedimientos, eventos e interacción.

Según Chi. et.al (1994, 1995), las categorías ontológicas (materia, estados mentales y procesos) permiten comprender el mundo, esta afirmación conlleva a pensar en un posible aporte con respecto a la promoción de la enseñanza por cambio conceptual, ya que las amplias categorías de conocimiento son las que posibilitan que el estudiante trace puentes entre los nuevos dominios de información de los conceptos científicos y el árbol ontológico apropiado, sólo así, es posible la permanencia de concepciones alternativas, siendo éstas, los medios que permiten predecir los fenómenos cotidianos. En tal sentido, confirman la posibilidad de desarrollar de manera independiente las estructuras de conocimiento del estudiante y la estructura de conocimiento del científico.

El problema fundamental radica entonces en la determinación de los requerimientos ontológicos que son necesarios para que el individuo ubique el objeto de reflexión en la categoría que le corresponde. Esto conlleva a la consideración de dificultades para poder promocionar el cambio, específicamente cuando los sujetos ubican objetos, procesos, fenómenos, en categorías diferentes, es decir cuando las explicaciones del sentido común se inscriben en categorías diferentes a las de la ciencia. Es muy común encontrar estas diferencias que, de acuerdo con Chi, et. al. (1994, 1995), tienen sus fundamentos en las creencias metafísicas que posee el individuo.

En sus afirmaciones sobre cuándo tiene lugar el cambio conceptual, están relacionadas con el hecho de que un concepto deba ser reasignado de una categoría ontológica a otra, la magnitud del cambio puede ser global o parcial, así

como también, puede ser un cambio de naturaleza parcial o tenue, dependiendo del tipo de cambio que se experimente.

Es en la posibilidad de utilizar las diferentes representaciones que el concepto de representación cobra sentido para los psicólogos cognitivos y, por ende, en el proceso de elaboración de explicaciones científicas. Es así como, ante cualquier situación problema, un estudiante utiliza una representación propia de la situación, dicha representación según Vosniadou permite llegar a la teoría marco, según Chi et. al. (1994, 1995), posibilita el establecimiento de categorizaciones ontológicas.

Amplían a partir de sus investigaciones la poca comprensión que se tiene sobre las categorizaciones ontológicas que realizan los estudiantes, al proponer la caracterización de las *missconception*, tal caracterización se hace posible cuando se asume que una categoría ontológica puede caracterizarse por un conjunto de atributos criteriosales identificados a través de predicados verbales, que a su vez son reflejo de la propiedad ontológica que tienen los miembros de una misma categoría. Es decir, los atributos no son aplicables a conceptos de otra categoría, sólo a conceptos de la misma categoría ontológica. Diferenciando a su vez los atributos ontológicos de los atributos característicos.

De ahí que consideren importante la clasificación ontológica inicial, pues su caracterización contribuye a superar las dificultades que experimentan los estudiantes cuando se aventuran a aprender los conceptos científicos. Es necesario, según Chi et. al. (1994, 1995), que se propongan estrategias de instrucción con miras a facilitar el cambio conceptual, teniendo presente que algunos conceptos científicos son más difíciles de aprender que otros, por lo cual, requieren de transiciones conceptuales entre una categoría y otra.

De acuerdo con lo anterior, ellos proponen que para que pueda darse el cambio conceptual, es necesario determinar la categoría en la cual están inscritos los conceptos, esto conlleva a que se revisen tales categorizaciones, si estas difieren

de la clasificación que el estudiante ha realizado inicialmente el proceso de cambio conceptual será muy dificultoso. Es posible también encontrar conceptos que sólo requieran de pequeñas modificaciones o de refinamiento de sus categorías ontológicas iniciales. Es claro, entonces, pensar que la recategorización propuesta por Chi et. al. (1994, 1995), puede proporcionar una aproximación que permita responder la pregunta acerca de por qué unos conceptos son más resistentes a la instrucción que otros.

En las ejemplificaciones que ellos utilizan para explicar lo anterior encontramos que un estudiante clasifica el concepto de corriente eléctrica como sustancia material (fluido), mientras que en la enseñanza el concepto se asume como un proceso de interacción debido a una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito. El estudiante tiene entonces dificultades para aprender la concepción ontológica de corriente eléctrica como una migración de cargas bajo condiciones de desequilibrio dentro del circuito. Afirma entonces Chi et. al. (1994, 1995) que las *missconception* en física son señaladas como incompatibles cuando un concepto inicial es clasificado por un estudiante en una categoría ontológica equivocada, y podrá ser incompatible con la consiguiente información sobre el concepto, que le llega al estudiante a partir de la instrucción, haciendo más difícil aún su aprendizaje.

Es necesario señalar, de manera análoga a Vosniadou y Brewer, que existen de acuerdo con Chi et. al. (1994, 1995), diferencias entre estudiantes y científicos derivadas de sus distintos compromisos ontológicos, de ahí que sus explicaciones no sean similares. En sus investigaciones Chi et. al., afirman que no hay similitudes en los predicados verbales que utilizan a la hora de emitir sus explicaciones sobre los conceptos científicos, esto los lleva a concluir que los cuerpos conceptuales de los estudiantes y de los científicos son también diferentes.

En relación con estas ideas, es posible identificar los aportes de Chi et. al. (1994, 1995), al concepto de ecología conceptual cuando proponen como necesaria la caracterización de las *missconceptions* dentro de categorías ontológicas y la

correspondiente recategorización de acuerdo con las categorías del concepto científico, proponiendo ciertas secuencias de instrucción que permitan el cambio de una categoría ontológica a otra. El desarrollo teórico que llevan a cabo estos autores respecto a los compromisos ontológicos que utilizan los estudiantes y los científicos a la hora de dar sus explicaciones constituye el aporte más significativo, que se hace a este componente de la ecología conceptual. Así mismo, el mecanismo que explica el cambio conceptual como un cambio en las categorías ontológicas, deja abierta la posibilidad de pensar en posibles secuencias de instrucción para facilitar este proceso en los estudiantes.

En la propuesta de cambio conceptual desde la perspectiva de Chi et. al. (1994, 1995), se proponen tres supuestos; La naturaleza de las categorías ontológicas, la naturaleza de los conceptos y la naturaleza de las concepciones ingenuas, estos supuestos epistemológicos, metafísicos y psicológicos respectivamente, podrían entenderse en la misma dimensión en que se entienden los compromisos epistemológicos, las creencias metafísicas, factores afectivos y motivacionales, componentes de la ecología conceptual según Strike y Posner, (1992).

El modelo que propone Chi et. al. (1994, 1995), es un modelo basado en las destrezas o habilidades de los estudiantes para realizar sus recategorizaciones ontológicas, que le permitan un cambio de novato a experto. Pensamos que puede ser posible considerar lo anterior como una contribución al concepto de ecología conceptual, pues cuando un estudiante aumenta su habilidad para resolver una determinada situación, está incrementando igualmente los procesos cognitivos asociados, lo que conlleva a la identificación de niveles más complejos no sólo en sus concepciones sino también en las estrategias de aprendizaje que emplea. Así, si un estudiante es hábil, podrá tener una estructura de conocimiento diferente a la del estudiante poco hábil. La habilidad podrá entonces medirse de acuerdo al uso diferenciado de las técnicas de representación, herramientas, procedimientos y uso del lenguaje que realice el estudiante en contextos específicos.

El hecho de adquirir determinadas destrezas o habilidades en un dominio específico, posibilita, de acuerdo con Chi et. al. (1994,1995), la comprensión y explicación de diversos fenómenos. La contribución al concepto de ecología conceptual, radica en el hecho de considerar la habilidad para resolver problemas, como otra de los componentes de la ecología conceptual, que cambia a medida que se van adquiriendo destrezas para realizar reasignaciones ontológicas y para utilizar las técnicas de representación, lenguaje y procedimientos propios de los expertos.

## **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN**

## **7. A MODO DE CONCLUSIÓN. ALGUNAS CONSIDERACIONES QUE PERMITEN AMPLIAR NUESTRA COMPREENSIÓN SOBRE EL CONCEPTO DE ECOLOGÍA CONCEPTUAL Y SUS IMPLICACIONES EN EL APRENDIZAJE COMO CAMBIO CONCEPTUAL.**

La elección del objeto de estudio de esta investigación referido al concepto de ecología conceptual partió del interés que despierta el concepto y de la necesidad de ampliar aún más su comprensión. Esto, aunado a las pocas investigaciones que sobre el concepto se han realizado, es lo que anima a realizar aportes en este ámbito.

Como se señaló en la descripción del problema, el concepto de ecología conceptual reviste gran importancia para la teoría de cambio conceptual y, desde esta perspectiva, nuestra aproximación al problema, ya de por sí, resulta justificada y novedosa.

En esta parte del trabajo se intentará, en lo posible, dar respuesta a las preguntas de investigación tratando de resaltar las fortalezas y debilidades, que desde el análisis del concepto de ecología conceptual, se pueden inferir.

Con respecto al primer interrogante planteado en esta investigación, encontramos que el explorar el significado del concepto de ecología en la biología, en el campo de la filosofía de la ciencia y posteriormente al campo de la didáctica de la ciencia, conlleva el explorar el significado del –concepto como tal y de la red de relaciones entre conceptos–, ya que para cada campo, el objeto de estudio, el fenómeno estudiado y el problema que intenta resolver son diferentes, veamos por ejemplo:

**En la biología**, el concepto de ecología alude a una compleja red de relaciones que se presentan entre las poblaciones de organismos y su medio. Conceptos como nicho, mutaciones, variabilidad y permanencia, aislamiento, adaptabilidad y éxito evolutivo son usados por los biólogos para explicar los cambios que sufren las especies de organismos, en función de los cambios que sufren los nichos que ocupan. En este sentido el concepto de ecología, constituye un mecanismo mediante el cual es posible explicar la diversidad, la variabilidad y permanencia de las especies o poblaciones de organismos.

**En el caso de la filosofía de la ciencia**, el desarrollo histórico de las ideas científicas, de acuerdo con Stephen Toulmin, puede ser entendido como un proceso evolutivo, semejante al que siguen las poblaciones de organismos. En este sentido, el concepto de ecología intelectual, constituye un mecanismo que permite explicar y entender los procesos de cambio conceptual en las poblaciones conceptuales de las disciplinas. Las interacciones entre poblaciones conceptuales es una relación compleja cuyo resultado son cambios graduales internos que se dan a medida que dichas poblaciones son probadas en la solución de problemas disciplinares. Desde este referente, el problema disciplinar se entiende como la oportunidad para generar variantes conceptuales y como mecanismo de selección intelectual.

El concepto de ecología intelectual se comprende, en la medida en que se concibe conformado por poblaciones conceptuales que pueden llegar a ocupar ciertos nichos intelectuales. Los nichos surgen como exigencias mediante los cuales las poblaciones conceptuales pueden o no obtener éxitos funcionales en la solución de los problemas de una disciplina. Así, la comprensión del concepto de ecología intelectual implica, según Toulmin, establecer relaciones entre las exigencias intelectuales de las situaciones problemáticas, que proporcionan la ocasión para el cambio conceptual, con las exigencias ecológicas de los nichos intelectuales.

De acuerdo con lo anterior, entender la ecología intelectual nos lleva a describirla no en términos de poblaciones conceptuales específicas, es decir, no en términos de los conceptos implicados en la solución del problema, sino en relación con las técnicas de representación, usos del lenguaje y procedimientos. De acuerdo con Toulmin, estos son los aspectos aprendibles de una ciencia y dan, a la vez, origen a nuevas poblaciones conceptuales que movilizan la resolución de los problemas propios de la disciplina.

Otra situación importante, y que deviene de la comprensión misma del concepto de ecología intelectual, es la de considerar las dinámicas de interacción entre los miembros del grupo, es decir, la necesidad de caracterizarla dentro de las discusiones propias del colectivo.

**En el ámbito de la didáctica de las ciencias**, el concepto de ecología conceptual es comprendido, más bien, en términos de los componentes, de los que hacen parte: anomalías, analogías, metáforas, compromisos epistemológicos, creencias metafísicas, otros conocimientos (Posner et al, 1982) ejemplos e imágenes, experiencia pasada (Strike y Posner, 1985), motivos, metas y contexto social e institucional (Strike y Posner, 1992). Como se aprecia, a medida que se elabora la teoría del cambio conceptual se consideran otros factores o componentes a la ecología conceptual, lo que da cuenta de un mayor grado de complejidad en las relaciones que se establecen entre sus componentes. A pesar de que los autores reconocen los aspectos sociales del cambio –lo que abre una línea de investigación y de trabajo de mucha importancia al interior de la teoría–, ellos hacen un mayor énfasis en las condiciones que hacen posible el cambio y en la caracterización de la ecología conceptual de los estudiantes.

La problemática planteada en este trabajo, conduce a una ruta de análisis que hace posible una mayor comprensión del concepto de ecología conceptual, como un mecanismo explicativo –similar al concepto de ecología en la biología– sobre lo que acontece en la estructura conceptual de un estudiante cuando se enfrenta a la

adquisición de un nuevo conocimiento, es decir, sobre los cambios o transformaciones de los sistemas conceptuales corrientes de un individuo. El concepto de ecología conceptual debe ser entonces comprendido en la medida en que se concibe como conformado por componentes que (a manera de sistemas conceptuales) influyen la selección de la nueva información. Estos componentes hacen las veces de nichos, quienes surgen como exigencias mediante los cuales la nueva información puede o no obtener éxito en la solución de una situación problema. Así, la comprensión del concepto de ecología conceptual implica comparar las exigencias de la situación problemática que proporciona la ocasión para el cambio conceptual, con las exigencias determinadas por las componentes de la ecología conceptual.

De lo anterior se puede concluir que aunque la red de conceptos y el concepto mismo de ecología se mantengan –en su migración de un campo de conocimiento a otro–, los significados cambian porque los objetos de estudio en la biología (evolución de los seres vivos), en la filosofía de la ciencia (evolución de las disciplinas) y en la didáctica de las ciencias (evolución conceptual) no son los mismos. Además, todo concepto se desarrolla a partir de una problemática que le sirve de referente y que genera, a su vez, condiciones de posibilidad para éste. Específicamente, el problema por resolver en la biología (cómo se produce el cambio en la evolución de las especies de organismos en función de los nichos), es diferente al problema de la filosofía de la ciencia, propuesto por Toulmin (cómo se produce el cambio en la evolución de las poblaciones conceptuales), y al de la didáctica de la ciencia, planteado por Posner et. al., 1982 (cómo cambia la ecología conceptual de los estudiantes). De igual manera, el contexto de aplicabilidad es diferente.

La respuesta al segundo interrogante de la investigación, muestra cómo el análisis de la historicidad del concepto de ecología conceptual contribuyó en gran medida a ampliar su comprensión, pues, es a partir de este análisis, que se hace evidente

cómo los posibles cambios o transformaciones generan condiciones de posibilidad para la elaboración del concepto al interior de la teoría.

Encontramos entonces, que el concepto de ecología conceptual, en su historicidad devela una actividad dinámica y cambiante lo que permite una elaboración permanente de sus componentes y una visibilización de las relaciones posibles entre sus partes. Desde esta perspectiva, el concepto de ecología conceptual no es el resultado de una construcción teórica, producida en un tiempo y lugar determinados, tampoco es una construcción surcada por continuidades o adiciones, por el contrario, es una construcción teórica que emerge, se despliega y se elabora.

La manera como el concepto de ecología conceptual aparece, circula, se usa y se articula en la teoría, dio cuenta de la forma como éste opera y como se transforma en un momento determinado. Esto contribuyó al establecimiento de un haz de relaciones que en principio no eran explícitas y que sólo el proceso de análisis pudo mostrar.

En resumen, este análisis, configuró una historia del concepto de ecología conceptual, que muestra todo aquello que le acontece, es decir, cómo se amplía, cómo cambia en su significación y establece relaciones con otros conceptos. Esto reafirmó sus condiciones de posibilidad como concepto central en la teoría del cambio conceptual. Su permanencia y variabilidad, son mecanismos que permitieron evaluar su pervivencia dentro de la teoría, así como las intenciones y la voluntad de los autores.

El tercer interrogante nos lleva a identificar los conceptos desarrollados por algunos autores en el campo de la psicología cognitiva, que guardan relación con la ecología conceptual, tratando de dar cuenta de los posibles aportes a la comprensión de este concepto.

Uno de los aportes fundamentales –en el ámbito de las representaciones que realizan Chi et. al. (1994, 1995) y Vosniadou y Brewer (1992,1994)– está relacionado con el reconocimiento de la existencia de la estructura conceptual hipotética que es coherente y consistente con una teoría marco, dicha estructura permite pensar en las diferencias entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano debido a la naturaleza de los compromisos ontológicos y epistemológicos que les son característicos.

Los estudios de estos autores están encaminados a describir y comprender el proceso de construcción de las representaciones en los estudiantes y su importancia como construcciones hipotéticas a partir de las cuales se puede explicar un fenómeno. En otras palabras, tanto Chi et. al. (1994,1995), como Vosniadou y Brewer (1992,1994), consideran que en el hecho de conocer el mundo intervienen tanto lo que éste es, como las ideas que de él tenemos. Tal relación permite la construcción de las representaciones y es, dentro de este proceso, que los componentes de la ecología conceptual cumplen un papel.

El análisis de los compromisos epistemológicos de los estudiantes orienta la identificación de ciertos obstáculos que hacen que se tengan dificultades a la hora de comprender una explicación científica. Igualmente sucede con los compromisos ontológicos cuando la categorización ontológica que realizan los sujetos no es la más adecuada. Estos dos conceptos constituyen el enlace con el concepto de ecología conceptual, de ahí que se constituyan en los aportes fundamentales para su comprensión.

La manera como Vosniadou y Brewer (1992,1994) conciben la incidencia de los supuestos subyacentes (compromisos ontológicos y epistemológicos) en las formas de actuar y de pensar de una persona, da directrices sobre el papel que pueden llegar a jugar como componentes de la ecología conceptual. Se asume entonces que el esfuerzo, durante el proceso de aprendizaje, es el de hacer explícitos estos supuestos subyacentes, con el propósito de entender cómo los

estudiantes construyen sus modelos mentales iniciales. De la misma manera, caracterizar los componentes de la ecología conceptual que subyacen en la estructura cognitiva de un estudiante, permite trazar rutas de aprendizaje que movilicen el cambio en el estatus de las ideas.

Para Chi, et. al. (1994,1995), los compromisos epistemológicos surgen de la necesidad de determinar la naturaleza de las entidades presentes en el mundo inscribiéndolas dentro de categorías ontológicas. Así, al comparar la categorización ontológica de un estudiante y de un científico se aprecia una incompatibilidad que revela visiones diferentes sobre el mundo físico. Esto constituye un aporte para la comprensión del papel que cumplen los compromisos ontológicos y epistemológicos, en la diferenciación de la ecología conceptual de un estudiante y de un científico.

Cierra este capítulo la respuesta al cuarto y último interrogante de la investigación, el cual, a manera de síntesis, recoge –del análisis conceptual realizado en este trabajo– aquellos aspectos que amplían la comprensión del concepto de ecología conceptual y su incidencia en el aprendizaje como cambio conceptual.

El primer tipo de análisis –referido al significado del concepto de ecología en su migración de la biología al campo de la filosofía de la ciencia y posteriormente a la didáctica de las ciencias–, permitió entender que la ecología se configura a partir de una compleja red de relaciones, que proporcionan las condiciones de posibilidad para la producción de nuevas variantes, o como se diría en el caso de la ecología conceptual, las condiciones de posibilidad para aceptar nuevas ideas o explicaciones, en función de los cambios que ellas mismas puedan sufrir.

Este análisis inicial permitió entender la naturaleza del cambio orgánico y del cambio en las disciplinas. Así, de acuerdo con Toulmin (1977), la evolución de las especies y la evolución conceptual son ejemplos concretos de un modelo general de evolución y de cambio. Aunque son conceptos antagónicos, este modelo

permite pensar en pequeños cambios que ocurren en periodos cortos de tiempo y que tienen la capacidad de producir transformaciones en las poblaciones conceptuales, pero también en grandes cambios que provocan transformaciones relativamente rápidas. En relación con las ideas anteriores, es importante destacar que en la teoría del cambio conceptual el concepto de cambio es inicialmente concebido como cambio radical (como ruptura entre conocimiento científico y conocimiento cotidiano) Posner et.al. (1982) y posteriormente, como cambio lento y gradual, (Strike y Posner, 1985; Hewson y Beeth, 1995) postura más cercana a una noción de cambio en el contexto de la evolución conceptual.

En este análisis, juega también un importante papel la interacción entre ecología conceptual y ambiente, pues éste influencia no sólo la manera como los estudiantes explican su mundo sino, además, las condiciones que pueden generar un cambio en el estatus de las ideas. El ambiente escolar se constituye entonces en el nicho ecológico que favorece o inhibe los cambios en la ecología conceptual, y en esta perspectiva se ve fortalecida la enseñanza para el cambio conceptual, en la medida en que allí operan mecanismos que influyen o no la aceptación de una nueva idea.

El segundo tipo de análisis, orientado hacia la historicidad del concepto de ecología conceptual permitió develar la importancia del significado de ecología conceptual como sistema conceptual. Este significado genera condiciones de posibilidad para pensar la ecología en función de las relaciones entre sus partes, en sus múltiples interacciones, y en toda su complejidad. Esta perspectiva conlleva a un cambio en el papel de la ecología conceptual, ya que destaca su rol dinamizador dentro del proceso de aprendizaje como cambio conceptual. Situación que abre novedosas posibilidades para el desarrollo del concepto y de la teoría.

La forma como cambia y se enriquece el significado del concepto de ecología conceptual y la introducción de otras componentes, le permite ganar complejidad y

dinámica. Es así como su papel en la teoría del cambio conceptual se ve enriquecido al posicionarse como uno de los conceptos centrales, situación que le abre nuevas posibilidades de investigación. De la misma manera, sus componentes cobran importancia, en la medida que se aclara la relación entre ellos y las condiciones que propician el cambio, razón vital para mantenerlo activo dentro de la teoría del cambio conceptual.

Adicionalmente el concepto de ecología conceptual aparece fuertemente articulado con otros conceptos dentro de la teoría, y su traducción al terreno de la enseñanza es un asunto novedoso. Este es un asunto que apenas comienza a ser explorado (investigaciones de Hewson y Beeth, 1995,1999). Su potencialidad en este campo posibilitaría no sólo transformar las prácticas de enseñanza, sino también comprender el aprendizaje como cambio conceptual.

El análisis de la historicidad del concepto de ecología conceptual descrita en relación con conceptos como componentes de la ecología conceptual, acomodación, comprensión de las ideas, cambio en el estatus y condiciones para el cambio, abren la posibilidad para el establecimiento de relaciones entre ellos, contribuyendo así a la reconstrucción y conceptualización de los conceptos centrales que habitan y circulan en la teoría del cambio conceptual.

El tercer tipo de análisis, en el que se recogen los aportes de algunos teóricos del campo de la psicología cognitiva muestra como es posible que se enriquezca la comprensión de dos de las componentes de la ecología conceptual: compromisos epistemológicos y ontológicos.

Chi et. al, (1994,1995) y Vosniadou y Brewer (1992,1994), muestran la importancia de caracterizar los compromisos ontológicos y epistemológicos sobre los que los estudiantes sustentan sus explicaciones del mundo. Esto tiene una finalidad para la teoría del cambio conceptual dado que permite develar la ecología conceptual y

genera así posibles estrategias de enseñanza orientadas al aprendizaje como cambio conceptual.

De esta manera se hace necesario, de acuerdo con Vosniadou y Brewer (1992,1994), conocer los supuestos epistemológicos y ontológicos que subyacen en la teoría marco de los estudiantes con el fin de comprender las ideas o principios que dan sustento a los modelos mentales iniciales y, emprender acciones que los confronten en la perspectiva de avanzar hacia la construcción del modelo científico. Este mismo proceso, desde los planteamientos de Chi et. al (1994, 1995), implica la necesidad de estudiar la categorización ontológica, que los estudiantes hacen de las cosas, los procesos y los fenómenos, buscando determinar qué tan cerca o lejos se encuentran de la mirada del experto con el propósito de generar condiciones tendientes a revisar sus actuales categorizaciones. Los aportes de estos teóricos del campo cognitivo, para la enseñanza y el aprendizaje, consisten en destacar la importancia de explorar las estructuras subyacentes e intervenirlas adecuadamente, como tareas que movilizan la actividad cognitiva del estudiante.

Concluimos entonces este trabajo tratando de dar cuenta de cómo puede ser posible el aprendizaje como cambio conceptual en una situación de enseñanza. Cuando un estudiante se ve enfrentado a una situación problema, la resuelve dando una explicación, desde su ecología conceptual. Esta explicación ocupa provisionalmente un nicho conceptual específico, hasta que una nueva explicación (explicación científica) presione o compita con su explicación inicial. La ecología influencia la aceptación o no de la nueva concepción, pero ella, al mismo tiempo, puede verse afectada y sometida a revisiones y transformaciones, proceso que da cuenta del cambio dentro de una evolución conceptual.

Así, la ecología conceptual, dirige nuestra percepción y nuestras representaciones mentales sobre el mundo, por consiguiente, su función es elegir con respecto a las explicaciones cotidianas y científicas, cual es la explicación que satisface sus

propios requerimientos. Si la ecología conceptual presiona la escogencia de una explicación cotidiana producto de una situación particular, se deben buscar los mecanismos que permitan un cambio en la ecología conceptual para que sea posible lograr un cambio en el estatus de esa explicación. El aprendizaje como cambio conceptual, sólo se producirá en la medida que cambie la ecología conceptual del estudiante.

## **8. RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN.**

- El objetivo central de esta investigación permitió pensar posibles contribuciones a la comprensión del concepto de ecología conceptual, puede ser entonces, muy probable que a partir de este estudio se generen nuevas posibilidades de investigación en el ámbito de la teoría de cambio conceptual.
- Desde el análisis conceptual realizado se revela una limitante con respecto al concepto de ecología conceptual, pues son pocos los trabajos que, en el contexto de la teoría del cambio conceptual, orientan la actividad investigativa hacia el estudio de cada uno de los componentes de la ecología conceptual con lo cual, se señalan perspectivas que abren nuevos caminos a futuras investigaciones en cambio conceptual.
- Desde estas expectativas, sería de interés realizar futuros estudios, en los que sea posible caracterizar la ecología conceptual de los estudiantes, lo que necesariamente conllevaría al diseño y evaluación de instrumentos que permitan tal caracterización.
- Algunas de las investigaciones realizadas en el campo de la didáctica de las ciencias, y que fueron seleccionadas como fuentes de información para el análisis conceptual, muestran escasos aportes teóricos con respecto al concepto de ecología conceptual. Esto se constituye en una limitante para el desarrollo de la teoría del cambio conceptual.

- A pesar de que un gran número de investigaciones en el campo de la educación en ciencias se han encaminado a describir cómo los estudiantes interpretan erróneamente los conceptos científicos, hace falta realizar estudios sobre el contenido que subyace en las representaciones. Estos estudios podrían explicar el modo como dichas representaciones se generan, y por consiguiente, sugerir los mecanismos que harían posible el cambio conceptual.
- En cuanto a los aportes de los psicólogos cognitivos Vosniadou y Brewer y Chi. et. al., que trabajan en el ámbito de las representaciones, resultaría de interés obtener datos que permitan determinar si efectivamente existe un efecto en el desarrollo de la habilidad para resolver problemas y de habilidades metaconceptuales para la comprensión de los conceptos científicos. Todo ello con miras a determinar su posible incidencia en la explicación del cambio y el correspondiente posicionamiento de la teoría del cambio conceptual en el aula de clases.
- En este sentido sería también conveniente preguntarnos si los estudiantes realmente realizan reestructuraciones categóricas y cambios en sus supuestos subyacentes en virtud del cambio en sus habilidades para resolver problemas y en el uso de técnicas de representación, lenguaje y procedimientos propios de los expertos y, si además, realizan reflexiones metaconceptuales (Vosniadou, Brewer, Chi et. al.) con respecto a sus propias creencias y compromisos epistemológicos. Lo que conllevaría a abrir una nueva línea de investigación que permita evidenciar posibles cambios en la medida que se den estas relaciones.
- Se resalta desde este estudio la importancia de proponer investigaciones que contribuyan a la generación de propuestas de intervención en el aula, que posibiliten orientaciones en torno a las estrategias de enseñanza que

promuevan el cambio conceptual y en las que esté inmersa la categorización de los componentes de la ecología conceptual.

- Este tipo de trabajo genera condiciones de posibilidad para que los autores u otros investigadores de este campo teórico se pronuncien sobre el mismo, tejiendo nuevas elaboraciones conducentes a ampliar, delimitar, comparar y diferenciar aún más, los conceptos centrales de la teoría, específicamente del concepto de ecología conceptual.

## REFERENCIAS

Ausubel, D., Novack, J. & Henesian, H. (1978). *Psicología educativa*, México, Trillas.

Beeth, M. & Hewson, P. (1999). Learning Goals in an Exemplary Science Teacher's Practice: Factors in teaching for conceptual Change, *Science Education*, 83, pp. 738-760.

Brown, D. (1992). Using Examples and Analogies to Remediate Misconceptions in Physics: Factors Influencing conceptual change, *Journal of Research in Science Teaching* 29 (1), pp. 17-34.

Brown, D. (1993). Refocusing core intuitions: A concretising role for analogy in conceptual Change, *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), pp. 1273-1290.

Canguilhem, G., (1980). *El conocimiento de la vida*, París, Vrin. Traducción: Palau, L., Medellín, Seminario de historia de la biología, 1991.

Chi, M., Slotta, J. & De Leeuw, W. (1994). From things to processes a theory of conceptual change for science concepts. *Learning and instruction*, 4 (1) pp. 27-43.

Cobern, W. (1993) College students' conceptualizations of nature: an interpretative world view analysis, *Science education*, 30 (8), pp. 935-951.

Dagher, Z., (1994). ¿Does the use analogies contribute to Conceptual Change?, *Science Education*, 78 (6), pp. 601-614.

Darwin, C., (1995). *Origen de las especies*, México, Editores mexicanos unidos.

Demastes, S., Good, R., & Peebles, P. (1995). Patterns of conceptual change in evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (4), pp 407-431.

Driver, R. (1973). The representations of conceptual frameworks in young adolescents science students. *Tesis doctoral*. University of Illinois. Urbana Illinois.

Duit, R. (1992). Conceptual change. Approaches in science education. En: W. Schnotz; S Vosniadou y M. Carretero (eds). *New trends on conceptual change*. Londres, el sevier.

Duit, R Golberg, F & Niedderer, H. (1992). Research in physics learning theoretical issues and empirical studies, proceedings of and international workshop, Kiel, Germany: Institute for science education at university of Kiel.

Foucault, M., (1978). *La arqueología del saber*, México, siglo XXI editores.

Hewson, M. (1988). The ecological context of knowledge: implications for learning science in developing countries, *Journal curriculum studies*, 20 (4), pp. 317-326.

Hewson, P. (1982). A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowledge in learning, *European journal of science education*, 4, pp. 61-78

Hewson, P. & Thorley, R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom, *International Journal of science education*, 11 (5), pp. 541-553.

Hewson, P. & Beeth, M. (1995). Enseñanza para un cambio conceptual: Ejemplos de fuerza y movimiento. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (1), pp. 25-35.

Hulland, C. & Munby, H. (1994) Science, stories, and sense-making: A comparison of qualitative data from a wetlands unit, *Science Education*, 78, (2), pp 117-136.

Hynd, C., Alvermann, D., & Qian, G. (1995). Preservice elementary school teachers conceptual change about projectile motion: Refutation text, demonstration, Affective factors, and relevance. *Science education*, 81, pp. 1-27.

Koselleck, R. & Gadamer, H., (1997). *Historia y Hermenéutica*, Barcelona, Paídos.

Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, FCE.

Lamarck, J., (1971). *Fisiología Zoológica*, España, Mateu.

Odum, E., (1969). *Ecología*, México, Interamerica, 2° edición.

----- (1965). *Ecología: Estructura y función de la naturaleza*. Ed. Continental S.A., 1965, México.

Odum, E. Y Sarmiento, F., (1998). *Ecología un puente entre ciencia y sociedad*, México, Mc Graw-Hill / Interamericana.

Piaget, J. (1974). *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Madrid, Siglo XXI.

Posner, G. & Gertzog, W. (1992) "The clinical interview and measurement of conceptual change". *Science Education*, 66 (2), 195-209.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Hertzog, W. (1982) "Acomodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66 pp. 211-227.

Slotta, J. Chi, M. & Joram, E. (1995) Assessing students' Misclassifications of physics concepts: an Ontological Basis for conceptual change. *Cognition and instruction*, 13 (3), pp 373-400.

Strike, K. & Posner, G., (1983). On rationality and learning: A reply to West y Pines. *Science education*, 67(1), pp 41-43.

Strike, K. & Posner, G., (1985). A Conceptual Change View of Learning and Understanding en: West, L. y Pines, A. (eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change*. (Academic Press: Orlando, Florida)

Strike, K & Posner, G. (1992) A Revisionist theory of Conceptual Change, en: Duschl, R. y Hamilton, R. *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*. Pp 147-176. (State University of New York Press: New York).

Soto, C; A. (2003) *Un análisis de la producción científica sobre Cambio Conceptual en la educación científica, desde las perspectivas de Kuhn y Lakatos*, Tesis Doctoral. Universita D Valencia, España.

Thomas, G. & Campbell, M. (2001). Using a metaphor for learning to improve Students Metacognitive in the Chemistry Classroom, *Science education*, 38, pp 222-259.

Tobin, K. & Tippins, D., (1996). Metaphors as Seeds for Conceptual Change and the Improvement of science Teaching. *Science Teacher Education*, 80 (6), 711-730.

Tyson, I; Venville, G., Harrison, A., & Treagust, D. (1997). A multidimensional Framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81, pp. 387-404.

Vosniadou, S. & Brewer, W., (1992). Mental Models of the Earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive psychology*, 24, pp. 535-585.

Vosniadou, S., (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning instruction*, 4, pp. 45-69.

Vosniadou, S. & Brewer, W., (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, pp. 123-183.

Toulmin, S., (1977). *La Comprensión Humana: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid, Alianza.

Villacañas J. & Oncina, F. (1997). Introducción en: Kosselleck, R. Y Gadamer, H-G. *Historia y hermenéutica*. Barcelona, Paídos.

West, L & Pines, L (1983). How rational is rationality. *Science education*. 67 (1), pp. 37-39.

Zeidler, D. (1997). The central role of fallacious thinking in science education, *Science Education*, 81, pp. 483-496.