



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

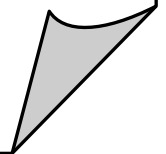
LOS DIRECTORES DE LA TESIS

DR. JOSEP CASTELLÓ ESCANDELL DRA. PALOMA GARCÍA WEHRLE

BARCELONA, ABRIL DEL 2009.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA



CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos de la investigación. Se exponen la perspectiva metodológica que se ha adoptado, la estrategia de indagación y el diseño metodológico de las diferentes fases de la investigación desarrolladas.

3.1. Perspectiva metodológica. Consideraciones generales

La perspectiva metodológica que se ha seguido en este estudio ha sido la *interpretativa o cualitativa*. En esta perspectiva se pretende comprender la experiencia, los factores que inciden en algún fenómeno educativo, considerando que la realidad se construye por los individuos en interacción con su mundo social. En la investigación cualitativa el interés está puesto en comprender los significados que los individuos construyen, es decir, cómo toman sentido de su mundo y de las experiencias que tienen en él. Se asume, además, que el significado está inmerso en las experiencias de los individuos y que este significado media a través de las percepciones propias del investigador. Por otra parte, esta perspectiva sigue una estrategia de investigación principalmente inductiva, por lo que el producto de estudio es ricamente descriptivo. En la investigación cualitativa el investigador es el principal instrumento en la obtención y análisis de datos (Merriam, 1998).

En el contexto de la investigación cualitativa se han descrito diversas formas de investigación a las que se les ha denominado como orientaciones (Tesch, 1990); tradiciones teóricas (Patton, 1990); estrategias de indagación (Denzin y Lincoln, 1994); géneros (Wolcott, 1992) o tradiciones principales (Jacob, 1987, 1988; Lancy, 1993). Estas diversas tipologías subrayan la vasta variedad de investigación cualitativa, así como la carencia de consenso en definir unas tipologías principales. Merriam (1998) sugiere que en la investigación educativa prevalecen cinco tipos de investigación cualitativa: *estudios cualitativos básicos o genéricos; etnografía; fenomenología; teoría fundamentada; y estudio de casos.*

En los *estudios básicos o genéricos* el investigador trata simplemente de descubrir y comprender un fenómeno, un proceso, o las perspectivas y visiones de los individuos involucrados en la investigación. El estudio no se enfoca en la cultura ni construye una teoría fundamentada, no son estudios intensivos de casos, unidades o sistemas delimitados. Los datos se recogen a través de entrevistas, observaciones, o análisis de documentos y los resultados son una mezcla de descripción y análisis.

Los estudios educativos *etnográficos* normalmente se ocupan de la cultura de una comunidad escolar. En este tipo de estudios suele existir una confusión entre los métodos etnográficos de recogida de datos (entrevistas, análisis de documentos, historias de vida, diarios de notas, observación de participantes) y la etnografía como interpretación sociocultural de estos datos. Una *etnografía* es una interpretación cultural de los datos; es una descripción interpretativa o son reconstrucciones de los significados simbólicos de los participantes y de los patrones de la interacción social. Una *etnografía* presenta un análisis sociocultural de la unidad de estudio.

La *fenomenología* es una escuela de pensamiento filosófico que subyace a toda la investigación cualitativa. La investigación cualitativa toma de la filosofía de la fenomenología el énfasis en la experiencia y la interpretación. En la conducción de un estudio fenomenológico el foco estará en la esencia o estructura de una experiencia (fenómeno) explorando sistemáticamente el sentido de lo que acontece y la forma en la que acontece.

La *teoría fundamentada* es una metodología específica en la que el resultado final de la investigación es una teoría que emerge a partir de los datos. Una descripción rica es también importante, pero no es el foco principal, y el énfasis es el desarrollo de una teoría.

El *estudio de casos* se utiliza para obtener una comprensión en profundidad de una situación y de su significado para los implicados. El interés se pone en el proceso más que en el producto, en el contexto más que en una variable específica, en el descubrimiento más que en la confirmación. Los *estudios de casos* son descripciones y análisis intensivos de unidades simples o de sistemas delimitados (Smith, 1978) tales

como un individuo, un programa, un acontecimiento, un grupo, una *intervención*, o una comunidad.

3.2. Estrategia de indagación utilizada en este estudio

La estrategia de indagación (Denzin y Lincoln, 1994) seguida en este estudio ha sido, por un lado, la de *estudio básico o genérico* para el análisis de documentos curriculares y de la prueba piloto, y la de *estudio de casos* para describir y analizar el proceso de construcción de significados científicos con niños de edad infantil. El *estudio básico o genérico* se ha seleccionado, puesto que nos permite describir y analizar las fundamentaciones teóricas que subyacen en documentos escritos e indagar acerca de un proceso. Por su parte, el *estudio de casos* se ha seleccionado debido al interés de comprender en profundidad el proceso de construcción de conocimiento científico. Esta estrategia de indagación se ha seleccionado por el interés en observar, descubrir e interpretar más que en probar una hipótesis. Por otra parte, se ha considerado que el conocimiento generado a partir de *estudio de casos* es más concreto y contextual y puede dar lugar a generalizaciones cuando se añaden nuevos datos a los anteriores (Stake, 1994).

3.2.1. El estudio de casos

Debido a que existe poco consenso acerca de lo que es un estudio de casos o acerca de cómo se lleva a cabo este tipo de investigación (Merriam, 1998), consideramos importante caracterizar el tipo de estudio de casos que se ha llevado a cabo en la presente investigación

Con frecuencia el estudio de casos se equipara con el trabajo de campo, la etnografía, la observación participante, la indagación naturalista, la teoría fundamentada o la investigación exploratoria. Parte de la confusión que rodea al estudio de casos es que su proceso de conducción (Yin, 1994) se equipara tanto con la unidad de estudio (el caso) (Stake, 1994), como con el producto de este tipo de investigación (Merriam, 1998). Al parecer, la característica definitoria más simple del estudio de casos es el objeto de estudio, es decir, el *caso* (Merriam, 1998). Smith (1978) define el caso como un sistema

delimitado y Stake (1994) añade que el caso es un sistema integrado, por tanto, el caso es una entidad simple, una unidad alrededor de la cual existen fronteras (Merriam, 1998). Miles y Huberman (1994) consideran el caso como un tipo de fenómeno que ocurre en un contexto delimitado.

La estrategia de indagación de *estudio de casos* se caracteriza por tratar de interpretar el fenómeno en el contexto en el que tiene lugar (Cronbach, 1975), enfocándose en descripciones y explicaciones holísticas. Es un proceso en el que se trata de describir, analizar e interpretar una entidad en términos cualitativos, complejos y completos (Wilson, 1979). Más aún, las características especiales del estudio de casos es que es *particularista*, *descriptivo* y *heurístico*. El estudio de casos es *particularista* porque se enfoca en una situación, acontecimiento o fenómeno particular. El caso en sí mismo es importante por lo que revela acerca del fenómeno y por lo que representa. Es *descriptivo*, ya que el producto final es una descripción rica y densa del fenómeno bajo estudio. Incluye tantas variables como sea posible y retrata sus interacciones, por lo general, en un período de tiempo. Es *heurístico*, porque ilumina al investigador en la comprensión del fenómeno bajo estudio. Puede dar lugar al descubrimiento de nuevos significados, ampliar la experiencia del investigador o confirmar lo que ya se sabe.

3.2.1.1. Caracterización de los estudios de caso

Dependiendo de la orientación disciplinar o de la intención general del estudio, el estudio de casos puede ser de diversos tipos (Merriam, 1998).

Considerando la orientación disciplinar, los estudios de caso pueden ser *etnográficos*, *históricos*, *psicológicos* y *sociológicos*. Los estudios de caso *etnográficos* se enfocan, por ejemplo, en la cultura de una escuela, un grupo de estudiantes o el contexto de una clase. En los estudios de caso *históricos* se hacen descripciones de la evolución de instituciones, programas y prácticas a través del tiempo. Los estudios de caso *psicológicos* se centran en el individuo y los estudios de caso *sociológicos* estudian los constructos de la sociedad y la socialización en los fenómenos educativos.

Tomando en cuenta la intención general del estudio, los estudios de caso pueden ser *descriptivos*, *interpretativos* y *evaluativos*. En el estudio de casos *descriptivo* se

explica detalladamente del fenómeno bajo estudio. Con frecuencia en este tipo de estudios se forma una base de datos para futuras comparaciones y la construcción de teorías. En el estudio de caso *interpretativo* se lleva a cabo una descripción rica y densa, y estos datos descriptivos se utilizan para desarrollar categorías conceptuales o para ilustrar, apoyar, o desafiar supuestos teóricos sostenidos con anterioridad a la recopilación de datos. Más que describir lo que se ha observado, en el estudio de casos *interpretativo* se consideran todos los datos para desarrollar una tipología, un continuo, o categorías que conceptualicen diferentes enfoques de la tarea.

En base a estas consideraciones, los estudios de caso llevados a cabo en la presente investigación han sido principalmente de tipo *etnográfico, descriptivo e interpretativos*, ya que se enfocan en el contexto de una clase, se explican detalladamente los fenómenos bajo estudio, y los datos se utilizan para ilustrar y apoyar supuestos teóricos.

3.3. El diseño metodológico de la investigación

Después de describir brevemente algunas consideraciones respecto a la metodología cualitativa, a continuación se describe y fundamenta el diseño metodológico de la investigación.

De acuerdo a las preguntas de investigación y a los objetivos planteados en el estudio, la investigación se estructuró en dos fases principales y una prueba piloto intermedia. Tanto en la prueba piloto como en la segunda fase de la investigación, la investigadora diseñó las actividades de aprendizaje y condujo el proceso de instrucción, debido a que la docente de la clase donde se realizó el estudio prefirió hacerlo de esta forma.

De manera general, en la recogida de datos se han utilizado también *métodos etnográficos* a través de análisis de documentos, entrevistas y observación participante. El análisis e interpretación de los datos obtenidos en la segunda fase ha seguido, en particular, un *enfoque fenomenológico* incidiendo en la esencia de las experiencias (dos estudios de casos), explorando sistemáticamente el sentido de lo que aconteció y la

forma en la que aconteció. El diseño metodológico general de la investigación se muestra en la Figura 5. A continuación se describe el proceso de indagación para cada una de las fases.

3.3.1. Fase I: Análisis descriptivo comparativo de documentos curriculares oficiales de la Educación Infantil

3.3.1.1. Estrategia de indagación

En esta fase se ha estudiado la contextualización de la enseñanza de las ciencias en la Educación Infantil desde 3 documentos curriculares oficiales. Se identificaron, caracterizaron y compararon las fuentes y enfoques teóricos que los sustentan, y se caracterizaron y compararon los contenidos y objetivos de aprendizaje del área de conocimiento del medio. Para este efecto se llevó a cabo un análisis descriptivo comparativo de los documentos curriculares enmarcado en un *estudio genérico* (Merriam, 1998).

3.3.3.1. Estrategias de recogida y del análisis de datos

La estrategia de recogida de datos fue la *lectura interpretativa* de tres documentos oficiales, uno de Catalunya y dos de México. Se seleccionaron estos documentos teniendo en consideración que, por un lado, el trabajo de investigación se realizaría en Catalunya, y que, por el otro, se pretende hacer extensiva la experiencia en escuelas mexicanas en un futuro próximo. En el caso de México se seleccionaron dos documentos curriculares. El primero de ellos es una propuesta a nivel estatal -Estado de Colima, lugar de residencia de la investigadora- y el segundo es el nuevo Programa de Educación Infantil que se formuló recientemente (2004) en el marco del Plan Nacional de Educación 2001-2006, como un planteamiento de reforma curricular a nivel nacional del Programa de Educación Infantil de 1992. Este nuevo Programa de Educación Infantil comienza a implementarse a partir del ciclo escolar 2004-2005, por lo que consideramos necesario incluirlo en el análisis dado el contexto de reforma en el que se presenta.

Capítulo III. Metodología.

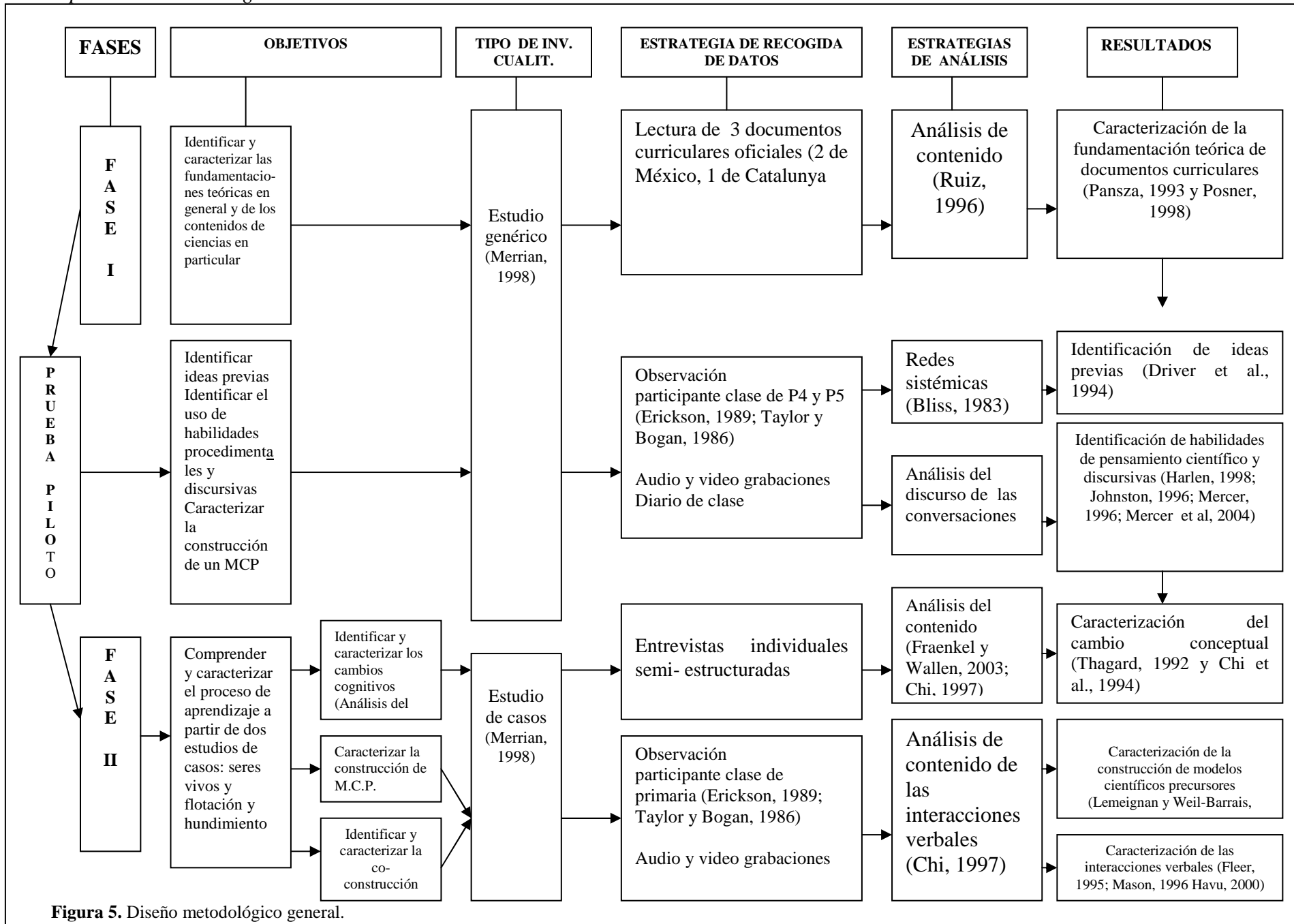


Figura 5. Diseño metodológico general.

Los documentos seleccionados han sido: “*Educació Infantil: Curriculum*” (1992) del Departament d’Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, habiéndose tenido en cuenta el ciclo de parvulario; la “*Propuesta Pedagógica de Educación Preescolar*” (2001) de la Secretaría de Educación del Estado de Colima (SEEC), México, y el “*Programa de Educación Preescolar 2004*” de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México.

Para llevar a cabo el análisis de datos se realizó un *análisis de contenido* siguiendo a Ruiz (1996), en el que se realizó una interpretación del discurso que se presenta en los documentos. Para Ruiz (1996) el análisis de contenido es una técnica para leer e interpretar el contenido de cualquier documento, más concretamente de los documentos escritos. Se basa en la lectura como instrumento de recogida de información, la cual debe hacerse de manera sistemática, objetiva, replicable y válida. Siguiendo un paradigma constructivista, un texto escrito es un testimonio que puede interpretarse y, en su interpretación, es el propio investigador el que crea los materiales y analiza posteriormente su evidencia a través de una serie de prácticas interpretadoras (Ruiz, 1996).

Según este autor, desde la perspectiva cualitativa, el análisis de contenido parte de una serie de presupuestos según los cuales un texto cualquiera equivale a un apoyo en el que, y dentro del cual, existe una serie de datos que tienen un sentido simbólico que puede extraerse de los mismos. Este sentido simbólico no siempre es manifiesto y no es único, sino que es o puede ser múltiple, en función de la perspectiva y del punto de vista desde el que se ha leído. Por tanto, el texto y el sentido que el lector pretende dar al texto puede no coincidir con el sentido percibido por el lector del mismo o puede ser diferente para audiencias diferentes. De la misma forma, un mismo autor puede emitir un mensaje (texto) de forma que diferentes lectores puedan captar sentidos diferentes, puede tener un sentido del que el propio autor no sea consciente o puede tener un contenido expresivo y un contenido instrumental.

➤ **El análisis del contenido de los documentos**

Los pasos a seguir para llevar a cabo el análisis del contenido de los documentos curriculares (Ruiz, 1996) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Secuencia en el análisis del contenido de los documentos curriculares según Ruiz (1996).

a) Elección de la estrategia de análisis que se define en función de las relaciones que se establecen entre el contenido del texto (manifiesto o latente), el tipo de comunicación que da el autor (consciente o inconsciente) y el tipo de planteamiento con que el autor redacta su texto (enfoque expresivo o enfoque instrumental).
b) Construcción del texto de campo. El texto de campo es lo que se analiza y puede ser un libro entero, un párrafo, una frase.
c) Identificación de las unidades de registro o análisis (palabras, conjunto de palabras, frases o temas).
d) Categorización o construcción del texto de investigación.

En las siguientes secciones se describe cómo se llevó a cabo el proceso.

a) Estrategia de análisis del contenido

Se seleccionó una estrategia de *lectura interpretativa*, ya que, por una parte, se buscó captar el contenido manifiesto de los textos, pero, por otra, también se buscó intentar captar contenidos ocultos (que no son ocultados por el autor o autores), deduciéndolos del contenido manifiesto de los textos.

b) Construcción del texto de campo

El texto de campo fueron los documentos curriculares de referencia. De México: la “*Propuesta Pedagógica de Educación Preescolar*” (3-6 años) de la Secretaría de Educación del Estado de Colima (SEEC) (2002), y el “*Programa de Educación Preescolar 2004*” de la Secretaría de Educación Pública (SEP) (2004); y de Catalunya: “*Educación Infantil: Curriculum*” (1992) del Departament d’Ensenyament de la Generalitat de Catalunya (1993).

c) Unidades de análisis

Una vez seleccionados los documentos, se establecieron las unidades de análisis, las cuales correspondieron a los párrafos en los que se identificaron las diferentes

orientaciones teóricas y las secciones en las que aparecen los contenidos y objetivos de del área de Conocimiento del Medio.

d) Categorías de análisis

El proceso de categorización se llevó a cabo siguiendo un proceso predeterminado considerando los criterios de Panza (1993) y los criterios de Posner (1998) para el análisis del currículo (ver Tabla 2).

Tabla 5. Categorías de análisis para los documentos curriculares según Pansza (1993) y Posner (1998).

Criterios según Pansza		Criterios según Posner	
Definición de currículo		Modelos curriculares	
Concepto de currículo según el modelo		Propósito y contenido del currículo	
Núcleos disciplinarios	Fuente sociológica	Perspectivas teóricas en el propósito y el contenido	
	Fuente psicológica	Enfoques del propósito y contenido	
	Fuente pedagógica	Organización del currículo	Estructuras básicas del contenido y de los medios
			Principios organizacionales
			Perspectivas teóricas sobre los principios de organización
Fuente epistemológica	Enfoques de la organización		

El análisis de la información proporcionada por los datos siguió la siguiente estrategia para identificar todas las declaraciones y afirmaciones contenidas en los documentos y agruparlas en torno a cada unidad de análisis:

- a) Distribuir todas las frases, consideraciones e ideas del documento en cada tópico general.
- b) Identificar y agrupar las afirmaciones que correspondan a cada unidad de análisis (hay algunas que pueden pertenecer a varias unidades).
- c) Identificar las distintas temáticas de cada unidad de análisis, agrupando sus afirmaciones en tablas.
- d) Representar las más relevantes y reiterativas mediante mapas conceptuales (Novak y Gowin, 1988; Novak, 2002), tablas y cuadros comparativos.

3.3.2. Prueba piloto

Considerando que no fue posible que la docente de la clase participara de forma constante en el proceso de instrucción por cuestiones de organización del tiempo, fue necesario que, para lograr los objetivos planteados, la investigadora tomara parte activa en la segunda fase de la investigación. Debido a la inexperiencia de la investigadora en el ámbito de la Educación Infantil, se llevó a cabo una prueba piloto para su introducción en el escenario y contexto de la investigación. En este sentido, la investigadora diseñó y puso en práctica las actividades de aprendizaje de la prueba piloto.

La prueba piloto se llevó a cabo en la escuela pública CEIP “Els Pins” de la ciudad de Barcelona. El contacto con la escuela se llevó a cabo a través de padres de familia de algunos alumnos. El acercamiento al contexto de estudio permitió definir la metodología y caracterizar el enfoque de instrucción de la segunda fase del estudio.

La estrategia de indagación seguida en esta prueba piloto fue la de *estudio genérico* (Merriam, 1998), en la que se identificaron algunas ideas previas de los niños respecto al fenómeno de flotación y se identificó el uso de habilidades de pensamiento científico (procedimentales y discursivas). Asimismo se caracterizó la construcción, por parte de los niños, de un modelo precursor de flotación basado en la naturaleza de los materiales de los objetos, como un indicador de una aproximación intuitiva al factor densidad basado en el modelo propuesto por Koliopoulus et al. (2004). Para tal efecto, la prueba piloto se estructuró en dos partes, las cuales se describen a continuación.

3.3.2.1. Primera parte prueba piloto

➤ Los sujetos de estudio

Durante la primera parte se trabajó con 25 niños de una clase de parvulario 4 (P4), 14 niñas y 9 niños con edades entre 3.10 y 4.9 años (ver Tabla 6). La clase, a su vez, se dividió en grupos de 4-5 niños para facilitar el intercambio de ideas entre ellos y la docente (Rafal, 1996). Esta agrupación se realizó seleccionando a los niños por orden de aparición en la lista del curso. Los datos se obtuvieron a partir de grabaciones de audio

y video, previa autorización de los padres de familia. Durante esta fase de la prueba piloto se realizaron actividades de aprendizaje relacionadas con la flotación y el hundimiento de los cuerpos en las que se identificaron algunas ideas previas de los niños referentes al fenómeno, y se promovió e identificó el desarrollo de habilidades procedimentales y discursivas por parte de los niños

Tabla 6. Los sujetos de estudio en la prueba piloto I.

Nombre	Edad de los niños al inicio de la prueba
AR	4 años 9 meses
TA	4 años 9 meses
MIRE	4 años 9 meses
MERI	4 años 8 meses
SER	4 años 8 meses
SAN	4 años 8 meses
IDO	4 años 7 meses
PAUL	4 años 7 meses
NIL	4 años 7 meses
AIN	4 años 7 meses
LID	4 años 6 meses
VIC	4 años 6 meses
MAR	4 años 5 meses
JM	4 años 5 meses
PA	4 años 5 meses
ON	4 años 4 meses
ADR	4 años 4 meses
EV	4 años 3 meses
ARI	4 años 2 meses
JP	4 años 2 meses
MIRI	4 años 1 mes
AN	3 años 11 meses
CAR	3 años 11 meses
EST	3 años 11 meses
AND	3 años 10 meses
TOTAL	25 (14 niñas 9 niños)

➤ **Estrategias de recogida de datos**

Considerando que el objetivo de la prueba piloto fue la introducción en el escenario de investigación en una clase de educación infantil, se seleccionó la estrategia de *observación participante* (Erickson, 1989), ya que ésta permite la interacción social entre el investigador y los informantes (en este caso los niños), y durante la cual se recogen datos de modo sistemático y no intrusivo (Taylor y Bogan, 1986).

➤ **El análisis de los datos**

Para la identificación de las ideas iniciales o previas de los niños se elaboraron *redes sistémicas* (Bliss y Ogborn, 1983) y para la identificación de habilidades procedimentales (Harlen, 1998) y discursivas (Mercer, 1996; Mercer et al. 2004) se llevó a cabo un *análisis de contenido* de los datos verbales (Chi, 1997; Fraenkel y Wallen, 2003) y un *análisis del discurso* (Mercer, 1996; Mercer, et al., 2004), respectivamente. Los pasos a seguir para el análisis de los datos se describen a continuación.

- **Unidades de análisis y categorización**

Las grabaciones de audio y video se transcribieron y analizaron en su totalidad. Las unidades de análisis en las transcripciones se definieron siguiendo el criterio de “tamaño de grano del segmento” (Chi, 1997), y en el que se identificaron proposiciones, ideas o cadenas de razonamiento.

Las ideas iniciales de los niños y niñas se han categorizado de forma inductiva a partir de las redes sistémicas y la identificación de habilidades de pensamiento científico (procedimentales y discursivas) se ha llevado a cabo asignando categorías preestablecidas en base a los aspectos relacionados con el uso de procesos científicos (Harlen, 1998 y Johnson, 1996), y de habilidades discursivas (Mercer, 1996; Mercer et al., 2004)

- a) Uso de *procesos científicos* siguiendo a Harlen (1998) y Johnson (1996):

Observación: Actividad mental y no mera respuesta de los órganos sensitivos a los estímulos y que se guía por las ideas ya existentes en el sujeto. Es la capacidad de utilizar los sentidos (adecuadamente y con seguridad) para obtener información relevante para la investigación.

Elaboración de hipótesis: Sugerir explicaciones provisionales de un fenómeno.

Predicción: Establecer qué sucederá en un acontecimiento posterior o futuro.

Investigación: Diseñar experimentos para evaluar hipótesis y predicciones.

Derivación de conclusiones: Reunir diversos elementos de información u observaciones y deducir algo de ellos.

Comunicación: Externar la información obtenida en una investigación.

- b) Uso de *habilidades discursivas* como formas particulares de diálogo en el que se elaboran preguntas críticas, se comparte información o se negocian decisiones. Se han utilizado palabras como indicadoras asociadas al razonamiento de los niños y niñas en construcción de significados: “*porque*”, “*si*”, “*yo pienso*”, “*podría*”, “*debería*”. El uso de estas palabras señalan patrones de conversaciones científicas que darán lugar posteriormente a patrones de pensamiento científico (Candela, 1991; 2001; Lemke, 1990; Rojas-Drumond et al., 2003a, b; Wegerif et al., 1999a, 1999b).

3.3.2.2. Segunda parte prueba piloto

➤ Los sujetos de estudio y diseño del proceso de instrucción

En la segunda parte de la prueba piloto se continuó trabajando con la misma clase, dividida en equipos de 4-5 niños, siendo los mismos niños los integrantes de los equipos de trabajo, pero ya situada en P5 (ver Tabla 7).

En esta parte de la prueba piloto se caracterizó, a partir de los cambios en las ideas de los niños, la construcción de un modelo precursor de flotación basado en la naturaleza de los materiales de los objetos como un indicador de una aproximación intuitiva al factor densidad (Koliopoulus et al., 2004). Para tal efecto se siguió un diseño *pre-test-intervención didáctica-pos-test*.

El proceso de instrucción tuvo un enfoque de interacción colaborativa (Boulter, 2000), utilizando el método de aprendizaje por descubrimiento guiado (Ausubel y Robinson, 1969) y siguiendo un patrón orientación-predicciones y experimentación-discusión general (Havu-Nuutinen, 2000).

Debido a que no todos los niños estuvieron presentes durante las fases del pre-test o del post-test, la muestra para el análisis de los datos fue de 20 niños considerando aquellos que estuvieron en el pre-test, la intervención didáctica y el post-test (ver Tabla-7).

➤ **Estrategias de recogida de datos**

Para identificar los cambios en las ideas de los niños se llevaron a cabo entrevistas individuales semiestructuradas “*acerca de acontecimientos*” (Osborne, 1980; Osborne y Gilbert, 1980; Osborne y Freyberg, 1991; Carr, 1996), tanto en el pre-test como en el post-test, siendo las mismas en ambos casos.

La caracterización de la construcción del modelo científico precursor se llevó a cabo a partir del cambio de las ideas de los niños. Para este efecto, las entrevistas del pre-test y el post-test y las sesiones de clase fueron gravadas en audio y vídeo para su posterior análisis.

➤ **El análisis de los datos**

El análisis cualitativo de los datos tuvo en consideración dos aspectos: identificar los cambios en las justificaciones acerca del fenómeno e identificar y categorizar el razonamiento de los niños. En este sentido, el análisis de los datos se llevó a cabo estableciendo las diferencias entre el pre-test y el post-test para identificar las ideas iniciales de los niños y niñas y para caracterizar las explicaciones antes y después de la experiencia.

Tabla 7 . Los sujetos de estudio en la prueba piloto II

Niño	Código	Edad de los niños al inicio de la prueba	Pre-test	Intervención didáctica	Post-test
AR	(19)	6 años 3 meses	♣	♣	♣
TA*	(21)	6 años 3 meses	♣	♣	-----
MIRE	(9)	6 años 3 meses	♣	♣	♣
MERI*	(22)	6 años 2 meses	-----	♣	-----
SER	(8)	6 años 2 meses	♣	♣	♣
SAN	(1)	6 años 2 meses	♣	♣	♣
IDO	(12)	6 años 1 mes	♣	♣	♣
PAU	(20)	6 años 1 mes	♣	♣	♣
NIL	(15)	6 años 1 mes	♣	♣	♣
AIN	(3)	6 años 1 mes	♣	♣	♣
LID	(11)	6 años	♣	♣	♣
VIC	(18)	6 años	♣	♣	♣
MAR	(16)	5 años 11 meses	♣	♣	♣
JM	(6)	5 años 11 meses	♣	♣	♣
PA	(7)	5 años 11 meses	♣	♣	♣
ON*	(23)	5 años 10 meses	♣	♣	-----
ADR*	(24)	5 años 10 meses	-----	♣	♣
EV	(10)	5 años 9 meses	♣	♣	♣
ARI*	(25)	5 años 8 meses	-----	♣	♣
JP	(5)	5 años 8 meses	♣	♣	♣
MIRI	(13)	5 años 7 meses	♣	♣	♣
AN	(2)	5 años 5 meses	♣	♣	♣
CAR	(14)	5 años 5 meses	♣	♣	♣
EST	(4)	5 años 5 meses	♣	♣	♣
AND	(17)	5 años 4 meses	♣	♣	♣
TOTAL	25	25 Niños (14 niñas, 9 niños)	22	25	22

* No participan en el pre-test y/o post-test

- **Las unidades de análisis y categorización para caracterizar el razonamiento de los niños**

Las unidades de análisis fueron las respuestas que dieron los niños durante el pre-test y el post-test. Las categorías fueron predeterminadas siguiendo a Koliopoulus et al. (2004) y se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 8. Categorías para las representaciones de los niños del fenómeno de flotación.

Categorías
<i>Modelo precursor relacionado con el tipo de material de los objetos</i>
<i>Representaciones que relacionan la flotación o el hundimiento con el peso o volumen</i>
<i>Representaciones contradictorias</i>
<i>Sin respuesta</i>

3.3.3 Fase II: Comprensión de los procesos de aprendizaje

Con el objeto de indagar en profundidad sobre el proceso de aprendizaje de las ciencias en niños pequeños y contribuir en su conocimiento se llevó a cabo una segunda fase de indagación. En esta fase del estudio la estrategia de indagación fue el *estudio de casos* (Merriam, 1998). El estudio de casos, especialmente el estudio de caso instrumental, es un método empírico de indagación que estudia un fenómeno en su contexto real, por lo que el investigador tiene la posibilidad de conocerlo de forma más amplia a partir del caso utilizado en el estudio (Stake, 1994).

Debido a que esta parte del estudio está orientada en los procesos, se han descrito e interpretado dos estudios de casos para explicar el estudio en su conjunto. El objetivo fue obtener información acerca de los procesos de cambio conceptual y construcción de modelos precursores, a través de aspectos de los fenómenos aprendidos y de los enfoques de enseñanza y aprendizaje. En este estudio se seleccionaron dos unidades de estudio (*flotación y hundimiento de los cuerpos, y seres vivos*), así como un enfoque de enseñanza *colaborativo* (Boulter, 2000), y dos enfoques de aprendizaje (*descubrimiento*

guiado y enfoque exploratorio). Aunque el estudio de casos en sí mismo no es transferible, las interpretaciones pedagógicas basadas en los estudios de casos pueden ser valiosas fuera de los contextos en los que se llevaron a cabo (Havu-Nuutinen, 2000) para descubrir lo que es común y específico, así como para conocer las condiciones que hacen que ciertas hipótesis se cumplan en unos contextos y en otros no (Latorre et al., 1996).

3.3.3.1. Los sujetos de estudio

Esta fase se realizó en la misma escuela “Els Pins” y la razón de la selección fueron las facilidades proporcionadas por el cuerpo administrativo y docente de la escuela para el desarrollo de la investigación durante la prueba piloto. De la misma forma, la disponibilidad por parte de la profesora de la clase para permitir trabajar con sus niños durante el horario escolar fue un factor importante en la continuidad de la investigación. De acuerdo con la profesora del grupo, la investigadora siguió llevando a cabo la instrucción.

El punto de vista de la investigadora acerca del aprendizaje de los niños se basó en la perspectiva socioconstructivista, por lo que se ha considerado a cada niño como sujeto independiente y participante activo en el proceso de instrucción. Por tanto, el proceso de construcción de los significados se compartió socialmente y los resultados se han producido en contextos particulares. Por otra parte, en la guía del proceso de enseñanza se utilizó una estrategia didáctica basada en la modelización (Clement, 1989, 2000; Coll, 2005), particularmente la construcción de modelos científicos precursores (Lemeignan y Weil-Barrais, 1993; Weil-Barrais, 1997, 2001). Desde esta perspectiva, durante el proceso de instrucción la docente proporcionó a los niños información, actividades de aprendizaje y diferentes estrategias de instrucción con la finalidad de facilitar la construcción de modelos mentales en cada uno de los niños y entre el grupo de niños (Gobert y Buckley, 2000).

La investigación se llevó a cabo con 21 niños de la prueba piloto (se presentaron 4 bajas) y 4 niños de nuevo ingreso, dando un total de 25 niños (situados en 1º de primaria, ver Tabla 9). La clase se dividió nuevamente en equipos de 4-5 niños para facilitar el intercambio de ideas entre ellos y con la investigadora (Rafal, 1996).

Considerando que hubo bajas y altas de niños en la clase, los equipos se reorganizaron siguiendo el mismo criterio que en la prueba piloto, pero procurando que los grupos fueran mixtos (niños y niñas). Todos los niños que estuvieron presentes durante el período de instrucción tomaron parte en la investigación. Para el análisis final del cambio conceptual se seleccionaron los niños que participaron en todo el proceso de instrucción (pre-test-instrucción-post-test) y para el análisis del proceso de instrucción se consideraron todos los niños.

Tabla 9. Los sujetos de estudio en la Fase II de la investigación.

Nombre (Abreviado)	Código	Edad de los niños al inicio de la prueba	Pre-test		Intervención didáctica		Post-test	
			Seres vivos	Flotación	Seres vivos	Flotación	Seres vivos	Flotación
AI	(14)	7 años 10 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
AR	(19)	6 años 9 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
TA*	(24)	6 años 9 meses	-----	♣	♣	♣	♣	♣
MIRE	(11)	6 años 9 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
MERI	(8)	6 años 8 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
SER	(22)	6 años 8 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
SAN	(1)	6 años 8 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
NIL	(9)	6 años 7 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
AIN	(6)	6 años 7 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
LID	(16)	6 años 6 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
VIC	(5)	6 años 6 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
PAU*	(25)	6 años 6 meses	-----	-----	♣	-----	-----	-----
JM	(3)	6 años 5 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
PA	(17)	6 años 5 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
ON	(4)	6 años 4 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
ADR	(7)	6 años 4 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
CAT	(15)	6 años 3 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
ARI	(2)	6 años 2 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
JP	(12)	6 años 2 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
MIRI	(18)	6 años 1 mes	♣	♣	♣	♣	♣	♣
OR	(20)	6 años 1 mes	♣	♣	♣	♣	♣	♣
AN	(13)	5 años 11 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
CAR	(23)	5 años 11 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
EST	(21)	5 años 11 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
AND	(10)	5 años 10 meses	♣	♣	♣	♣	♣	♣
TOTAL	25		23	24	25	24	25	24

* No participan en el pre-test
y/o post-test

3.3.3.2. Estrategias de recogida de datos

La estrategia de recogida de datos fue nuevamente la de *observación participante*, ya que esta estrategia permite al investigador tomar parte activa del proceso y de esta forma profundizar en su comprensión.

Para lograr los objetivos propuestos en esta parte del estudio se llevaron a cabo varias fases en la recogida de datos. Los principales instrumentos de recogida fueron entrevistas, grabaciones en vídeo de la clase y un diario de notas. En ambos estudios de caso los niños fueron entrevistados antes y después del período de instrucción para identificar los cambios en sus concepciones acerca de los seres vivos y del fenómeno de flotación. Durante el proceso de instrucción las conversaciones y el trabajo en los equipos fueron grabados en vídeo para identificar la construcción de significados.

➤ **Entrevistas para clarificar el cambio conceptual**

Para clarificar los cambios en las concepciones de los niños después del período de instrucción se llevaron a cabo *entrevistas individuales semiestructuradas* “*acerca de acontecimientos*” en el caso de flotación y “*acerca de instancias*” en el caso seres vivos (Osborne, 1980; Osborne y Gilbert, 1980; Carr, 1996) (Anexo Ia). Las entrevistas siguieron un patrón, pero la estructura varió dependiendo del niño entrevistado.

Las entrevistas se realizaron en un ambiente informal para promover que los niños se sintieran cómodos. Inicialmente se mostraron a los niños los materiales utilizados para las entrevistas y el entrevistador se aseguró que los niños comprendieran qué era lo que iban a hacer. De la misma forma, el entrevistador permitió que los niños expresaran sus juicios y se les dio tiempo para pensar. Cada entrevista se llevó a cabo en un lugar tranquilo (sala de profesores del colegio) y fueron grabadas en vídeo.

➤ **Grabaciones en vídeo para clarificar la interacción social**

Debido a que la autora de este estudio estuvo involucrada en el proceso de instrucción, el contexto tuvo que ser grabado para su análisis posterior. El análisis del

proceso de instrucción se realizó a partir de la información proporcionada por las grabaciones en vídeo. Los vídeos proporcionaron información acerca del contexto del proceso de instrucción incluyendo comportamientos verbales y no verbales, permitiendo el examen de las relaciones entre el discurso y el comportamiento. Por otra parte, a través de los vídeos se pudo llevar a cabo una constante revisión del contexto de instrucción. Los vídeos han sido herramientas muy útiles para capturar lo que aconteció durante la instrucción en general y en cada equipo de trabajo. Durante las sesiones de trabajo hubo pérdida de datos de vídeo ya que ocasionalmente alguno de los niños no fue audible o visible totalmente y en otras ocasiones la cámara de vídeo no funcionó adecuadamente. En estos casos, se recurrió al diario de clase para mitigar el impacto de esta pérdida de datos.

El proceso de instrucción se llevó a cabo en el laboratorio del colegio con cada uno de los equipos. Las grabaciones se realizaron en el mismo momento en que los niños realizaban las actividades, por tanto las grabaciones han sido los datos primarios para el análisis de las conversaciones. Los vídeos se analizaron para identificar el comportamiento no verbal y a los niños en los equipos. Considerando que durante la segunda parte de la prueba piloto se utilizó una cámara de vídeo para la obtención de datos, en esta ocasión los niños estuvieron totalmente familiarizados con su presencia, por lo que no representó un problema de distracción o incomodidad para ellos.

3.3.3.3. Caracterización de los estudios de casos

Esta segunda fase de la investigación se llevó a cabo en tres momentos para los dos casos: un período de pre-instrucción, un período de instrucción o fase interactiva y un último período de post-instrucción. A continuación se describen las características de cada uno de los casos.

➤ Estudio de caso: flotación y hundimiento

Este estudio de caso estuvo basado en el trabajo realizado por Havu-Nuutinen (2000). Esta autora realizó una investigación de estudio de caso con niños finlandeses de 6 años de edad en el contexto de la educación infantil. Consideramos, por tanto, interesante replicar el estudio para obtener más información acerca de la comprensión

del fenómeno por parte de niños de esta edad. De esta forma, los resultados obtenidos en la presente investigación aportarían más información para la construcción de una posible teoría (Merriam, 1998) acerca del cambio conceptual.

- **La fase de pre-instrucción**

Los conocimientos previos de los niños acerca de la flotación y hundimiento de los cuerpos se identificaron a partir de las entrevistas realizadas durante el período de pre-instrucción. En una primera parte de la entrevista se les pidió a los niños explicaran qué entendían acerca de los términos “flota” y “se hunde”, y qué tipo de objetos habían observado o sabían que flotaban o se hundían y por qué. De la misma forma se les pidió que hablaran acerca de sus experiencias con el fenómeno y que dibujaran los objetos que flotaban o se hundían para clarificar sus pensamientos. En una segunda parte de la entrevista se les pidió que realizaran predicciones acerca de algunos objetos que flotan o se hunde y que lo señalaran en una ficha de trabajo (Anexo IIa).

- **La fase interactiva**

El proceso de instrucción o fase interactiva se llevó a cabo una semana y media después del período de pre-instrucción con el objetivo de apoyar la comprensión conceptual del fenómeno de flotación y hundimiento. El enfoque de enseñanza fue colaborativo (Boulter, 2000), utilizando el aprendizaje por *descubrimiento guiado* (Ausubel y Robinson, 1969). Este enfoque pone énfasis en las interacciones sociales durante las clases, en los juicios propios y en las discusiones con los compañeros, lo que ayuda a crear situaciones en las que puede darse el conflicto cognitivo. De la misma forma, el aprendizaje por descubrimiento guiado apoya el rol activo de los aprendices durante el proceso de aprendizaje y proporciona oportunidades para observar, predecir, explorar, describir y elaborar hipótesis (Havu-Nuutinen, 2000).

El esquema del proceso de instrucción se basó en el propuesto por Havu-Nuutinen (2000), el cual se fundamenta en la teoría del aprendizaje experimental de Kolb (1984), el modelo de tres etapas de aprendizaje de Tomasini et al. (1990), y el modelo constructivista de secuencias de enseñanza de Driver y Oldham (1986). De esta forma, el esquema consideró una fase de *orientación* (Driver y Oldham, 1986), en la

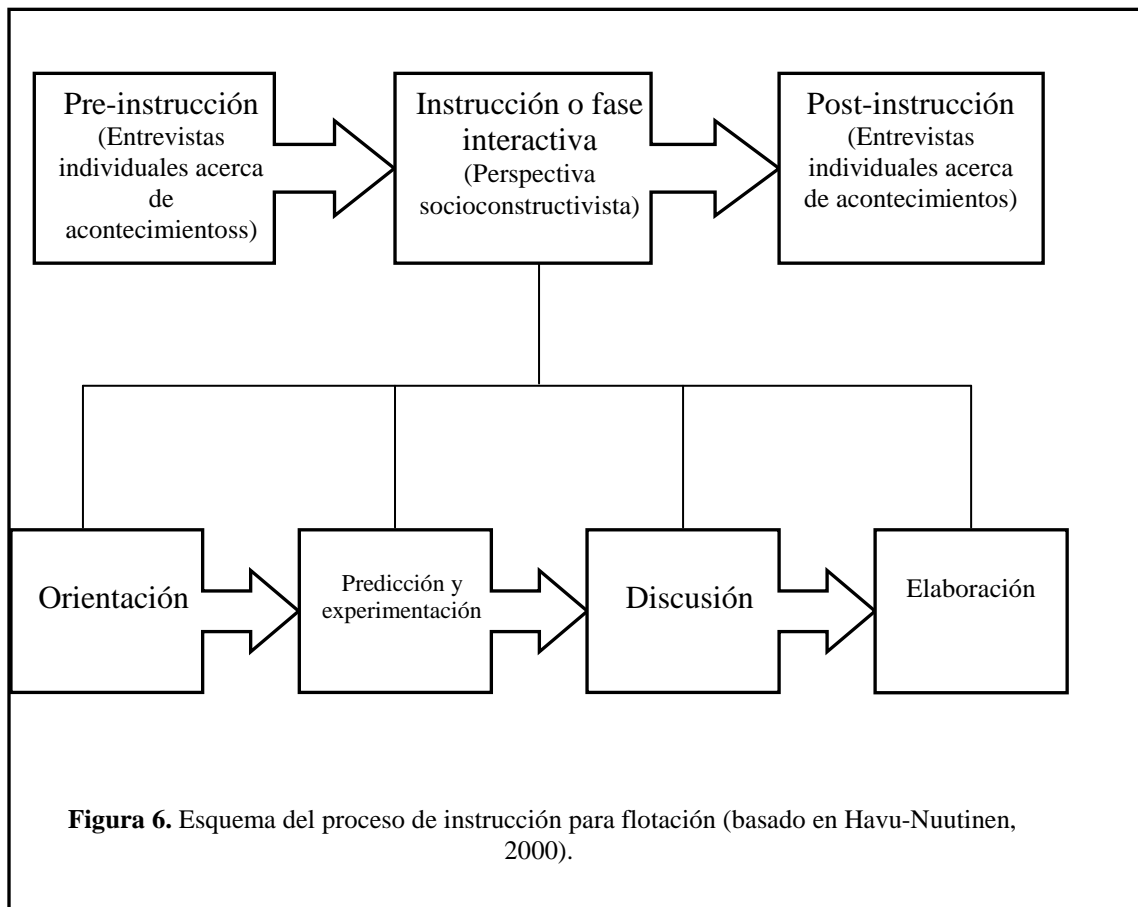
cual se llevó a cabo una discusión general en los grupos con el propósito de implicarse con el fenómeno. En esta fase se pidió a los niños que describieran de forma general la flotación y el hundimiento, y que hablaran de sus experiencias previas con objetos que flotan o se hunden. Desde el punto de vista del cambio conceptual, la orientación es una fase donde el profesor se hace una idea acerca del conocimiento existente de los niños (Havu-Nuutinen, 2000). Por otra parte, el cambio conceptual debería comenzar y ocurrir durante la sesión *experimental*, donde se elaboran predicciones e hipótesis y donde las actividades de aprendizaje deben estar diseñadas o planificadas para apoyar el proceso de reestructuración conceptual de los niños y hacer que expliciten sus ideas (Driver y Oldham, 1996). El enfoque de la sesión experimental fue de trabajo colaborativo, donde los niños trabajaron y discutieron sus observaciones en el grupo. Posteriormente, los resultados de los experimentos se discutieron considerando varias características de los objetos, tales como el peso, tamaño, forma, tipo de material, sólido, hueco, vacío, y se dieron las razones del fenómeno. La última parte de la fase interactiva fueron dos fases de *elaboración* (Brown y Palincsar, 1989) para promover que los niños adaptaran su conocimiento a nuevas situaciones y fomentar de una manera más general el cambio conceptual. En esta sesión de elaboración los niños probaron sus propios objetos que trajeron de casa a la escuela y con láminas de diferentes metales. En la Figura 6 se muestra el proceso de instrucción.

- **La fase de post-instrucción**

Las explicaciones de los niños se expusieron después del período de instrucción. El propósito de este período de post-instrucción fue evaluar el aprendizaje de los niños, qué tipo de cambio conceptual se dio, si lo hubo, y caracterizar los modelos precursores construidos. Las entrevistas realizadas fueron las mismas que en el período de pre-instrucción.

- **Los materiales utilizados**

Los materiales utilizados en este estudio fueron fichas de trabajo (Anexo IIa), y los objetos que aparecen en las fichas (pelotas de tenis, béisbol, pin pong, golf, squash, plastilina), y una botella de plástico llena de agua, una botella de plástico vacía y una barca pequeña de plástico.



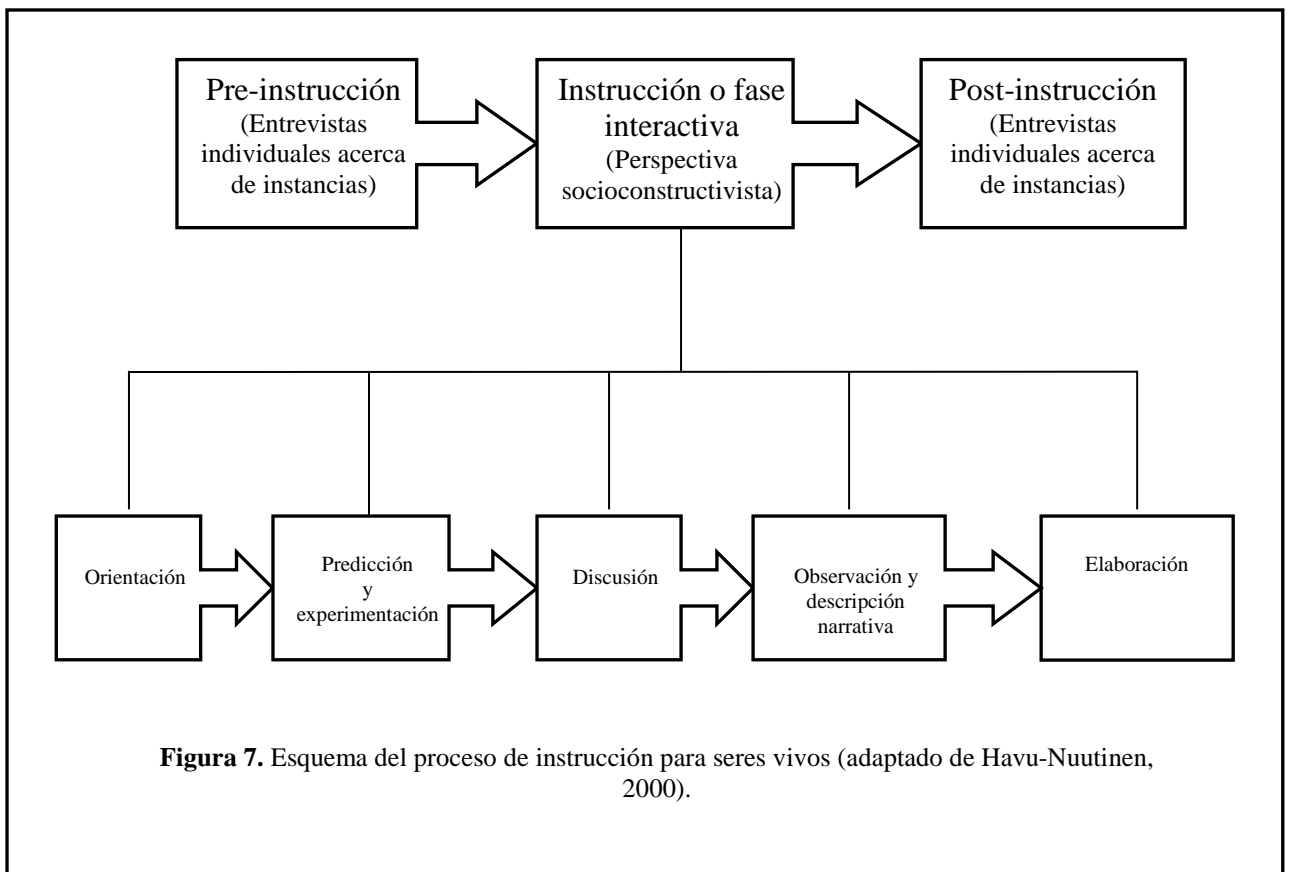
- **El modelo científico precursor de flotación**

El modelo científico precursor de flotación se ha caracterizado en base al modelo científico que considera las leyes de Newton, a las aportaciones que ha hecho la investigación acerca de las ideas que los niños tienen sobre el fenómeno, y a las ideas iniciales que tuvieron los niños durante el pre-test (ver Capítulo 4).

- **Estudio de caso seres vivos**

Este estudio de caso siguió el mismo proceso de instrucción (pre-instrucción, instrucción, post-instrucción) que el de flotación, aunque con algunas variaciones, ya que el dominio biológico es diferente al físico (Mayr, 1997). Por una parte, los enfoques

de enseñanza que se siguieron en el proceso de instrucción fueron, principalmente, el *enfoque exploratorio* (Johnston, 1996) y el enfoque por *descubrimiento guiado* (Ausubel y Robinson, 1969). Por otra parte, además de las fases de orientación, predicción y experimentación y discusión de la fase interactiva y elaboración, se llevó a cabo, también, una fase de *observación y descripción narrativa* (Mayr, 1997) (Figura 7).



- **La fase de pre-instrucción**

Los conocimientos previos de los niños acerca de los seres vivos se identificaron a partir de las entrevistas realizadas durante el período de pre-instrucción. En la entrevista se pidió a los niños que clasificaran diferentes objetos en seres vivos y seres no vivos, y explicaran por qué los consideraban seres vivos o no vivos (Anexo Ib).

- **La fase interactiva**

El proceso de instrucción o fase interactiva se llevó a cabo una semana y media después del período de pre-instrucción con el objetivo de apoyar la comprensión conceptual de los seres vivos. Esta fase tuvo, nuevamente, un enfoque de interacción colaborativa (Boulter, 2000) y, como se mencionó anteriormente, el enfoque de instrucción fue en su mayor parte *exploratorio*. En este enfoque los niños tuvieron oportunidad de explorar un rango amplio de fenómenos observando y elaborando preguntas, las cuales pudieron explorar o investigar posteriormente. Durante la exploración, los niños fueron dando sentido a sus ideas al emerger sus hipótesis como resultado de las actividades (Johnston, 1996).

En la fase de *orientación* se pidió a los niños que hablaran acerca de las características de los seres vivos, comparando una planta natural con una artificial para introducirles en el tema. El cambio conceptual y la construcción del modelo precursor se inició en la descripción y clasificación de los seres vivos y no vivos. La parte de *experimentación* consistió en pedirles que hablaran acerca de las necesidades de las semillas para germinar, y se les propuso y guió para llevar a cabo un experimento y observar el fenómeno. Los resultados de la experimentación se *discutieron* en base a las necesidades de las semillas para germinar y de las plantas para crecer, donde los niños consideraron varias de las variables que manejaron, tales como agua, tierra y luz. Posteriormente, los niños siguieron una fase de *observación y descripción narrativa* en la que observaron el ciclo de vida de plantas y animales vivos, y durante el cual observaron y describieron los procesos de desarrollo y crecimiento, nutrición y reproducción, principalmente. Finalmente, se pidió a los niños clasificaran y caracterizaran los seres vivos y no vivos. La fase de *elaboración* consistió en la elaboración de mapas conceptuales que los niños construyeron con ayuda de la docente.

- **La fase de post-instrucción**

De la misma forma que en el caso de flotación, las explicaciones de los niños fueron expuestas después del período de instrucción. El propósito de este período de post-instrucción fue evaluar el aprendizaje de los niños, qué tipo de cambio conceptual

se dio y caracterizar los modelos precursores construidos. Igualmente, las entrevistas realizadas fueron las mismas que en el período de pre-instrucción.

- **Los materiales utilizados**

En las fases de pre-instrucción y post-instrucción se utilizaron una planta natural y otra artificial, una pareja de hámsters (macho y hembra), un ratón de plástico con cuerda, un coche de pilas y un dibujo con un río, nubes y rocas. Durante la fase de instrucción los niños trabajaron con una planta artificial, una planta natural de tomates, semillas de judías y semillas de *Brassica rapa* o *B. campestris*. Estas semillas son de plantas de crecimiento rápido, que están modificadas genéticamente de forma que el ciclo de vida puede observarse en un período de 30-35 días. Asimismo, en esta fase los niños utilizaron fichas de trabajo donde registraron sus observaciones (Anexo IIb).

- **El modelo científico precursor de ser vivo**

El modelo científico precursor de ser vivo se caracterizó en base al modelo científico definido por varios autores, a las aportaciones que ha hecho la investigación acerca de las ideas de los niños sobre los seres vivos, y a las ideas iniciales que tuvieron los niños durante el pre-test (ver Capítulo IV).

3.3.3.4. Las unidades de análisis y la categorización

Todas las grabaciones en vídeo de las entrevistas y de los períodos de instrucción se transcribieron (Anexos IIIa y IIIb). Debido a que el principal objetivo de esta fase del estudio fue comprender los procesos de aprendizaje en un contexto dialógico y colaborativo de instrucción, en las transcripciones se incluyeron breves descripciones contextuales de las diferentes actividades realizadas por los niños. El análisis de los datos se llevó a cabo a partir de un análisis de contenido de los datos verbales (Chi, 1997). El análisis de contenido por lo general se relaciona con el qué y el cómo de los fenómenos bajo estudio, y es extremadamente valioso en el análisis de datos obtenidos a partir de observaciones y entrevistas (Fraenkel y Wallen, 2003). Inicialmente el análisis de contenido se refiere a los aspectos cuantitativos en los que las frecuencias de los contenidos del texto o materiales verbales se cuentan y categorizan.

En nuestros casos, las frecuencias de los contenidos no fueron tan significativas para el estudio, aunque en algunas ocasiones se consideraron. El objetivo fue determinar si ciertas categorías de las unidades estuvieron o no presentes en la comunicación.

Las unidades de análisis fueron los diálogos de interacción en forma de protocolos interactivos (Hogan et al., 2000), los cuales son el resultado de una comunicación propositiva. Estos protocolos interactivos registran acontecimientos comunicativos más que aportaciones individuales de razonamiento.

El análisis de los datos se enfocó en las concepciones de los niños acerca del fenómeno físico y de las concepciones sobre los seres vivos en un tiempo y contextos particulares. En base a estas concepciones se establecieron las categorías y se explicó cómo entendieron los niños los fenómenos. Por otra parte, el estudio buscó explicar la forma en la que estas concepciones se reconstruyeron en base principalmente a lo que se discutió durante el proceso de instrucción. De esta forma, el análisis de los datos verbales es el más apropiado, ya que el estudio se enfocó en el contenido de las respuestas o conversaciones verbales y no en las formas o funciones de éstas (Havu-Nuutinen, 2000). El análisis de contenido llevado a cabo tuvo como objetivo indagar sobre la naturaleza de las representaciones de los niños en un contexto de instrucción acerca de fenómenos físicos y biológicos.

Durante el análisis de datos las categorías surgieron inductivamente al interactuar con ellos (Miles y Huberman, 1994; Straus y Corbin, 1990), y, una vez que los códigos describieron satisfactoriamente todos los datos, se estableció el esquema de categorización y todas las transcripciones se recodificaron utilizando el esquema final.

Las fases para el análisis del cambio conceptual y de las interacciones verbales se describen en la siguiente sección.

➤ **Cambio conceptual**

La identificación de los cambios en las concepciones de los niños se llevó a cabo a partir del material grabado en vídeo y en base a las respuestas de los que participaron tanto en el proceso de instrucción como en las entrevistas. Los datos transcritos fueron

leídos repetidas veces para establecer una codificación inicial. Posteriormente estos códigos iniciales se reagruparon en familias de códigos. Finalmente, se compararon estos códigos con los códigos de otras investigaciones (Denticini et al., 1984; Howe et al., 1990 y Havu-Nuutinen, 2000, 2005; Zogza y Papamichael, 2000) para establecer un esquema de las concepciones de los niños. Estas investigaciones han considerado la comprensión descriptiva de los fenómenos con el mismo enfoque epistemológico que en este estudio que se presenta, por lo que son adecuadas para tomarlas como referencia (para flotación: Denticini et al., 1984; Howe et al., 1990 y Havu-Nuutinen, 2000, 2005; para seres vivos: Zogza y Papamichael, 2000). Sin embargo, las respuestas de los niños en este estudio no correspondieron exactamente con los esquemas de estas investigaciones, de tal forma que se elaboró una nueva categorización y los esquemas finales se establecieron en correspondencia al punto de vista del modelo científico precursor correspondiente. En el caso de flotación los códigos fueron revisados y discutidos con la Dra. Havu-Nuutinen (profesora de ciencias), la Dra. Marina Castells y el Prof. Josep María Cerveró (físicos) y en el caso de seres vivos con la Dra. Havu-Nuutinen y la Dra. Adriana Gómez (bióloga). El principal objetivo de esta categorización fue la descripción y comparación de los cambios en las concepciones de los niños a partir de las teorías del cambio conceptual, particularmente las de Thagard (1992) y Chi et al. (1994).

➤ **Interacciones verbales**

El análisis de las interacciones verbales se llevó a cabo a partir del material grabado en vídeo durante la fase de interacción del proceso de instrucción. Las transcripciones se realizaron considerando las interacciones verbales y el análisis se basó en las conversaciones entre los niños y la docente. En este análisis no se tomaron en consideración ni la estructura de las conversaciones, ni las formas de expresión, ni la cantidad de expresiones, ya que el objetivo de esta parte del estudio fue comprender los contenidos de las discusiones que pueden promover el proceso de cambio conceptual. Durante la codificación inicial se identificaron todas las posibles interacciones que describieran los contenidos de las discusiones. Posteriormente los códigos se agruparon en familias para construir las tipologías de las discusiones de acuerdo a su naturaleza, dando lugar a cuatro diferentes tipos de conversaciones. El contenido de las discusiones en cada tipología varió y estas sub-categorías indican en detalle el progreso de las

discusiones y sus diferentes características durante el proceso de instrucción. Las conversaciones se categorizaron de la siguiente manera:

Conversaciones conceptuales: Diálogos en los que se discuten los factores que afectan el fenómeno de flotación; discusiones acerca de las características de los seres vivos y sus propiedades biológicas y de las diferencias entre los seres vivos y no vivos.

Conversaciones procedimentales: Diálogos en los que se discuten los aspectos prácticos, de supervisión y regulación de las actividades.

Conversaciones afectivo-motivacionales y metacognitivas: Diálogos en los que se expresan sentimientos afectivos, de motivación e interés en las actividades y de reflexión en el aprendizaje.

Conversaciones acerca de aspectos de la vida cotidiana: Expresiones que no involucran ningún aspecto relacionado con las actividades.

Esta categorización ha considerado las aportaciones de otras investigaciones (Fleer, 1995; Havu-Nuutinen, 2000; Mason, 1996) que han examinado los diálogos en la clase y, a través de esta categorización se buscó establecer la naturaleza de las conversaciones.

3.4. La fiabilidad de la investigación

Considerando que la perspectiva metodológica utilizada en ese estudio ha sido la cualitativa, en las siguientes secciones se describe cómo se ha establecido la fiabilidad de la investigación.

La metodología cualitativa establece el valor de verdad a través de la *credibilidad*, la aplicabilidad a través de la *transferibilidad*, la consistencia a través de la *dependencia* y la neutralidad a través de la *confirmabilidad* (Denzin y Lincoln, 1994; Guba y Lincoln, 1994). La Tabla 10 recoge los criterios regulativos de la metodología cualitativa y sus correspondientes estrategias.

Tabla 10. Criterios de rigor de las metodologías cuantitativa y cualitativa.

Criterios	Metodología cualitativa
Valor de verdad Isomorfismo entre los datos recogidos y la realidad	Credibilidad (paralela a la validez interna)
Aplicabilidad Posibilidad de aplicar los descubrimientos a otros contextos	Transferibilidad (paralela a la validez externa)
Consistencia Grado en que se repetirían los resultados de volver a replicarse la investigación	Dependencia (paralela a la fiabilidad)
Neutralidad Seguridad de que los resultados no están sesgados	Confirmabilidad (paralela a la objetividad)

Adaptada de Lincoln y Guba, 1985 (ampliada de Latorre y otros, 1996).

El objetivo de la *credibilidad* es demostrar que la investigación se ha realizado de forma pertinente, garantizando que el tema se ha identificado y descrito con exactitud. Para garantizar la credibilidad se utilizan estrategias como: observación persistente, el trabajo prolongado en el sitio en que el estudio se desarrolla, triangulación, juicio crítico de colegas, recogida de material referencial (videos), comprobaciones con los participantes. Para garantizar la credibilidad de este estudio se utilizaron la siguientes estrategias:

- a) Observación persistente y trabajo prolongado en el sitio en que el estudio se llevó a cabo. La investigadora permaneció y tomó parte activa del proceso durante tres ciclos escolares (2003-2004; 2004-2005; 2005-2006).

- b) Triangulación de perspectivas teóricas en las que se utilizaron dos teorías acerca del cambio conceptual para evaluar el aprendizaje de los niños.
- c) Juicio crítico de colegas, que consistió en someter a ‘juicio crítico’ de otros colegas e investigadores el conocimiento y las interpretaciones que se obtenían, y afrontar cualquier cuestión que pudiera plantearse.
- d) Recogida de material referencial a través de videos cuyos datos han sido recogidos en un auténtico escenario de educación infantil.

La *transferibilidad* se refiere a la medida en que las conclusiones de un estudio pueden aplicarse a otros estudios, a la posibilidad de aplicar los descubrimientos en otros contextos. Sin embargo, la transferibilidad de un estudio a otro depende más del investigador que realizará la transferencia que del investigador original. Las estrategias que permiten llevar a cabo la transferibilidad son: muestreo teórico, descripciones densas, recogida de abundante información. En este estudio se utilizaron las siguientes estrategias:

- a) Recogida de abundante información que se llevó a cabo a través de las videograbaciones y durante un tiempo prolongado, lo que permitió revisar una y otra vez la información contenida en ella. Por otra parte, la presencia de la investigadora como parte activa del proceso le permitió recabar aún más información.
- b) Descripciones densas que se realizaron a partir de análisis de los videos de todas las sesiones de clase, las cuales permiten establecer correspondencia con otros contextos posibles.

La *dependencia* de la investigación se refiere al grado en que se repetirían los resultados de volver a replicarse la investigación y es una limitación en cualquier estudio cualitativo, dado que es imposible replicar la gente, los lugares y los acontecimientos de un estudio cualitativo. Para garantizar la dependencia se utilizan estrategias como: establecer pistas de revisión (identificación del estatus y papel del investigador, descripciones minuciosas de los informantes, identificación y descripción de las técnicas de análisis y obtención de la información, delimitación del contexto físico, social e interpersonal), auditoría de dependencia, réplica paso a paso, métodos solapados. En este estudio se utilizaron las siguientes estrategias:

- a) Pistas de revisión en las que las fuentes de datos, los procesos de análisis y los esquemas de codificación pueden replicarse.
- b) Auditoría de dependencia en la que el proceso de control seguido por la investigadora fue examinado por investigadores externos que determinaron si los procesos de investigación seguidos fueron aceptables.
- c) Réplica paso a paso que consistió en la revisión de los procedimientos seguidos con las circunstancias concretas que rodearon el contexto y los fenómenos estudiados.

La *confirmabilidad* consiste en confirmar la información, la interpretación de los significados y la generación de conclusiones. Para garantizar la confirmabilidad se utilizan estrategias como: auditoría de confirmabilidad, descriptores de baja inferencia, comprobaciones con los participantes, recogida de datos mecánica, triangulación, ejercicio de reflexión. En nuestro estudio utilizamos básicamente la estrategia de ejercicio de reflexión dando a conocer explícitamente los supuestos epistemológicos subyacentes que llevaron a la investigadora a plantear y orientar la investigación, cuyas fases metodológicas se han descrito en detalle.

