



UNIVERSITAT DE BARCELONA



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES Y LA MATEMÁTICA**

FACULTAD DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

TESIS DOCTORAL

**“CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL APRENDIZAJE DE
LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN LA EDUCACIÓN
INFANTIL: CAMBIO CONCEPTUAL Y CONSTRUCCIÓN
DE MODELOS CIENTÍFICOS PRECURSORES”**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL GRADO DE DOCTOR EN
DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LA MATEMÁTICA
POR LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA, DEPARTAMENTO DE
DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LA MATEMÁTICA.**

LA DOCTORANDA

SABRINA PATRICIA CANEDO IBARRA

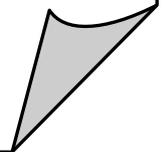
LOS DIRECTORES DE LA TESIS

DR. JOSEP CASTELLÓ ESCANDELL DRA. PALOMA GARCÍA WEHRLE

BARCELONA, ABRIL DEL 2009.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN GENERAL



5. DISCUSIÓN GENERAL

En este capítulo se presenta la discusión general de los resultados obtenidos en las diferentes fases de la investigación. Se discuten las implicaciones de los resultados aportados por el análisis de los documentos curriculares acerca de sus fundamentaciones teóricas y los enfoques sobre la enseñanza de las ciencias en la educación infantil, las aportaciones de la prueba piloto para el diseño de la segunda fase de la investigación, y, finalmente, se discuten los resultados obtenidos en los dos estudios de caso abordados para comprender los procesos de aprendizaje de los niños.

5.1. El análisis descriptivo comparativo de los documentos curriculares de la etapa de Educación Infantil

Las preguntas de investigación planteadas en esta fase de la investigación han sido las siguientes:

- 1.- ¿Cuáles son las orientaciones teóricas en las que se fundamentan los documentos curriculares?
- 2.- ¿Qué contenidos científicos se proponen abordar en los documentos curriculares?
- 3.- ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias entre los documentos curriculares?

A partir de estas preguntas se definieron los siguientes objetivos de investigación:

- 1.- Caracterizar las orientaciones sociológicas, psicopedagógicas y epistemológicas de los documentos curriculares de la Propuesta Pedagógica de la Secretaría de Educación del Estado de Colima en México, del Programa de Educación Preescolar 2004 de la Secretaría de Educación Pública de México, y del Diseño Curricular para la etapa de Educación Infantil del segundo ciclo de la Generalitat de Catalunya (1992).
- 2.- Caracterizar los contenidos de ciencias naturales de los documentos curriculares, de la Propuesta Pedagógica de la Secretaría de Educación del Estado de Colima en México, del Programa de Educación Preescolar 2004 de la Secretaría de Educación Pública de

México, y del Diseño Curricular para la etapa de Educación Infantil del segundo ciclo de la Generalitat de Catalunya (1992).

3.- Identificar las semejanzas y diferencias que se presentan en los documentos curriculares analizados.

A continuación se discuten los resultados obtenidos para cada pregunta y objetivo de investigación.

➤ **Las orientaciones teóricas en las que se fundamentan los documentos curriculares y los contenidos y objetivos del área de ciencias naturales**

Los resultados del análisis curricular mostraron que en los tres documentos se identifican explícitamente las fuentes sociológicas, psicológicas y pedagógicas que los sustentan, no así la fuente epistemológica que se ha identificado a partir de otros aspectos.

Con respecto a la fuentes sociológicas, en los tres documentos los propósitos y los contenido presentan perspectivas teóricas experiencial y cognitiva y están orientados a promover el desarrollo general continuo del individuo, y a que el aprendizaje sea para dar sentido al mundo para pensar en forma más productiva y creativa.

En las fuentes psicológicas los tres documentos comparten una visión constructivista del aprendizaje aunque con enfoques diferentes. En los documentos de México este enfoque es sociocultural y en el documento de Catalunya es socioconstruccionista, particularmente desarrollista piagetiano. Estos enfoques tienen, como se discute más adelante, implicaciones en la enseñanza de las ciencias.

Las fuentes pedagógicas, sustentadas en las dos anteriores, también mostraron los mismos principios en los tres documentos. Se identificó un enfoque globalizador del aprendizaje de tal forma que las actividades de aprendizaje estarían diseñadas bajo este enfoque. Por otra parte, los contenidos están organizados en tres categorías: conceptuales, procedimentales y actitudinales, a excepción del *Programa de Preescolar del 2004* en el que no se considera este aspecto.

La fuente epistemológica se ha identificado a partir de las perspectivas de la enseñanza y el aprendizaje que se manifiestan en los documentos y del aspecto relacionado con la organización de los currícula, particularmente considerando las perspectivas teóricas sobre los principios de organización y los enfoques de la misma. Estos últimos aspectos están relacionados con la forma en la que se organizan los contenidos y las estrategias para abordarlos, y en ellos subyacen postulados epistemológicos y psicológicos (Posner, 1998). Las fuentes epistemológicas en los documentos de México siguen una corriente materialista (Pansza, 1993) y el *Diseño Curricular (1992)* una corriente empiricista. Además, el enfoque de la organización de currículo es inductivo, según Posner (1998), en los tres documentos.

Con respecto a los contenidos y objetivos de aprendizaje en el área de ciencias naturales, los tres documentos comparten los temas a desarrollar para abordar estos contenidos. Los aspectos generales que abordan son: el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y de comunicación, el desarrollo de la curiosidad, la búsqueda de respuestas, y el cuidado y respeto por el entorno natural.

Como se ha mencionado, el currículo es el instrumento que guía la práctica docente en el aula (Coll, 1999), por lo que el análisis de las fundamentaciones teóricas y la caracterización de los contenidos y objetivos de aprendizaje en el área de ciencias naturales nos ha permitido establecer cuáles son los propósitos finales de la educación científica en esta etapa de instrucción, cómo se concretan estos propósitos, cuáles son los supuestos acerca de cómo se construye el conocimiento científico y cómo se lleva a cabo su aprendizaje. Estos aspectos son importantes a considerar puesto que, son estas fundamentaciones las que sustentarían la práctica pedagógica en el aula.

Si bien en los tres documentos analizados los propósitos fundamentales de la enseñanza de las ciencias son el desarrollo de habilidades de pensamientos científico, la búsqueda de respuestas y el desarrollo de actitudes de cuidado y respeto por la naturaleza, las ideas acerca de cómo se construye el conocimiento científico y cómo lo aprenden los niños son diferentes. Con respecto a la construcción del conocimiento científico, en la *Propuesta Pedagógica de Colima* y en el *Diseño Curricular de Catalunya (1992)* se identificó un enfoque positivista, y en el de Catalunya, además, un marcado enfoque empiricista. En el *Programa de Preescolar 2004 de México* se

identificó un enfoque constructivista. Desde el punto de vista positivista de la ciencia, el conocimiento científico se genera a partir de la observación, la experimentación y la confirmación de hipótesis a través de la utilización de un método científico. El conocimiento científico es aquel que puede “confirmarse” por la evidencia de los sentidos al hacer observaciones objetivas e inducciones, y, en este sentido, la visión acerca de la metodología científica es inductiva. La visión que se tiene de la ciencia en este enfoque es que ésta es un conjunto organizado y validado de conocimientos que explican cómo es el mundo con un método propio para descubrirlo. En los currícula que siguen una visión positivista y empiricista de la ciencia, las actividades de aprendizaje siguen siendo fundamentalmente manipulativas y las conclusiones se siguen elaborando a partir de la mera observación de los fenómenos.

Esta perspectiva positivista de la construcción del conocimiento científico se contrapone a la visión actual que se tiene de la ciencia y del conocimiento científico (Izquierdo, 2000; Sanmartí, 2002). Por el contrario, desde las posiciones constructivistas se sostiene que la ciencia es una actividad humana compleja en la que las teorías juegan un papel primordial en la génesis del conocimiento científico o construcción de modelos explicativos, ya que éste está condicionado por las perspectivas teóricas de quienes investigan. Se acepta, además, que en el desarrollo del conocimiento científico los métodos inductivos e hipotético-deductivos juegan un papel importante. Además de los procedimientos científicos que se plantean en el enfoque inductivo, en la perspectiva constructivista se reconoce el papel del planteamiento de problemas, la formulación y evaluación de las hipótesis, el control de variables, el diseño de experimentos y la construcción de modelos a partir de inferencias deductivas.

Otro aspecto que hace incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, y que se deriva de los planteamientos epistemológicos discutidos previamente, es el que se refiere a la concepción del aprendizaje. En los tres documentos analizados se identificó una perspectiva constructivista del aprendizaje, pero los enfoques son diferentes. En los documentos de México se identificó un enfoque sociocultural y en el de Catalunya un enfoque piagetiano. El enfoque sociocultural del aprendizaje está más acorde con los planteamientos epistemológicos actuales de la ciencia y de su aprendizaje. La perspectiva sociocultural del aprendizaje considera tanto los aspectos individuales como sociales del aprendizaje, siendo el aspecto social el que promueve el

aprendizaje individual. La interacción social es la principal modeladora del conocimiento y el lenguaje es la principal herramienta mediadora, en este sentido, el contexto en el que se lleva a cabo la interacción juega un papel fundamental. El constructivismo piagetiano, por su parte, es un enfoque teórico acerca del aprendizaje que desde su formulación ha sustentado el desarrollo de las prácticas pedagógicas en la educación infantil, sin embargo, el papel pasivo que se le atribuye a la instrucción ha recibido numerosas críticas. Desde la teoría piagetiana del aprendizaje, es el propio desarrollo cognitivo el que permite al niño poder resolver o no las tareas propuestas por el profesor, que asume el papel de mero facilitador de actividades, principalmente de carácter manipulativo, que creen conflicto cognitivo al niño y lo conduzcan a descubrir determinados conocimientos. Esta perspectiva acerca del aprendizaje ha limitado en gran medida el desarrollo de propuestas curriculares en la educación infantil más acordes con los modelos actuales en didáctica de las ciencias, al considerar solamente el desarrollo cognitivo de los niños y no su aprendizaje, restringiendo el pensamiento del niño por sí solo (Lawson, 1994; Limón y Carretero, 2002; Metz, 1995, 1997, 1998; Tytler y Peterson, 2004). Actualmente las investigaciones en el aprendizaje de las ciencias basadas en las perspectivas neo-piagetianas y vygotskianas están mostrando que los niños pequeños son capaces de comprender conceptos científicos y de construir explicaciones científicas (Koliopoulus et al., 2004; Krogh y Slentz, 2001; Ravanis, 1999, 2000; Ravanis y Bagakis, 1998, Robbins, 2005; Samarapungavan et al., 2008; Venville, 2004; Zogza y Papamichael, 2000). Asimismo, están aportando conocimiento valioso para comprender mejor los procesos de aprendizaje de las ciencias en el contexto escolar.

El documento curricular de México, *Programa de Preescolar 2004*, que rige actualmente la Educación Infantil a nivel nacional, se origina de una reforma curricular llevada a cabo recientemente, y los avances con respecto al documento anterior del año 1992 en el que se presentaba una visión positivista y empiricista de la ciencia y una visión conductista del aprendizaje, son evidentes (Canedo-Ibarra, 2003b). Como se ha mencionado, en el *Programa de Preescolar 2004* se identificó una visión constructivista de la ciencia y del conocimiento científico, que se pone de manifiesto en el enfoque del aprendizaje con una visión sociocultural y en el que la contrastación de ideas, la discusión, y la evaluación y argumentación de las hipótesis, son los ejes de los contenidos y objetivos de aprendizaje.

A partir de este análisis constatamos lo que afirman Ravanis (1996) y Ravanis y Bagakis (1998) respecto a que existen diferencias notables entre las metodologías de organización y su puesta en práctica, los dispositivos utilizados en la enseñanza, y el rol de los niños y de los profesores y de la evaluación para abordar los contenidos de ciencias en la educación infantil.

Por otra parte, estamos de acuerdo en la afirmación que hacen Mauri et al. (1998) en la que sostienen que el desarrollo práctico de la enseñanza permite considerar críticamente las aportaciones de las propuestas curriculares en un proceso mutuo de enriquecimiento progresivo, pero las modificaciones del currículo no pueden derivarse de una o alguna práctica de enseñanza concreta sino que, para resultar significativas, deberán estructurarse en un plan general de investigación para la evaluación y reforma del currículo. En este sentido, es importante considerar que las mejoras en la enseñanza de las ciencias deben considerar nuevas formas de pedagogía.

Los resultados finales de esta investigación pretenden sustentar el planteamiento de otro enfoque en la enseñanza de las ciencias en la Educación Infantil, y, de esta forma, contribuir para que la ciencia como materia, como un cuerpo coherente de conocimiento y como un proceso sistemático de investigación y comunicación, esté presente en la Educación Infantil de nuestras escuelas, como lo propone Farmery (2002). La cultura del aula debe cambiar, y, en este sentido, los niños deben involucrarse en la construcción de explicaciones y en la construcción de una comprensión explicativa (Carey, 2000).

5.2. La prueba piloto

La finalidad primera de la prueba piloto fue introducir a la investigadora en el escenario de investigación, de tal manera que este acercamiento le permitiera definir los procesos para indagar acerca del desarrollo de la comprensión de los niños en una etapa posterior de investigación. De esta forma, en esta prueba piloto se implementó una estrategia didáctica basada en la modelización (Clement, 1989, 2000; Coll, 2005; Gilbert y Boulter, 1998) a partir de actividades de aprendizaje inmersas en un contexto de instrucción de indagación (Carey, 2004; Carey y Sarnecka, 2006; Gopnik et al.,

2004; Metz, 2004) colaborativo (Brown et al., 1993; Brown y Campione, 1994) y discursivo (Mercer, 1996; 1999).

Los resultados de la prueba piloto mostraron que la estrategia didáctica fue plausible, ya que la mayoría de los niños lograron construir el modelo científico precursor basado en la idea intuitiva de densidad. Al parecer, el contexto de instrucción contribuyó en este proceso de construcción ya que los niños se implicaron activamente en las actividades haciendo uso de diferentes habilidades de pensamiento científico y discursivas. Como otras investigaciones han mostrado (Fisher, 1993; Mercer, 1996; 1999; y Phillips, 1990), el habla exploratoria y argumentativa fueron efectivas para fomentar el desarrollo del pensamiento científico y cognitivo de los niños, a diferencia de los discursos procedimentales y rutinarios que no lo promueven. El trabajo colaborativo pudo haber aumentando el nivel cognitivo de las tareas que los niños llevaron a cabo, vislumbrando el significado de trabajar juntos y compartir sus ideas científicas (Metz, 1998, 2000, 2004). Por otra parte, la conexión entre los mecanismos de pensamiento y los de comunicación acercó a los niños al “habla científica”, ayudándoles a establecer algunos patrones de “conversaciones científicas”, los cuales, a su vez, promovieron el inicio del desarrollo de patrones de “pensamiento científico” (Candela, 1991; 2001; Lemke, 1990; Mercer et al., 1999, 2004; Rojas-Drumond et al., 2003a, b; Wegerif et al., 1999 a, b).

El acceso de la investigadora al escenario le permitió familiarizarse con el trabajo en los grupos y definir la metodología a implementar en la segunda fase de la investigación. La estrategia didáctica se reestructuró y el proceso de instrucción se redefinió.

5.3. La comprensión de los procesos de aprendizaje

La pregunta de investigación que ha guiado la segunda fase de la investigación ha sido la siguiente:

4.- ¿Cómo se desarrolla la comprensión de los niños como resultado de su participación en experiencias científicas?

A partir de esta pregunta se definió el siguiente objetivo general de investigación:

Describir y caracterizar el proceso de construcción de significados científicos en niños y niñas de 5-6 años de edad e identificar qué factores pueden influir en el proceso.

A continuación se discuten los resultados obtenidos para dar respuesta a la pregunta y objetivo de investigación.

➤ **Los procesos de aprendizaje de los niños en los dos estudios de casos**

Los resultados acerca de los procesos de aprendizaje de los niños mostraron un proceso de enriquecimiento y reestructuración de sus ideas o teorías en ambos estudios de casos en forma de cambios ontológicos y epistemológicos.

Las ideas acerca de la flotación y el hundimiento de los objetos mostraron un cambio muy significativo después del periodo de instrucción. Este proceso de cambio se presentó sobre todo, a nivel epistemológico con diferentes patrones de cambio dando lugar a la construcción del modelo científico precursor propuesto. Varios niños se movieron de un modelo basado en el peso hacia un modelo basado en la relación del peso con propiedades relevantes desde el punto de vista de la densidad. Otros niños mostraron estar desarrollando este modelo y algunos permanecieron en el modelo basado en el peso. Sin embargo, estos cambios mostraron ser fragmentarios y muy dependientes del contexto en el que se presentaba el fenómeno. Estos resultados sostienen lo que han mostrado otros, en el sentido de que el desarrollo de una comprensión completa de este fenómeno lleva un largo tiempo (Esterly y Barbu, 1999; Havu-Nuutinen, 2000, 2005; Wilkening y Huber, 2002).

Con respecto a los seres vivos, los cambios en las ideas de los niños también fueron significativos, y, en este caso, los cambios ontológicos se mostraron más significativos. La gran mayoría de los niños construyeron el modelo precursor de ser vivo basado en propiedades biológicas. En los pocos niños que no pudieron hacerlo, y que mostraron estar en proceso de construcción del modelo, se observó que el *movimiento* fue un obstáculo que les impidió lograr los cambios ontológicos necesarios para diferenciar a los seres vivos de los no vivos.

Se observó, además, que un número mayor de niños tuvieron éxito en la construcción del modelo precursor de ser vivo que en el de flotación. Las diferencias en la construcción del conocimiento físico y biológico pueden deberse a que, como lo han mencionado otros autores, los conceptos biológicos que tienen los niños pequeños son, en general, más avanzados que los conceptos físicos (Furnham, 1992; Hatano, 1990; Inagaki, 1990; Mintzes et al., 1991; Pines y West, 1986). Al parecer, los niños pequeños tienen más facilidad para aprender los conceptos biológicos que los físicos. Una diferencia crucial entre estos dos dominios del conocimiento podría ser la presencia y características de las estructuras teóricas que subyacen a los conceptos de los niños (Williams y Tolmie, 2000). Por lo general, los niños han tenido más experiencias relacionadas con el conocimiento biológico que les permiten elaborar más analogías y predicciones plausibles, a diferencia de sus experiencias físicas en las que existen pocos recursos comparables de analogías y generalizaciones (Inagaki, 1990). Por otra parte, es probable que elementos cognitivos de dominio específico influyan en el proceso de cambio conceptual, de tal manera que el éxito en una disciplina no necesariamente predeciría el éxito en otra. Por ejemplo, Pines y West (1986) argumentan que los conceptos biológicos de los niños son más congruentes con los conceptos formales de la biología que en el caso de la física. Una implicación de este aspecto es que la biología sería un dominio donde una simple retroalimentación correctiva podría ser suficiente para producir el cambio, ya que su mensaje es más asimilable. Por otra parte, debido a que en biología los mecanismos causales típicamente sólo cambian la probabilidad relativa de un efecto, una retroalimentación negativa sería más tolerable que en física y se requeriría un grado más alto de conflicto explícito para inducir el cambio conceptual (Williams y Tolmie, 2000). En este sentido, es interesante considerar la propuesta de Wellman y Gelman (1992) y Williams y Tolmie (2000), que sostienen que podría ser útil adoptar la noción de especificidad del tema en adición a la especificidad de dominio, donde la comprensión de los niños estaría influenciada por la complejidad y transparencia del fenómeno bajo consideración.

Los cambios conceptuales ontológicos y epistemológicos no se dieron repentinamente, y, a través de su progreso, se presentaron diferentes niveles (Havun-Nuutinen y Keinonen, 2007). Además, los aspectos motivacionales y los sistemas cognitivos individuales fueron factores que pudieron influir en el cambio conceptual, ya

que las estrategias metacognitivas y de autoregulación disponibles para los niños son un requisito para que se dé una comprensión conceptual (Pintrich y Sinatra, 2003). Los diferentes patrones de cambio conceptual se pueden explicar considerando que la reestructuración de las ideas requiere esfuerzo, lleva tiempo, y requiere también que los niños se involucren totalmente en la tarea, sean conscientes y perciban el cambio como necesario y personalmente relevante (Limón, 2003). Este cambio sólo se da cuando los niños están dispuestos a revisar su conocimiento (Hatano e Inagaki, 2003), y en nuestro caso no todos los niños se involucraron de manera activa física y cognitivamente. Si se pretende promover el cambio conceptual, es necesario promover también, intencionalmente, el desarrollo de habilidades metacognitivas y de autoregulación en los niños y hacerlos conscientes de la necesidad de revisar su conocimiento. A este respecto, Hatano e Inagaki (2003) proponen, para estimular la comprensión o revisión del conocimiento conceptual, involucrar a los niños en actividades comprensivas en las que confronten fenómenos que no encajan con sus conocimientos previos, se les estimule a que participen en interacciones dialógicas, se les libere del compromiso de dar respuestas correctas y de las sanciones si no lo hacen, y se les haga ver que la comprensión tiene valor para todo el grupo.

Nuestro estudio se ha enmarcado en la perspectiva socioconstructivista del conocimiento tomando en cuenta tanto los aspectos individuales como sociales en su construcción. Desde esta perspectiva, el aprendizaje ha sido visto como un proceso activo y continuo en el que los niños utilizaron la información que se les proporcionó para construir interpretaciones y significados personales a partir de sus conocimientos y experiencias previas (Driver y Bell, 1986; Roth 1990). Los niños enriquecieron o reconstruyeron su conocimiento actuando física y mentalmente sobre los objetos y fenómenos (Piaget 1970) a través de interacciones sociales con sus compañeros y la docente (Vygotsky 1986). Aunque los niños construyeron los significados por ellos mismos, este significado personal no fue construido aisladamente (Bishop, 1985, Rogoff, 1990), sino que requirió tanto de construcciones personales como de la construcción de significados que se negociaron socialmente (Cobb 1990). Por lo tanto, el aprendizaje de los niños estuvo influido, en parte, por las ideas personales y las del grupo. De esta forma, el conocimiento se construyó y modificó en un contexto grupal, y el aprendizaje no fue simplemente el acto de un aprendizaje individual, sino el producto de las interacciones sociales entre los individuos del grupo (Barba, 1995). En este

sentido, el contexto social fue una parte integral de las actividades de aprendizaje, donde el conocimiento se construyó y reconstruyó a través de las interacciones sociales (Tobin y Tippins, 1993). La construcción compartida del conocimiento y el desarrollo de las habilidades cognitivas de los niños se promovió a través del lenguaje en los grupos colaborativos. Este trabajo colaborativo pudo haber incrementado el nivel de las tareas cognitivas que los niños llevaron a cabo comenzando a vislumbrar el significado de trabajar juntos y compartir las ideas (Metz, 1998). El desarrollo cognitivo individual se dió a través de las interacciones sociales (Spence, 2001), de tal manera que la diversidad en los razonamientos de los niños proporcionó una amplia base de recursos para reflexionar y construir significados juntos (Teasley, 1995), promoviendo así el cambio conceptual.

En este proceso, las interacciones verbales que mediaron las actividades de los niños no sólo las facilitaron, sino que les dieron forma y las definieron (Wertsch, 1990) funcionando como una herramienta para que los niños miraran, actuaran, hablaran y pensaran acerca de los fenómenos científicos. Los niños participaron en interacciones verbales con individuos con más conocimiento, donde las palabras mediaron la formación de la estructura intrapsicológica primero como una forma de ver y actuar, y después como una forma de hablar y pensar acerca de estos fenómenos. Los niños aprendieron a través de las relaciones sociales facilitadas por la docente en un proceso de mediación, que incluyó la forma en la que los niños se implicaron y el contexto que se creó para que aplicaran sus nuevas formas de conocer (Moll y Whitmore, 1993). El objetivo de la mediación fue tratar de hacer conscientes a los niños de cómo manipulaban los materiales y las ideas, y de cómo aplicaban el conocimiento.

Los niños tuvieron la oportunidad de reflexionar sobre sus ideas utilizando su propio lenguaje para hablar acerca de sus propias comprensiones, razonar y comunicarse, aprendiendo gradualmente el lenguaje especial de la ciencia en la medida en que progresó el proceso de instrucción (Howe, 1996; Scott y Driver, 1998). Las discusiones que tuvieron lugar entre los niños, y entre los niños y la docente fueron contextos de aprendizaje colaborativo donde el conocimiento se construyó y reestructuró para compartirse racionalmente en un proceso de consenso y para darle significado a la información científica (Meyer y Woodruff, 1995). La interacción y las discusiones promovieron el cambio conceptual, y el conflicto social explícito fue central

en este proceso (Ogden, 2000). Como mencionan Hatano e Inagaki (1996), con frecuencia el cambio conceptual se acrecenta por procesos discursivos, tanto en biología como en física. En este sentido, el habla y el lenguaje utilizado fue un modo social de pensamiento y una herramienta para la construcción conjunta del conocimiento entre la docente y los niños (Mercer, 1996). Este contexto de aprendizaje promovió el cambio conceptual (Driver et al., 1994a) y el cambio se produjo cuando los niños articularon o definieron sus propias posiciones a los otros y a sí mismos, en un nivel de pensamiento metaconceptual (Mason, 1996).

El análisis de los datos a través de las perspectivas ontológica y epistemológica ha mostrado que la comprensión de los procesos de aprendizaje puede comprenderse mejor utilizando varias perspectivas. La comprensión de los fenómenos físicos y biológicos implican tanto cambios ontológicos, como epistemológicos, es decir, comprender la naturaleza básica de las cosas y la forma como el conocimiento se interconecta y estructura en teorías conceptuales más amplias, y, en estos cambios, los factores motivacionales (Pintrich et al., 1993) y contextuales (Halldén, 1999) también desempeñan un papel fundamental. El proceso del aprendizaje conceptual en un contexto educativo no está gobernado sólo por factores cognitivos por lo que el cambio se analizó y discutió en el contexto en el que tuvo lugar (Halldén, 1999).