



**La actividad imaginativa en ciencias: construyendo modelos mentales referentes al
fenómeno día-noche en la Educación Básica Primaria**

Carolina Flórez Aguirre

Tesis doctoral presentada para optar al título de Doctora en Educación

Asesora

Sonia Yaneth López Ríos, Doctora (PhD) en Educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Doctorado en Educación
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Flórez Aguirre, C., 2022)
Referencia	Flórez Aguirre, C. (2022). <i>La actividad imaginativa en ciencias: construyendo modelos mentales referentes al fenómeno día-noche en la Educación Básica Primaria</i> [Tesis doctoral]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Doctorado en Educación, Cohorte XV.

Grupo de Investigación Perspectivas de Investigación en Educación en Ciencias (PiEnCias).

Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).

Corrector de normas APA: Santiago Molina Roldán



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Wilson Bolívar Buriticá.

Jefe departamento: Ruth Elena Quiroz Posada.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi madre que con su espíritu de superación y tenacidad siempre ha sido inspiradora; a la niñez de rostros luminosos y a todos aquellos que dejaron chispas para pintar este camino.

Agradecimientos

A Sonia López, directora de tesis que con su calidad humana y académica guio este trabajo.

A la Universidad de Antioquia, a la Universidad de Santiago de Chile, a SAPIENCIA.

Tabla de contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1 Planteamiento del problema	15
1.1 Contexto	15
1.2 Revisión de literatura	23
1.2.1. Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria.25	
1.2.1.1 Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria en Colombia.....	26
1.2.1.2 Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria en el ámbito internacional	34
1.2.1.3. Algunas consideraciones generales acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales en los niveles iniciales.	42
1.2.2 La Educación Preescolar y Básica Primaria desde la perspectiva de la imaginación....	48
1.2.3 Papel de la imaginación en los procesos de construcción de conocimiento científico ..	54
1.2.4 Modelos mentales y enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria.....	62
2 Objetivos	70
2.1 Objetivo general	70
2.2 Objetivos específicos.....	70
3 Marco teórico	71
3.1 Imaginación, educación y tipos de comprensión o pensamiento	71
3.1.1 La imaginación en el contexto educativo.....	72
3.1.2 Tipos de comprensión e instrumentos intelectuales; pensamiento y lenguaje.....	74
3.1.3 Consecuencias de los tipos de comprensión para la enseñanza y el currículo.....	79
3.2 Imaginación creadora y realidad	83

3.2.1 Mecanismo de la Imaginación Creadora.....	85
3.2.2 Tipos de Imaginación Creadora	89
3.3 Modelos Mentales	92
3.4 Enseñanza de las Ciencias Naturales en las etapas escolares iniciales	99
4 Metodología	106
4.1 Paradigma y tipo de estudio	106
4.2 Contexto y participantes.....	107
4.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	108
4.4 Estrategias y actividades de la intervención.....	110
4.5 Técnicas y procedimientos para el análisis de la información	113
4.6 Consideraciones éticas	114
5 Resultados, análisis y discusión	116
5.1 Categorías y subcategorías	116
5.2 Triangulación de la información	118
5.3. Análisis de los casos.....	120
5.3.1 Estudiante 1: Julián.....	120
5.3.1.1 Primera categoría: Relación entre percepción y primitivos conceptuales.....	123
5.3.1.1.1 Experiencia directa.....	123
5.3.1.1.2 Experiencia indirecta.....	124
5.3.1.2 Segunda categoría: Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa.....	126
5.3.1.2.1 Disociación.....	126
5.3.1.2.2 Modificación.....	126
5.3.1.2.3 Asociación.....	127
5.3.1.2.4 Ajuste al sistema.....	128

5.3.1.3 Tercera categoría: Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa.	129
5.3.2 Estudiante 2: Sara	135
5.3.2.1 Primera categoría: Relación entre percepción y primitivos conceptuales.....	138
5.3.2.1.1 Experiencia directa.	138
5.3.2.1.2 Experiencia indirecta.....	138
5.3.2.2 Segunda categoría: Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa	140
5.3.2.2.1 Disociación.....	140
5.3.2.2.2 Modificación.	140
5.3.2.2.3 Asociación.....	143
5.3.2.2.4 Ajuste al sistema.....	145
5.3.2.3 Tercera categoría: Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa.	146
5.3.3 Estudiante 3: Mateo	152
5.3.3.1 Primera categoría: Relación entre percepción y primitivos conceptuales.....	155
5.3.3.1.1 Experiencia directa.....	155
5.3.3.1.2 Experiencia indirecta.....	155
5.3.3.2 Segunda Categoría: Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa.....	157
5.3.3.2.1 Disociación.....	158
5.3.3.2.2 Modificación.	158
5.3.3.2.3 Asociación.....	160
5.3.3.2.4 Ajuste al sistema.....	161
5.3.3.3 Tercera categoría: Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa.	162
5.3.4 Relación entre percepción y primitivos conceptuales: Influencia de la experiencia directa y del contexto indirecto.....	168

5.3.5 Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa: Capacidad de modificar sus ideas en el proceso de la imaginación creadora	169
5.3.6 Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa: Maneras de representar la explicación de los fenómenos.....	170
6 Conclusiones	171
6.1 Vacíos encontrados en la literatura	174
6.2 Algunas limitaciones identificadas en el desarrollo de la intervención	175
6.3 Aportes de la investigación	175
6.4 Perspectivas abiertas para futuras investigaciones	176
Referencias	177

Lista de tablas

Tabla 1 Revistas consultadas.....	25
Tabla 2 Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, Colombia.....	28
Tabla 3 Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, ámbito internacional	36
Tabla 4 Enseñanza de las Ciencia Naturales	44
Tabla 5 Imaginación en la Educación Preescolar y en la Educación Básica Primaria.....	50
Tabla 6 Imaginación, conocimiento y conocimiento científico	56
Tabla 7 Modelos mentales y Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria.....	66
Tabla 8 Características de los modelos mentales	95
Tabla 9 Sesiones de la intervención	112
Tabla 10 Lista de categorías y subcategorías de análisis	114
Tabla 11 Descripción de las subcategorías de análisis.....	117
Tabla 12 Matriz metodológica	119
Tabla 13 Actividades fuente de información para cada subcategoría de análisis	120
Tabla 14 Operadores semánticos, categorías y subcategoría (Estudiante 1).....	121
Tabla 15 Operadores semánticos, categorías y subcategorías (Estudiante 2)	136
Tabla 16 Operadores semánticos, categorías y subcategorías (Estudiante 3)	153
Tabla 17 Conclusiones globales del análisis de los casos	167

Lista de figuras

Figura 1 Tipos de comprensión.....	78
Figura 2 ZDP y tipos de comprensión.....	80
Figura 3 Realidad-experiencia-imaginación	84
Figura 4 Formas de ligar la imaginación con la realidad	85
Figura 5 Mecanismo de la Imaginación Creadora	89
Figura 6 Imágenes esquemáticas.....	91
Figura 7 Teoría de los Modelos Mentales.....	97
Figura 8 Imaginación creadora, tipos de pensamiento y modelos mentales.....	98
Figura 9 Articulación de los referentes teóricos	105
Figura 10 Formas de organizar e interpretar los datos cualitativos	113
Figura 11 Elementos contextuales (Estudiante 1).....	123
Figura 12 Tamaños de los astros: Sol, tierra, luna (Estudiante 1).....	125
Figura 13 Tamaño de los astros (Estudiante 1).....	127
Figura 14 Traslación de la luna, momento intermedio (Estudiante 1).....	130
Figura 15 Traslación de la luna, momento final (Estudiante 1).....	131
Figura 16 Traslación del sol y la luna (Estudiante 1).....	131
Figura 17 Rotación de la tierra (Estudiante 1)	132
Figura 18 Nubes durante el día (Estudiante 1).....	132
Figura 19 Representación de los astros (Estudiante 1)	133
Figura 20 Características del sol y la luna (Estudiante 2).....	139
Figura 21 Movimientos del sol y la luna para hacerse de día y de noche (Estudiante 2)	141
Figura 22 Forma cambiante de la luna (Estudiante 2)	142
Figura 23 Representación de astros mediante objetos (Estudiante 2).....	143

Figura 24 Elementos que acompañan al sol y la luna (Estudiante 2).....	144
Figura 25 Representación de la tierra, la luna y el sol (Estudiante 2).....	147
Figura 26 Posición relativa de los tres astros (Estudiante 2)	148
Figura 27 Representación gráfica del sol (Estudiante 2)	148
Figura 28 Representaciones iniciales para los astros y el día y la noche (Estudiante 2)	152
Figura 29 Representaciones finales para los astros y el día y la noche (Estudiante 2).....	152
Figura 30 Formas de los astros (Estudiante 3).....	156
Figura 31 Tamaño del sol en el día (Estudiante 3).....	156
Figura 32 Tierra esférica y plana (Estudiante 3).....	157
Figura 33 Representación inicial de los astros (Estudiante 3)	159
Figura 34 Representación final de los astros (Estudiante 3).....	159
Figura 35 Elementos animistas en el sol y la luna (Estudiante 3).....	163
Figura 36 Movimiento de los astros (Estudiante 3)	166

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal analizar las relaciones de carácter teórico-práctico que pueden establecerse entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales sobre el fenómeno día-noche en niños de la Educación Básica Primaria. En este sentido, se realizó un estudio de caso colectivo con estudiantes del grado segundo de una escuela rural de Rionegro, Antioquia, Colombia; se aplicaron técnicas como la entrevista semi-estructurada y la observación participante; y se llevó a cabo una intervención de 12 sesiones en las que se brindaron elementos que aportaron a la construcción de los modelos mentales por parte de los estudiantes. Toda la información fue analizada y clasificada en categorías establecidas a partir de referentes teóricos como Vygotsky (2003), Johnson-Laird (1983) y Egan (1994, 2018). Como principales resultados, se encontró que los modelos mentales elaborados por los estudiantes están ligados a su experiencia directa y contexto, y que el paso a las explicaciones formales es gradual; ya que la adquisición de instrumentos cognitivos necesarios para ese tránsito, también lo es. Además, pudo identificarse que los estudiantes formulan explicaciones funcionales desde su experiencia directa, las cuales son enriquecidas por la experiencia indirecta en la medida en que se torna significativa para ellos. Se concluye que entre la actividad imaginativa y los modelos mentales pueden establecerse relaciones teórico-prácticas que tienen que ver con los procesos internos que llevan a cabo los estudiantes para la formulación de explicaciones acerca de los fenómenos, pero también con la exteriorización de los mismos.

Palabras clave: imaginación, modelos mentales, tipos de pensamiento, educación básica primaria, fenómeno día-noche.

Abstract

The main objective of this research is to analyze the theoretical-practical relationships that can be established between the process of imaginative activity and the construction of mental models on the day-night phenomenon in children of elementary school. In this sense, a collective case study was carried out with second grade students from a rural school in Rionegro, Antioquia; techniques such as semi-structured interview and participant observation were applied; and an intervention of 12 sessions was carried out in which elements were provided that contributed to the construction of mental models by students. All the information was analyzed and classified into categories established from theoretical referents such as Vygotsky (2003), Johnson-Laird (1983) and Egan (1994, 2018). As main results, it was found that the mental models developed by the students are linked to their direct experience and context, and that the transition to formal explanations is gradual; since the acquisition of cognitive instruments necessary for this transit, is also. In addition, it was possible to identify that the students formulate functional explanations from their direct experience, which are enriched by indirect experience to the extent that it becomes significant for them. It is concluded that theoretical-practical relationships can be established between imaginative activity and mental models that have to do with the internal processes carried out by students to formulate explanations about phenomena, but also with their externalization.

Keywords: imagination, mental models, types of thinking, elementary school, day-night phenomenon

Introducción

El presente trabajo surge del interés personal por identificar las causas por las cuales el nivel de motivación de los estudiantes que ingresan a la Educación Básica Primaria disminuya de modo general y de manera específica frente al aprendizaje de las Ciencias Naturales. Con esta idea inicial, se realizó la revisión de literatura, que permitió direccionar el trabajo hacia las relaciones entre la actividad imaginativa y la generación de modelos mentales específicamente para el fenómeno día-noche en estudiantes de este nivel.

Teniendo en cuenta que la revisión de literatura no arrojó hallazgos que integran la imaginación creadora, los modelos mentales y la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en Educación Básica Primaria, se plantea como objetivo general analizar las relaciones teórico-prácticas que pueden establecerse entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales sobre el fenómeno día-noche, con la finalidad de realizar aportes en esta dirección que permitan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales para el contexto en cuestión.

Profundizar en las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria resulta de notable interés a nivel personal, toda vez que es uno de los campos en los que me desenvuelvo. Enseñar ciencias a niños me ha llevado a plantear cuestiones acerca de sus vivencias en la escuela, de sus maneras de pensar y cómo dichos aspectos repercuten en su motivación hacia el aprendizaje y en la manera en que los profesores abordamos la enseñanza. Autores como Baena (2004), Espinosa (2017), Furman (2008, 2012, 2016), Spektor et al. (2013), Vosniadou (1994) Anacona et al. (2015), Roncancio (2012), Rey y Candela (2013), Zea y Hernández (2015), Flotts et al. (2016), entre otros, plantean la importancia de tener en cuenta los procesos de los niños a la hora de diseñar estrategias de enseñanza; por consiguiente, la imaginación creadora cobra un lugar importante para este propósito y en particular en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que posee una carácter natural y espontáneo en dicha población (Vygotsky, 2003; Egan, 1994, 2018).

Conocer más a fondo las relaciones entre imaginación y ciencia, permite la generación de aportes de carácter teórico y práctico al campo de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales; en este caso se incluye, además, el uso de modelos mentales, los cuales potencian la

comprensión en este campo de conocimiento (Moreira, 1996; Johnson-Laird, 1983, 1998, 2010; Rodríguez, 2008).

El hecho que los docentes de Ciencias Naturales de la Educación Básica Primaria posean herramientas para comprender la manera en que sus estudiantes elaboran explicaciones acerca de los fenómenos de las ciencias, permite tener elementos para diseñar estrategias de enseñanza, que pongan en consideración los procesos internos de los estudiantes a la hora de plantear estrategias que repercutan en aprendizajes significativos; lo cual se convierte en un recurso potente que adquiere especial relevancia desde la teoría y la práctica que puede ser encontrado en esta investigación.

De otro lado, en cuanto a la metodología, el trabajo se enmarca en el paradigma cualitativo; en este sentido, se realizó un estudio de caso colectivo, en el que fueron utilizadas técnicas como la entrevista y la observación; también se llevó a cabo una intervención de 12 sesiones. La información resultante, se categorizó atendiendo de manera principal a referentes teóricos como Vygotsky (2003), Johnson-Laird (1983) y Egan (1994, 2018).

En este orden de ideas, se plantea una estructura del trabajo compuesta de seis capítulos. En el primero se describe el planteamiento del problema donde se pone en evidencia la importancia de generar estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales que sean cercanas a los niños y tengan en cuenta a la imaginación creadora ligada a los modelos mentales. En el segundo capítulo se plantean los objetivos de la investigación; en el tercer capítulo se presenta el marco teórico, el cual se compone de referentes teóricos y autores que dan sustento a la investigación. En el cuarto capítulo se expone el diseño metodológico, en el que se especifica el paradigma, tipo de estudio, participantes, técnicas e instrumentos para la recolección de la información, entre otros aspectos del estudio realizado. En el quinto capítulo se presentan los resultados y se lleva a cabo el análisis y la discusión, en este se describe de manera analítica la información de cada caso, planteando algunas conclusiones referentes a los mismos. En el sexto capítulo se enuncian las conclusiones generales del trabajo, exponiendo los vacíos encontrados en la literatura, algunas limitaciones en el desarrollo de la intervención, los aportes de la investigación y las perspectivas abiertas. Finalmente, se presentan las sesiones de la intervención en el Anexo 1¹.

¹ Este se encuentra en un documento aparte.

1 Planteamiento del problema

Felipe era un niño al que no le gustaba ir a la escuela. Cuando estaba en el jardín, disfrutaba de los juegos, los cuentos y de compartir con sus compañeritos. Pasó a la primaria y todo cambió, un mar de complejidades; la voz de la profesora diciéndole que se apresurara que iba a borrar el tablero, que se iba a retrasar; ya no había tantos juegos e historias y parecía que la silla tuviera que volverse parte de su cuerpo.

Felipe y todos los “Felipes” que entran a la escuela primaria fueron la motivación principal para la realización de este estudio

Carolina Flórez Aguirre

1.1 Contexto

La educación en los distintos niveles escolares tiene sus matices, diferencias que establecen unas maneras de pensar la enseñanza y el aprendizaje atendiendo al contexto, la edad con los diversos procesos que esta implica, las políticas y a asuntos curriculares, que hacen del acto educativo un espacio de movimiento constante que se corresponde con la sociedad en la que está implícito.

En edades preescolares los niños muestran una alta motivación hacia el estudio, pero cuando llegan a la escuela, se encuentran con una realidad desalentadora: su universo de seres fantásticos cambia a otro formal, de conceptos y normas, de mayor rigidez, en el que sus explicaciones son opacadas por las del adulto, presentándose una interacción centrada en el adulto. En ese proceso de normalización escolar al que es sometido el niño, se observa una pérdida de su espíritu explorador, imaginativo, fantasioso y sensible, aspectos que se hacen evidentes en sus relatos y explicaciones de la cotidianidad, generando conocimiento, dando sentido a su vida y siendo precursores de universos formales, contrario de lo que podría considerarse (Baena, 2004; Egan, 1994). En ese sentido, se considera que “la educación es ante todo un proceso valioso de imaginación, de construcción y de deconstrucción de posibilidades. Y la infancia está en la base de dicho proceso” (Espinosa, 2017, p. 35). Por tanto, es necesario mover el centro desde el que se piensa la enseñanza y el aprendizaje en este nivel escolar y lograr un equilibrio entre el pensamiento adulto y el de los niños.

La concepción que se tiene de los niños y de su manera de aprender, influye en el modo en que se les enseña; cuando estos son percibidos como exploradores y constructores de sus aprendizajes, se hace necesario la generación de ambientes escolares que estimulen y despierten la curiosidad y la actitud hacia la investigación, potenciando la capacidad de observar, hacerse

preguntas, cuestionar, manipular, experimentar y reflexionar, en un ambiente de interacción (Espinosa, 2017).

En la Educación Básica Primaria es fundamental tener en cuenta la voz de los niños, sus necesidades, visiones y maneras de afrontar los nuevos aprendizajes. Dar valor a sus aspiraciones relacionadas con la escuela se hace indispensable para que sus construcciones sean más orgánicas (Baena, 2004; Spektor-Levy et al., 2013). Atender a los intereses de los estudiantes permite que los asuntos que les motivan se conviertan en una fuente de investigación para generar aprendizajes (Anaconda et al., 2015; Roncancio, 2012; Rey y Candela, 2013; Zea y Hernández, 2015). En este mismo sentido, Vygotsky (2003) afirma que “la verdadera educación consiste en despertar en el niño aquello que tiene ya en sí, ayudarlo a fomentarlo y orientar su desarrollo en una dirección determinada” (p. 25).

Se espera que la Educación Básica Primaria esté centrada en el desarrollo de procesos que permitan una construcción de conocimiento por parte de los estudiantes, los que a su vez deben estar en la capacidad de transferirlo a otros contextos siendo creativos y activos. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (citado en Anaconda et al., 2015), se debe potenciar el desarrollo del niño mediante el juego, la exploración del medio, la imaginación, la creación, diferentes expresiones artísticas, y la literatura, entre otros elementos que son afines a sus intereses y características; y no limitarse a enseñar contenidos temáticos.

Lo anterior también aplica para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, las cuales han adquirido relevancia en los últimos tiempos; pudiéndose evidenciar en la serie de estudios comparativos para América Latina realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). Dichos estudios buscan presentar un diagnóstico de los niveles de aprendizaje de la región y, además, aportar elementos para la formulación de políticas públicas que apunten a la mejora de dichos aprendizajes. En este caso se toma como referente el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE), realizado por Flotts et al. (2016).

Una de las cuestiones que se plantea como relevante en la Educación en Ciencias, tiene que ver con que estas proveen herramientas para comprender el entorno y transformarlo, desde una perspectiva crítica y ética; al mismo tiempo, permiten el desarrollo de la capacidad de adaptación a situaciones diversas, habilidades sociales, resolución de problemas no habituales, autogestión, autodesarrollo y pensamiento sistémico. Además, promueven la necesidad de desarrollar

habilidades del lenguaje escrito, oral y matemático, para poder comunicarse en el contexto científico (MEN, 2004; Harlen, 2010, citado en Flotts et al., 2016).

En esta misma dirección, Rodríguez y cols. (2011, citados en Flotts et al., 2016, p. 13) plantean que “educar en ciencias implica enseñar a ‘pensar’, ‘hacer’ y ‘hablar’ o a ‘comunicar’ sobre los sucesos del mundo natural”, lo que contribuye a la toma de decisiones informadas. Las ciencias deben permitir una relación cercana del estudiante con el entorno, en la que este pueda tomar parte convirtiéndolas en una herramienta para la comprensión del mismo y del buen vivir. Pese a ello, el sistema educativo colombiano con sus limitantes, así como algunas situaciones contextuales, hace que dicha tarea sea de complejo alcance; lo que sugiere la necesidad de reflexionar y llevar a cabo acciones que contribuyan a la construcción de espacios que favorezcan los procesos de aprendizaje de este campo de conocimiento.

Otro asunto que compete a la Educación en Ciencias, es que no puede abstraerse de las problemáticas que se presentan en la interacción entre los mundos social y natural; pues uno de sus grandes desafíos es hacer que el conocimiento científico permita contextualizar y abordar la realidad de manera transversal e interdisciplinar. Al contrario de lo que está instaurado en el imaginario colectivo, la ciencia es una práctica humana que implica diálogo, discusión, trabajo en equipo, realizarse y realizar preguntas, solución de problemas, debate, entre otros asuntos, que deben ser tenidos en cuenta en la formación a nivel escolar (Flotts et al., 2016; MEN, 2004). En este sentido es necesario:

Desarrollar una actitud comprensiva de los problemas globales, utilizando la ciencia como un referente de conocimiento, en el cual los conceptos se articulan con lo ético y lo estético (lo bello de aprender), facilitando nuevos lenguajes para aprender a pensar el mundo y sus conflictos, un ciudadano que desarrolle el gusto por el pensamiento científico, reflexionando su propia experiencia de contribuir a las transformaciones de una sociedad injusta, en fin, recrear la ciencia y la tecnología, entendiéndola como una estrategia propicia para la convivencia, la participación y la educación valórica. (Macedo y cols., citados en Flotts et al., 2016, p. 14)

En este sentido, en el documento *Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en Ciencias Naturales* (MEN, 2016), se plantea una propuesta hacia una formación integral la cual considera

los valores, conocimientos e ideas previas que obedecen a un contexto socio-cultural; teniendo presente que tomar en cuenta esos elementos es de relevancia para los aprendizajes posteriores. Desde la escuela la ciencia debe ser reconocida como una actividad incluyente, en la que los estudiantes sientan que pueden aportar conocimiento de manera activa, asunto que genera motivación, estimula el aprendizaje y permite que estos adquieran un conocimiento básico de las Ciencias Naturales (Harlen, 2010, citado en Flotts et al., 2016).

Es importante tener presente que la educación científica en la escuela no pretende formar científicos, sino, alfabetizar en ciencias (Furman, 2008). Para ello es necesario comprender ciertas características de la ciencia como que es provisional, posee una base empírica, un carácter subjetivo, implica la inferencia, la imaginación y la creatividad y, además, guarda una estrecha relación con la sociedad y la cultura (Flotts et al., 2016).

Algunas de las habilidades específicas que permite desarrollar la Educación en Ciencias tienen que ver con la investigación, y en este sentido, con clasificar, comunicar, diseñar, formular hipótesis y preguntas, experimentar, representar, observar, predecir, recolectar, analizar e interpretar datos, así como evaluar resultados (MEN, 2004; Flotts et al., 2016). Por consiguiente, es preciso que los estudiantes se involucren en experimentos, actividades e investigaciones, teniendo como base la indagación científica. Sin embargo, lo que suele suceder en las aulas es diferente; pues priman los procesos memorísticos y de reproducción (Bybee, citado en Flotts et al., 2016).

Las consideraciones previamente presentadas ponen de manifiesto puntos de encuentro entre lo que plantean el MEN y la UNESCO respecto a la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales; dando prelación al trabajo en habilidades científicas que permitan -entre otros asuntos- el desarrollo de la imaginación, el pensamiento crítico, la comunicación y el hacer, sobre el mundo natural y social.

En consonancia con lo anterior, se pone en evidencia en la escuela primaria la necesidad del uso de la experiencia, los sentidos, la intuición, la analogía y aquellas formas que tengan que ver con el contexto y que son cercanas a las cosmovisiones de los niños (Egan, 1994). Y en este sentido, se pretende desde esta investigación dar valor a la actividad imaginativa como experiencia personal inherente al ser humano, que es de carácter espontáneo y natural en dicha población (Vygotsky, 2003). Esta actividad se constituye en una herramienta potente para la enseñanza, poniendo en evidencia que el conocimiento puede estar más cercano a los intereses y al mundo de

los niños. Pese a lo anterior, la Educación Básica Primaria se enmarca de manera significativa en lo tradicional, sin dar cabida a aspectos motivadores y generadores de aprendizajes que estén acorde a las necesidades de los estudiantes (Roncancio, 2012).

Los planteamientos expuestos representan grandes desafíos para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria. Uno de ellos es plantear, no solo en lo escrito sino en lo práctico, las estrategias de enseñanza considerando los aportes que realizan los estudiantes. “Si prestamos atención al modo de aprender de los niños en su vida diaria fuera de la escuela, podremos imaginar formas de organizar el currículum que favorezcan el aprendizaje en la escuela” (Egan, 1994, p. 139); este autor hace énfasis en la importancia del uso de la imaginación en el ámbito educativo, incluyendo las Ciencias Naturales.

Su propuesta es alternativa a un modelo tecnificado basado en principios que parecieran inamovibles según los cuales el niño aprende de lo concreto a lo abstracto, va de lo conocido a lo desconocido, de lo sencillo a lo complejo y de la manipulación activa a la conceptualización simbólica. Estos principios ad hoc son aceptados y generalizados para la enseñanza a los niños, y, si bien pueden dar resultados en ciertos casos, no los abarcan todos, haciéndose necesario contemplar alternativas que sean más cercanas a la actividad del niño.

Egan (1994) da a la imaginación un carácter de capacidad intelectual, que por tanto puede desarrollarse y relacionarse incluso con la lógica, generando a su vez significados para explicar la realidad. La sugiere como una herramienta conceptual potente y con usos educativos, como un campo de creación que permite niveles de abstracción profundos y rigurosos; es decir, se pueden realizar planteamientos consistentes y coherentes a partir de ella, sin ser laxos o superficiales como puede llegar a sugerirse.

Por su parte, Vygotsky (2003) plantea que la imaginación es la base de la creación y se manifiesta en el arte y la técnica, pero también en la ciencia. Considera que todo lo que nos rodea, exceptuando la naturaleza, ha sido creado por el ser humano siendo producto de su imaginación. Desde esta perspectiva, la imaginación creadora juega un papel importante en la generación de conocimiento científico.

Dentro del rastreo bibliográfico referente a trabajos relacionados con la imaginación y la enseñanza en las etapas iniciales, se resalta que la imaginación permite ir más allá de lo que se percibe con los sentidos, generando una aproximación entre estos y el pensamiento; es una facultad

creadora que involucra el intelecto, el afecto y el inconsciente (Kant; Hume; Ribot, citados en Suárez, 2009).

En esta misma línea, Franco et al. (2009) señalan que la imaginación hace que los niños sean más abiertos, creativos y receptivos, pues les permite explorar mundos nuevos y enriquecedores para ellos y desarrollar su potencial en distintas áreas, creando nuevas realidades y posibilidades a partir de las ya conocidas (De Prado, citado en Franco et al., 2009).

En este sentido, se han obtenido evidencias de que la capacidad creadora tiene su base en la imaginación, por lo que es importante facilitar al niño la expresión de esta capacidad imaginativa mediante el desarrollo de actividades encaminadas a que éste pueda jugar libremente con ella para realizar creaciones únicas e irrepetibles (Franco et al. 2009, p. 55).

La imaginación puede aprovecharse para la enseñanza de todas las áreas y en todos los niveles escolares (Egan, 1994; Franco et al., 2009); no obstante, a partir de la revisión bibliográfica de trabajos relacionados con la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, pudo observarse que no se aborda la imaginación de manera explícita. Por tanto, explorar el potencial allí presente es imperativo, así como otorgar la importancia que merece para no dejar el asunto de lado como ha sucedido usualmente por el afán de atender a las demandas del sistema educativo, que en muchas ocasiones dan prevalencia a la cantidad y no a la calidad de los aprendizajes.

Respecto a la revisión de literatura relacionada concretamente con la imaginación en la enseñanza en la Educación Básica Primaria, se encontraron en su mayoría artículos que hacen reflexiones sobre aspectos generales, sin centrarse en aquellos relacionados con la enseñanza de las Ciencias Naturales en este nivel educativo que se constituye en el interés del presente trabajo.

Es importante mencionar que, de 88 unidades de análisis revisadas con relación a la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, 17 pertenecen al contexto colombiano. Del total, solo ocho (Andrade y Martins, 2011; Byrne et al., 2016; Criado et al., 2014; Daza y Moreno, 2010; Gallegos et al., 2013; García et al., 2014; Kallery, 2009; Nudelman, 2015) hacen referencia a la imaginación, pero sin abordar su relación con la ciencia. Estos resultados hacen evidente la pertinencia de establecer lazos explícitos entre la imaginación y la Educación en

Ciencias, aprovechando el potencial de la primera en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Egan, 1994).

En lo que a la enseñanza de la Física se refiere, la revisión de literatura pone de manifiesto que las investigaciones en Educación Básica Primaria son reducidas en comparación con los niveles universitario, básica secundaria y media. Lo que sugiere la necesidad de aportar al campo de la enseñanza de la Física en la educación inicial, ya que es allí donde se dan los primeros acercamientos a la ciencia y en este caso particular, a la Física.

En el caso concreto de Colombia, el MEN dentro de las Mallas de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, primero a quinto de la Educación Básica Primaria (MEN, 2017), propone el conocimiento del entorno vivo y físico; no obstante, este último no es abordado a profundidad. Dentro de las razones se encuentra la falta de preparación, de los docentes para el nivel mencionado, concerniente a los contenidos vinculados al mundo físico (Cordero et al., 2014), por lo que se privilegia el componente biológico dada la familiaridad que el docente presenta con el trabajo del entorno vivo y a la cercanía de este a los niños y su cotidianidad (Rincón y Robledo, 2010); situación que desencadena en un desequilibrio con los componentes químico y físico, y en las pocas investigaciones que existen al respecto. Lo anterior sugiere la necesidad de trabajar en el planteamiento de estrategias que incluyan los aspectos que puedan quedar relegados por el énfasis en la formación del docente o incluso por sus preferencias.

Adicional a lo expuesto, se encontró que uno de los principales problemas a los que se enfrentan las diferentes áreas del conocimiento, dentro de las que se encuentran las Ciencias Naturales y por ende la Física en el primer ciclo de la Educación Básica Primaria, es el énfasis que se da a los procesos de lecto-escritura y numéricos (Egan, 1994); ejerciéndose una presión sobre los docentes para que los niños tengan buenos resultados en las pruebas estandarizadas (Akerson et al., 2010; Poland et al., 2017); asunto que da forma al currículo (Hamilton, citado en Henderson et al., 2015). Este hecho conlleva, además, a que las investigaciones en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales y en concreto de la Física en la Educación Básica Primaria sean muy reducidas.

Esta situación es preocupante ya que pone en evidencia el desequilibrio entre el aprender y el responder a unas demandas del sistema. Del mismo modo, existe un afán por abarcar contenidos a pesar de la falta de recursos y de las restricciones institucionales, olvidando que no se trata únicamente de acumular conocimientos. En este sentido, Kaufman (citado por Ruíz, 2009)

plantea, específicamente para las Ciencias Naturales, que se perpetúa la enseñanza como un cúmulo de conocimientos acabados, objetivos, absolutos y verdaderos; visión que desconoce el desarrollo histórico y epistemológico de este campo de saber, omitiendo los aportes que puedan realizar los actores implicados en los procesos de enseñanza y aprendizaje, como son los docentes y estudiantes. Por lo que es necesario observar las prácticas de enseñanza de las Ciencias Naturales, para identificar la relación de estas con el mundo de los niños y su motivación, lo que puede ser abordado dando un papel relevante a la imaginación (Egan, 1994).

De acuerdo con De Prado (citado en Franco et al., 2009), el uso y la estimulación de la imaginación en los niños contribuye a mejorar su aprendizaje y a estimular su potencial creador. No obstante, si lo que se pretende es identificar el aporte de la imaginación al aprendizaje, considerándola como un proceso que contribuye a la construcción de conocimiento, se hace necesario remitirse a una perspectiva cognitiva que dé cuenta del papel de la imaginación creadora en la construcción de representaciones que permitan la explicación de estados de cosas y fenómenos físicos.

Dichas representaciones, pueden analizarse desde la perspectiva de los modelos mentales, los cuales, según la Ciencia Cognitiva, permiten una mejor comprensión del funcionamiento de la mente, accediendo a lo que las personas tienen en ella mediante construcciones analógicas del mundo; así mismo, reflejan creencias y están ligados a la predicción, la explicación, el control y la observación (Moreira, 1996, Johnson-Laird, 1983).

Los modelos mentales se muestran pertinentes para la enseñanza y aprendizaje de la Física en la Educación Básica Primaria y aunque no pueden explorarse directamente, se recurre a las representaciones de tipo verbal y gráfico, que son formas de expresión que permiten el trabajo con esta población. Autores como Melero (2014) y Rybska et al. (2017), establecen una relación entre los modelos mentales y la imaginación. La primera autora plantea que los elementos básicos de los modelos mentales se organizan y crecen mediante las percepciones, la imaginación y el discurso. Por su parte, en el segundo trabajo se afirma que los modelos mentales son el resultado de la percepción, la imaginación y la comprensión del discurso.

Los planteamientos anteriores representan un gran desafío para la enseñanza y el aprendizaje y, en específico para el caso de las Ciencias Naturales y de la Física; convirtiéndose a su vez en una gran oportunidad para realizar aportes en este campo del conocimiento, el que sin

lugar a dudas guarda una estrecha relación con la imaginación, la cual puede ser explorada desde el contexto de los modelos mentales.

En este orden de consideraciones, esta investigación pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué posibles relaciones de carácter teórico-práctico pueden establecerse entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales sobre el fenómeno día-noche? Las relaciones que se pretenden encontrar desde lo teórico tienen en cuenta las similitudes y dependencias entre conceptos; desde lo práctico, se busca poner de manifiesto relaciones que intervengan en el proceso de construcción de los modelos mentales y su externalización, sin dejar de lado el trasfondo teórico.

En consecuencia, la presente investigación centra su atención en la Educación Básica Primaria, explorando asuntos relacionados con los procesos de la imaginación creadora (Vygotsky, 2003) en el aprendizaje de la Física, a partir de la construcción y externalización de modelos mentales (Johnson-Laird, 1983) por parte de los estudiantes en relación con el fenómeno día-noche.

1.2 Revisión de literatura

Para la revisión de literatura se retomaron elementos metodológicos de la investigación documental planteados por Hoyos (2000). Desde esta perspectiva se pretende conocer lo realizado hasta el momento en un determinado campo de conocimiento y construir sentido a partir del diagnóstico y análisis del material encontrado.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecieron como núcleos temáticos: La Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria, La Educación Preescolar y en la Básica Primaria desde la perspectiva de la imaginación, El papel de la imaginación en los procesos de construcción de conocimiento científico y Los modelos mentales para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria. Estos núcleos hacen referencia a los subtemas que delimitan el asunto en estudio; para este caso, la actividad imaginativa en la construcción de modelos mentales referentes al fenómeno día-noche en la Educación Básica Primaria.

La delimitación anterior, permitió direccionar la búsqueda de las unidades de análisis (artículos, ensayos, tesis), realizada en cuatro idiomas (español, inglés, francés y portugués). Así

mismo, se utilizaron palabras clave como ciencias, enseñanza, educación básica primaria, física, imaginación, entre otras; que se eligieron y clasificaron con relación a cada núcleo; combinándose mediante operadores booleanos para la generación de estrategias de búsqueda.

Se consultaron las bases de datos Dialnet, Doaj, Ebsco, Scopus, Web of Science y Scielo, y todos los números de 29 revistas científicas de diferentes países y de ámbitos como Educación, Enseñanza de las Ciencias, Enseñanza de la Física, Cognición e Infancia, con una delimitación temporal entre los años 2009 y 2018.

A partir de las fuentes se seleccionaron en total 149 unidades de análisis, para las cuales se consideraron factores e indicadores de análisis que dan cuenta de elementos relevantes a distinguir o a ser contemplados en estas. Los factores y sus respectivos indicadores son: la delimitación contextual (población, país), aspectos formales (autor), el asunto investigado (área, asignatura, tema), el enfoque (referentes teóricos, marco teórico, tipo de trabajo) y la metodología (estrategias, fundamento metodológico). No obstante, atendiendo a la información relevante para cada núcleo temático, se pone el énfasis en determinados factores, los cuales junto con los indicadores se consideraron para la organización, análisis e interpretación de la información, que fue tratada mediante el análisis de contenido, entendido como “el conjunto de procedimientos interpretativos de productos comunicativos (mensajes, textos o discursos)” (Piñuel, 2002, p. 2), que pretenden elaborar y procesar los datos de manera comprensiva y fiel, siendo analíticos y críticos (Rapley, 2014).

La **Tabla 1** muestra las revistas consultadas, los ámbitos y el país de publicación.

Tabla 1
Revistas consultadas

Ámbito	Nombre de la revista	País
Educación	Revista Colombiana de Educación	Colombia
	Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación	Colombia
	Praxis y saber, Revista de investigación y pedagogía	Colombia
	Nodos y nudos	Colombia
	Revista iberoamericana de educación	España
Enseñanza de la Física	Latin-American Journal of Physics Education	México
	The Physics Teacher	Estados Unidos
	A física na escola	Brasil
	Revista Brasileira de Ensino de Física	Brasil
	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Brasil
Enseñanza de las Ciencias	Revista colombiana de física	Colombia
	Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias	Colombia
	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	España
	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)	España
	Enseñanza de las ciencias	España
	Journal of Research in Science Teaching	Estados Unidos
	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Brasil
	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias	Argentina
International Journal of Science Education	Reino Unido	
Cognición	Consciousness and Cognition	Estados Unidos
	Cognitive psychology	Estados Unidos
	Trends in cognitive science	Países Bajos
	Cognition	Países Bajos
Infancia	Cognitive development	Países Bajos
	In-fan-cia.	España
	Infancia y Aprendizaje	España
	Infancias Imágenes	Colombia
	Journal of Research in Childhood Education	Estados Unidos
Total	International Journal of Early Years Education	Reino Unido
	29	

A continuación, se describen los principales hallazgos para cada uno de los núcleos temáticos.

1.2.1. Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria

“...todavía hace falta explorar mucho más el tema de la formación científica en los primeros niveles de escolaridad y las estrategias desde lo pedagógico utilizadas para tal fin”

(Roncancio, 2012, p. 12)

Inicialmente se realizó una búsqueda específica para la enseñanza de la Física en la Educación Básica Primaria en Colombia, pero los hallazgos fueron escasos; lo que sugirió ampliar el ámbito de búsqueda a la enseñanza de las Ciencias Naturales en el mismo contexto. Sin embargo,

como se observa en el número de unidades de análisis encontradas (17) (**Tabla 2**), este último también es un campo poco abordado si se compara con el número de publicaciones a nivel de la básica secundaria, la media y universitario; por lo que se amplía al contexto internacional con el objetivo de encontrar un número mayor de trabajos.

La información obtenida para este núcleo temático se divide en tres subnúcleos: *Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria en Colombia*, *Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria en el ámbito internacional* y *Algunas consideraciones generales acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales en los niveles iniciales*. En ellos se pretende observar qué sucede en el contexto colombiano e internacional en cuanto a las investigaciones en enseñanza las Ciencias Naturales-Física en la Educación Básica Primaria, identificando puntos de convergencia y divergencia. Además, se consideraron trabajos relacionados con análisis de currículos, lineamientos, perspectivas de los docentes, teniendo en cuenta que son elementos que aportan al campo de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria. Los trabajos son presentados en las **tablas 2, 3 y 4**, teniendo en cuenta indicadores como autores, país en el que se llevó a cabo la investigación, la población con la que se realizó, estrategias y actividades, tipo de trabajo, fundamento metodológico, marco teórico, el área, la asignatura y/o temática abordada, y su relación con la imaginación.

1.2.1.1 Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria en Colombia. El estado de la enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria es un asunto de interés para el presente trabajo, toda vez que conocer su condición para el ámbito colombiano permite pensar en posibles contribuciones para solventar algunas situaciones que se presentan en este campo relacionadas con las estrategias de enseñanza, el énfasis que se da a algunas asignaturas en comparación con otras, la relevancia que cobran asuntos como rendir en las pruebas estandarizadas, el desarrollo exclusivo de procesos de lecto-escritura y lógico matemáticos, entre otras; estas situaciones ocasionan que se dejen de lado algunos procesos que pueden abordarse desde la enseñanza de las ciencias en etapas iniciales. Estos y otros aspectos son abordados a continuación y son presentados en la **Tabla 2**.

Para este contexto se hallaron 17 unidades de análisis, que en su totalidad son artículos de investigación; en los trabajos implementados, la población oscila entre los 5 y los 14 años de edad

(**Tabla 2**). Además, se encontró que son más numerosos en los grados superiores (tercero, cuarto y quinto), confirmando así lo expresado en algunas investigaciones, al plantear que durante los primeros años escolares hay un énfasis en los procesos de lecto-escritura y de pensamiento numérico; de tal manera que la construcción del conocimiento en las Ciencias Naturales y por tanto en la Física, inicia con más fuerza a partir del grado tercero (Anacona et al., 2015; Rincón, 2009, citado en Rincón y Robledo, 2010). Si bien los procesos mencionados son fundamentales en la escuela y permiten el acceso a las diversas áreas del conocimiento, trabajar de manera puntual en las Ciencias Naturales desde edades tempranas podría generar una mayor apropiación de las mismas en etapas posteriores, además del desarrollo de competencias que permitan una mejor interacción del estudiante con su contexto (Furman, citada en Rey y Candela, 2013).

Tabla 2*Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, Colombia*

Población	Autor(es)	Tipo de trabajo	Fundamento Metodológico	Área-Asignatura/Tema	Estrategias/Actividades	Marco teórico	Relación imaginación
Primaria ²	Ayala, 2010	INV ³	MXT ⁴	Química/Color	Enseñanza por medio de la investigación	ND ⁵	NO
	Flórez et al., 2014	PRY ⁶	CL ⁷	Física/Movimiento de los cuerpos	Entornos de simulación interactiva	ND	NO
	Espinosa et al., 2014	INV	CL	Ciencias Naturales	Indagación y secuencias didácticas con la metodología de Pedraza (2011)	SI	NO
	Rico &Tovar, 2014	PRY	NA	Didáctica de las ciencias	Propuesta de creación de un Centro de Documentación en el Pensamiento Científico, (material audiovisual, espacios, computadores, etc.)	ND	NO
	Rodríguez & Hernández, 2015	REV ⁸	CL	Didáctica de las ciencias	Trabajos prácticos	SI	NO
	Zea & Hernández, 2015	PRY	CL	Medio ambiente. Ser vivo.	Secuencias didácticas, situaciones problémicas, exploraciones en la naturaleza y experimentos	ND	NO
Grados primero y segundo	Roncancio, 2012	REV	CL	Didáctica de las ciencias	Desarrollo de actitudes para la ciencia desde la edad infantil	ND	SI
Grados segundo y tercero	Rey & Candela, 2013	INV	CL	Biología/Ciclo del agua, ecosistemas, babosas, calentamiento global	Enseñanza y aprendizaje a partir del contexto y las experiencias personales	SI	NO
Grado tercero	Borrero & Barros, 2017	INV	CL	Física-Biología/Huesos, movimientos de traslación y rotación de la tierra, sistema respiratorio, tipos de articulación en el cuerpo	Enseñanza a partir de la interdisciplinariedad	SI	NO
	Rojas, 2009	INV	CL	Biología/Gases	Pregunta para la enseñanza de las ciencias	ND	NO

² No se especifica el grado³ INV: Investigación⁴ MXT: Mixto⁵ ND: No desarrolla⁶ PRY: Proyecto⁷ CL: Cualitativo⁸ REV: Revisión de literatura

Grados tercero y cuarto	Rincón & Robledo, 2010	REV	CL	Ciencias Naturales	Unidad didáctica	ND	NO
Grado cuarto	Peña & Cortés, 2013	INV	CL	Biología/Biodiversidad	Unidad didáctica, investigación dirigida	ND	NO
	Torres, 2013	INV	CL	Física/Flotabilidad	Uso de applets	ND	NO
	Calvo, 2017	INV	CL	Biología/Cadenas tróficas, energía solar y atmósfera.	Guías de trabajo en clase y tareas en casa	ND	NO
Grados cuarto y quinto	Tamayo, 2014	INV	MXT	Química/Calor específico del agua, temperatura de combustión del papel	Resolución de problemas	ND	NO
	Zona & Giraldo, 2017	INV	MXT	Física/Combustión, electricidad, flotación, difracción	Resolución de problemas	ND	NO
Grado quinto	Betancur, 2013	INV	CL	Biología/Energía	Unidad didáctica, análisis de contenidos publicitarios	SI	NO
Total	17						

El énfasis en los procesos de lecto-escritura y de pensamiento numérico, también se hace evidente en el ámbito colombiano desde los programas de formación de maestros para la Educación Básica Primaria. Por ejemplo, en el pensum académico de la Licenciatura en Pedagogía Infantil de la Universidad de Antioquia que consta de diez semestres, se tienen tres asignaturas referentes a las Ciencias Naturales (en el quinto semestre una concerniente al pensamiento científico y ambiental, y en el sexto semestre, una relacionada con el pensamiento científico en Física y otra en Química). El resto de las asignaturas tienen otros enfoques y en buena proporción (primeros seis semestres) se trabaja en los procesos lecto-escriturales y de pensamiento numérico.

Por su parte, el pensum del programa de Licenciatura en Educación Infantil de la Universidad Pedagógica Nacional, consta de ocho semestres; en los cuales solo se contemplan un Seminario-Taller de exploración del medio y un Seminario-Taller de Ciencia y Tecnología; además, se identifica un enfoque en los primeros grados de la Educación Básica Primaria en correspondencia con el objetivo de la licenciatura; sin embargo, algunos de sus egresados se desenvuelven en los diferentes grados de este nivel educativo, sin estar preparados para ello; asunto que se ha normalizado en el contexto educativo colombiano, en el que los profesores deben acompañar los procesos de asignaturas para las cuales no tienen formación.

Algo similar ocurre con el plan de estudios de la Licenciatura en Pedagogía Infantil de la Universidad Distrital, el cual consta de ocho semestres y solo hay un taller que lleva por nombre “Ciencia, conocimiento disciplinar y conocimiento escolar” y un seminario referente a la educación en tecnología; el resto de los cursos se enfoca en los procesos de lecto-escritura y lógico-matemáticos.

Lo anterior tiene incidencia en las escasas investigaciones halladas para la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Básica Primaria en Colombia. Al respecto, Rey y Candela (2013) afirman que “en Colombia los estudios sobre la enseñanza de las ciencias, en su mayoría, centran su mirada en las prácticas que se desarrollan en la secundaria y en la universidad” (p. 44). Por tanto, es necesario desarrollar investigaciones que permitan comprender la naturaleza del conocimiento científico que se construye en las aulas de Educación Básica Primaria, y así mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, desde la comprensión y diferenciación entre el conocimiento científico y el conocimiento científico escolar.

En este mismo sentido, la ausencia de estudios sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria quizás sucede porque, como lo plantean Aldana et al. (citados en Rey & Candela, 2013):

Aún prevalece la falsa idea de que es fácil educar a los niños pequeños y que por ello cualquiera puede hacerlo, sin tomar conciencia de la importancia decisiva que tiene la educación temprana en el desarrollo humano, ni de las desventajas que una formación inicial precaria puede causar (p. 44).

Asimismo, Furman (citada en Rey & Candela, 2013) afirma que “los primeros años de escolaridad son una etapa única para colocar las piedras fundamentales del conocimiento científico, ya que los alumnos tienen la curiosidad fresca, el asombro a flor de piel y el deseo de explorar bien despierto” (p. 44), asunto que en algunas ocasiones es olvidado.

En relación con la formación de docentes que imparten su enseñanza en la Educación Básica Primaria para el contexto colombiano, García y Martínez (2001, citados en Rincón & Robledo, 2010) consideran que debe ser un proceso permanente y enfocado en la investigación; además, que esta debe permitir la innovación educativa mediante la conformación de equipos de trabajo estables. No obstante, las condiciones laborales que dificultan dichos espacios de academia y fortalecimiento, deben ser tenidas en cuenta; la falta de investigación, no es un asunto fortuito, pues la carga académica de dichos docentes es alta (en primaria tres horas más de docencia en el aula que en bachillerato); adicional a ello, no existe un apoyo significativo por parte del MEN para la cualificación docente y para posibilitar la participación en procesos investigativos, los cuales siempre deben darse por fuera de los horarios laborales, que suelen ser extensos, pues no terminan en la escuela misma.

Retomando los indicadores, respecto al tipo unidades de análisis se tiene que, de los 17 artículos de investigación, tres son revisiones de literatura (Rincón & Robledo, 2010; Rodríguez & Hernández, 2015; Roncancio, 2012), once son resultados de investigación y tres son propuestas de investigación (Flórez et al., 2014; Rico & Tovar, 2014; Zea & Hernández, 2015). Lo anterior pone de manifiesto un escaso material que permita conocer el estado actual de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria en Colombia; en concordancia con las pocas revisiones de literatura encontradas. Además, se encuentra que las propuestas de investigación son

escasas, así como su aplicación en el aula y desde una perspectiva general, se considera que encontrar un número tan reducido de unidades de análisis da indicios de que el campo de investigación en enseñanza de las Ciencias Naturales para la Educación Básica Primaria en Colombia necesita fortalecerse, y de esta manera, poder contar con fuentes de información suficientes y pertinentes en las que apoyar futuras investigaciones.

En lo que compete al marco teórico que orienta los trabajos, solo cinco lo hacen explícito, aspecto que sugiere la necesidad de sustentar las experiencias de aula, las cuales pueden ser más potentes cuando están fundamentadas teóricamente o incluso si a partir de ellas se genera teoría; dando mayor credibilidad a las investigaciones en el campo educativo.

En cuanto a las estrategias de enseñanza, prevalece el uso de unidades didácticas (Betancur, 2013; Espinosa et al., 2014; Peña & Cortés, 2013; Rincón & Robledo, 2010; Zea & Hernández, 2015), aprendizaje basado en la investigación (Ayala, 2010; Peña & Cortés, 2013), la resolución de problemas (Tamayo, 2014; Zona & Giraldo, 2017), entre otras (**Tabla 2**). Estas estrategias pretenden el desarrollo de algunas competencias como la capacidad de formular preguntas (Rojas, 2009), predecir (Torres, 2013), observar, analizar e interpretar (Betancur, 2013), argumentar (Tamayo, 2014), resolver problemas (Tamayo, 2014; Zea & Hernández, 2015; Zona & Giraldo, 2017); las cuales están en consonancia con lo planteado en los Lineamientos curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (MEN, 1998). Sin embargo, cuando se contrasta con la realidad en las aulas, se encuentra que son estrategias que difícilmente trascienden el contexto en que fueron desarrolladas estas investigaciones; generando un abismo entre la práctica y la investigación en el campo, poniendo de manifiesto las exigencias de un sistema educativo que da prevalencia a la cantidad de contenidos sobre su comprensión, reforzando en buena medida una enseñanza tradicional.

La investigación en Educación está llena de complejidades, tensiones y exigencias; en este sentido, muchas de las investigaciones se convierten en documentos de archivo, perdiendo el sentido de su realización. Hace parte de la tarea de los docentes propiciar espacios en los que los trabajos de investigación tomen vida, los resultados sean adaptados, aplicados, discutidos y/o descartados; pero todo ello desde una perspectiva crítica y atendiendo a la dinámica de la construcción de conocimiento dentro de la comunidad educativa, académica y científica.

En concordancia con uno de los asuntos de interés del presente trabajo, se observó que, en las estrategias presentadas en las unidades de análisis no se propone el uso de la imaginación como

elemento principal, desperdiciándose así su potencial, ya que plantear las estrategias desde una perspectiva imaginativa posibilita atender las características y necesidades de la población en cuestión, favoreciendo los procesos de enseñanza y aprendizaje (Egan, 1994). Solo Roncancio (2012) menciona el término, pero sin profundizar en él; este autor plantea que su propuesta basada en el juego en ciencias, puede incentivar la imaginación en los niños, la que debe estar presente también en los docentes.

Los niños siempre están preguntando, todo lo quieren saber, parecen insatisfechos en el campo del conocimiento, ninguna respuesta los deja tranquilos; es por ello que los docentes y la escuela en general, deben proponer y aplicar estrategias ligadas al contexto, que saquen a los estudiantes de su zona de confort, que los desestabilice (de Zubiría, 1996, citados en Roncancio, 2012), propiciando de esta manera ambientes de aprendizaje enriquecidos y cercanos a su realidad, lo que a su vez genera motivación. El caso específico del planteamiento de estrategias para promover una actitud científica, implica definir qué habilidades se quieren potenciar y perfeccionar en los estudiantes, para favorecer la adquisición de unas nuevas y de este modo, el acceso y desarrollo de los procesos a nivel secundario y profesional (Roncancio, 2012).

Otro de los indicadores, se corresponde con las áreas, asignaturas y temáticas; al respecto se encontró que los trabajos analizados presentan diversidad en estas. En cuanto a las asignaturas, se nota un mayor énfasis en el componente biológico; cinco trabajos se enfocan en él (Betancur, 2013; Calvo, 2017; Peña & Cortés, 2013; Rey & Candela, 2013; Rojas, 2009), tres en temas de Física (Flórez et al., 2014; Torres, 2013; Zona & Giraldo, 2017), dos en la Química (Ayala, 2010; Tamayo, 2014), uno en la Física y la Biología en conjunto (Borrero & Barros, 2017) y uno en el medio ambiente (Zea & Hernández, 2015). Respecto a las áreas de conocimiento, tres se refieren a la Didáctica de las Ciencias (Rico & Tovar, 2014; Rodríguez & Hernández, 2015; Roncancio, 2012) y dos a las Ciencias Naturales en general (Espinosa et al., 2014; Rincón & Robledo, 2010). Lo anterior, se debe en parte a la formación de los docentes de la Educación Básica Primaria, en la cual el componente biológico es más ampliamente abordado.

Como es el caso de la formación de maestros en la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de Antioquia (diez semestres), se da una mayor profundización en el componente biológico, lo que se identifica en su estructura curricular que cuenta con una asignatura de introducción a la Física, tres de Física Biológica, siete asignaturas relacionadas con la Biología (además de las tres antes mencionadas) y cinco cursos relacionados con la Química. Dicha

situación tiene repercusiones a la hora de enseñar y de este modo en las preferencias de los maestros en formación, ya que, dentro de las Ciencias Naturales, presentan una predilección por la Biología.

Estos hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de dar un lugar más equilibrado a cada una de las asignaturas de las Ciencias Naturales en la enseñanza, aspecto que es propuesto por el MEN (1998, 2004, 2016, 2017); además, se hace necesario que dicho equilibrio guarde coherencia con la formación docente, ya que esta influye en gran medida en lo que sucede en las aulas. Lo anterior, se presenta como posibilidad para realizar trabajos de investigación que centren la mirada en la formación de docentes de Ciencias Naturales para las etapas iniciales y en aquellas asignaturas que no son abordadas en la medida que es exigida, de manera que se puedan fortalecer, como es el caso concreto de la enseñanza de la Física en la Educación Básica Primaria.

Con relación a las temáticas abordadas, se encuentra que desde la Química se trabaja el color, el calor específico del agua, la temperatura de combustión del papel; desde la Biología se abordan temas como ciclo del agua, ecosistemas, babosas, calentamiento global, gases, la biodiversidad, las cadenas tróficas. En cuanto a la Física, se presentan trabajos cuyas temáticas se refieren al movimiento de los cuerpos, la flotabilidad, la difracción. También hay trabajos que no abordan una temática específica, sino que son planteados desde las Ciencias Naturales en general, desde la Didáctica de las Ciencias o desde el medio ambiente (**Tabla 2**). Se muestran tópicos variados obedeciendo a las posibilidades que ofrecen las Ciencias Naturales y también dando cuenta de la pertinencia de trabajar dichos temas desde la Educación Básica Primaria.

El campo de la formación científica en los primeros años de escolaridad está abierto a la exploración. En este sentido, es necesario realizar un diagnóstico en el contexto colombiano que permita conocer aspectos clave acerca de la formación docente para este ámbito, ¿cómo se están potenciando las habilidades científicas? y ¿hacia dónde se proyecta la formación en ciencias?, entre otros aspectos relevantes en las etapas iniciales de la escuela; para ello es importante que los actores educativos se acerquen a la conceptualización de la ciencia escolar, a la Didáctica de las Ciencias, al pensamiento científico, y a la conjugación de estos y otros elementos a la hora de enseñar y aprender ciencias.

1.2.1.2 Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria en el ámbito internacional. Como se mencionó anteriormente, la búsqueda fue

ampliada al ámbito internacional debido a los pocos trabajos encontrados para el contexto colombiano. Se presentan a continuación los hallazgos, estableciendo comparaciones entre los dos contextos; los indicadores de análisis son sintetizados en la **Tabla 3**.

En lo que respecta a las asignaturas y áreas, del total de las unidades de análisis (46), 26 se refieren a la enseñanza de la Física, diez a la enseñanza de la Biología, tres combinan varias asignaturas -Física, Química y Biología-, cuatro a la Didáctica de las Ciencias, una se enfoca en la Didáctica de la Física y dos abordan otros aspectos relacionados con las Ciencias Naturales como el desarrollo del pensamiento científico y la prehistoria científica (**Tabla 3**). Se observa un porcentaje mayor de trabajos enfocados en la enseñanza de la Física, asunto que difiere de lo encontrado para el contexto colombiano. Si bien la comparación no es uno a uno -entre países-, y la proporción de trabajos encontrados es diferente, el hecho de hallar un número considerable de trabajos en Física para la Educación Básica Primaria en el contexto internacional, muestra que es una asignatura que se ha venido trabajando y que se constituye en un asunto de interés general para este nivel educativo.

Tabla 3*Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, ámbito internacional*

País⁹	Autor(es)	Población	Tipo de trabajo	Fundamento Metodológico	Área-Asignatura/Tema	Estrategias/ Actividades	Marco teórico	Relación imaginación
<i>España</i>	Navarro, 2011	Grados 5 y 6 ¹⁰	INV ¹¹	CL ¹²	Física/Astronomía diurna	Mapas evolutivos	SI	NO
	Martín & Galán, 2012	Grados 2, 4 y 6	INV	CL	Biología/Clasificación de la materia inerte, tipos de mezclas, sustancias	Clasificación de imágenes	ND ¹³	NO
	Díaz & Muñoz, 2013	Grados primero y segundo, 6 a 8 años	INV	CL	Biología/Tipos de ecosistemas, estaciones de año, cuerpo humano	Trabajo cooperativo	ND	NO
	Gallegos et al., 2013	Grado 2	PRY ¹⁴	CL	Insectos	Secuencia didáctica	ND	SI
	Galán y Martín, 2013	Grados 2, 4 y 6	INV	CL	Biología/Clasificación de la materia viva	Clasificación de imágenes	ND	NO
	García & Criado, 2013	6 a 12 años	INV	CL	Física/Energía desde el ámbito de las máquinas	Progresión de conceptos, investigación guiada	ND	NO
	De Pro & Rodríguez, 2014a	Grado 6	INV	MXT ¹⁵	Física/Energía - Ahorro de energía	Explicación magistral, trabajos individuales y grupales.	ND	NO
	De Pro & Rodríguez, 2014b	Grado 6	INV	CL	Física/Fuentes de energía	Uso de ordenadores, juego de roles	ND	NO
	Galera & Reyes, 2015	Grado tercero, 9 y 10 años	INV	MXT	Física/La Tierra, el Sol y la Luna, los puntos cardinales, las estaciones del año y los eclipses	Concept cartoons	SI	NO
	Vilchez & Ramos, 2015	Grado segundo, 7 a 8 años	INV	CNT ¹⁶	Física/Astronomía, sistema sol-tierra-luna, fases lunares, estaciones	Juego de roles	ND	NO

⁹ Se hace referencia al país donde se realizó el estudio¹⁰ En España el grado sexto hace parte de la primaria¹¹ INV: Investigación¹² CL: Cualitativo¹³ ND: No desarrolla¹⁴ PRY: Proyecto¹⁵ MXT: Mixto¹⁶ CNT: Cuantitativo

	Navarro, 2015	4 a 11 años	INV	CL	Física/Astronomía, estaciones	Entrevistas	ND	NO
<i>Brasil</i>	Torrecilla, 2018	Grado 4	INV	CNT	Didáctica de las ciencias/Prehistoria científica	Material como recurso semiótico	ND	NO
	Pires et al., 2009	No especifica	PRY	CL	Física/Composición de la luz	Enseñanza multisensorial	ND	NO
	Longhini et al., 2011	Primaria, 9 años	INV	CL	Física/Flotación	Actividades experimentales, preguntas, situaciones y explicaciones	ND	NO
	Campos et al., 2012	Grado 4	INV	CL	Física/Presión y flotación	Situaciones problema	SI	NO
	Belchior & Brefere, 2013.	Primaria	INV	CL	Física/Caída libre	Mediación dialéctica, experimentos, cuestionarios	SI	NO
	Corrêa & Kojy, 2013	Grado 4, 9 a 11 años	INV	CL	Física/Electricidad	Experimentación virtual, actividades problematizadoras, reflexión, videos	SI	NO
	Silva & Serra, 2013	8 y 9 años	INV	CL	Física/Aire	Experimentos, trabajo individual y en grupo	ND	NO
<i>Estados Unidos</i>	Werner et al., 2013	Grado cuarto, 9 a 11 años	INV	CL	Física/Velocidad, momento de una fuerza, modelado en física	Actividad experimental, discusiones, preguntas	ND	NO
	Zimmerman, 2007	Primaria	INV	CL	Didáctica de las ciencias/ Desarrollo del razonamiento científico en los niños	NA	ND	NO
	Cavagnetto et al., 2010	Grado quinto	INV	CL	Biología-Física/Biomas terrestres, biomas acuáticos, luz y color, sonido	Investigación	ND	SI
	Plummer et al., 2014	8 y 9 años	INV	CL	Física/Astronomía, marcos de referencia en movimiento	Simulaciones visuales, experiencias kinestésicas	ND	SI
	Varma, 2014	Grado primero, 7 y 8 años, grado tercero	INV	CNT	Física/Termodinámica, cambios de temperatura en materiales aislantes	Experimentos	ND	NO
		8 a 10 años						
	Herrmann & DeBoer, 2018	Grados cuarto y quinto	INV	CNT	Física/Energía	Progresiones de aprendizaje, preguntas de selección múltiple.	ND	NO
<i>México</i>	Ruíz, 2009	No especifica	INV	NA	Didáctica de la física	NA	ND	SI
	Gómez, 2013	Grados 4 y5, 9 a 11 años	INV	CL	Biología/Visión	Representaciones: dibujos, maqueta, unidad didáctica, actividades de investigación, juegos, observación	SI	SI
	Suárez et al., 2016	Grado tercero, 8 a 10 años	INV	CL	Física/Física del movimiento	Actividades de divulgación, talleres, secuencias didácticas,	ND	NO

<i>Reino unido</i>	Howe et al., 2013	8 a 12 años	INV	CL	Física/Caída de los cuerpos	aprendizaje por descubrimiento y contextualizado Uso de software, pre y post test	ND	NO
	Hast & Howe, 2013	5 a 11 años	INV	CNT	Física/Movimiento	Experimentos y predicciones	ND	NO
	Byrne et al., 2016	5 a 7 años	INV	CL	Física/Sombras, día, noche, magnetismo	Investigación	ND	SI
<i>Alemania</i>	Mayer et al., 2014	10 años	INV	CNT	Biología-Física/ Razonamiento	Uso de test, situaciones contextuales	ND	NO
	Köksal & Sodian, 2018	3 a 7 años	INV	CNT	Física/Luz	Formación de hipótesis, test	ND	NO
<i>Suecia</i>	West y Wallin, 2013	10 a 14 años	INV	MXT	Física/Transmisión del sonido	Secuencia de enseñanza aprendizaje, reportes de trabajo individual y en grupo, discusiones, escribir y hablar sobre ciencia	ND	SI
	Frejd, 2018	6 años	INV	CL	Biología/Teoría de la evolución	Multimodalidad, explicaciones, argumentación, comunicación, observación	SI	SI
<i>Argentina</i>	Furman, 2012	Grados 4 y 6	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Evaluaciones escritas, experimentación, investigación	ND	NO
	Sanmartino et al., 2012	Grados 3, 4 y 6	INV	NA	Biología/Chagas	Visitas a museos	ND	NO
<i>Portugal</i>	Boaventura et al., 2013	9 y 10 años	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Uso de laboratorio, experimentos	ND	NO
<i>Korea</i>	Chu et al., 2012	10 a 12 años	INV	CNT	Física. Calor y temperatura	Cuestionario	ND	NO
<i>China</i>	Van Aalst & Truong, 2011	9 a 11 años	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Argumentación, indagación, visitas a museos, discusiones, foro virtual	ND	NO
<i>Australia</i>	Andrews et al., 2009	3 a 7 años	INV	CNT	Física/Peso y distancia	Experimento	ND	NO
<i>Grecia</i>	Kallery et al., 2009	4 a 6 años	INV	CL	Física-Biología/El espacio exterior	Lecturas, imágenes, demostraciones experimentales, preguntas, predicciones, explicaciones, clasificación de objetos, resolución de problemas, explicaciones del docente	ND	NO
<i>Escocia</i>	Thurston et al., 2010	6 a 13 años	INV	CNT	Didáctica de las ciencias	Trabajo en grupo, explicaciones, test	SI	NO
<i>Israel</i>	Assaraf & Orion, 2010	Grado cuarto	INV	CNT	Biología/Ciclo del agua	Simulaciones de laboratorio, experimentos, ambientes de aprendizaje fuera del salón de	ND	NO

Referente a las temáticas, igual que para el contexto colombiano, estas son variadas; se abordan temas relacionados con las estaciones, la flotabilidad, el movimiento de los cuerpos, los ecosistemas, la teoría de la evolución, entre otros, como se muestra en la **Tabla 3**. Esto evidencia una amplia posibilidad para el trabajo de las Ciencias Naturales ya que dichos contenidos, independiente de la complejidad de los mismos y realizando adaptaciones pertinentes, pueden ser abordados desde las etapas escolares iniciales.

Las edades de las poblaciones con las que se realizaron las intervenciones en las unidades de análisis de este ámbito oscilan entre los cuatro y los 16 años, ya que algunas de estas comprendían la Educación Básica Primaria y también la Básica Secundaria. Sin embargo, la mayoría de los trabajos se centran en los grados superiores de la Educación Básica Primaria, esto se debe en gran medida a que en este nivel ya se han desarrollado los procesos de lecto-escritura y de pensamiento numérico, en los que se han enfocado los primeros grados; asunto que permite pensar la posibilidad de plantear trabajos e investigaciones para estos últimos grados mencionados, en otras áreas del conocimiento, entre ellas las Ciencias Naturales.

Que en los primeros grados de la Educación Básica Primaria exista un énfasis en los procesos de lecto-escritura y de pensamiento numérico, influye en la existencia de pocas investigaciones en Ciencias Naturales para este nivel; aspecto que concuerda con los hallazgos en el ámbito colombiano, y que pone de manifiesto la necesidad de profundizar en las limitaciones que se presentan para la realización de estudios en las primeras etapas educativas en relación con la enseñanza de las Ciencias Naturales. Esto permitirá plantear alternativas que posibiliten el trabajo de diversas competencias, específicamente desde la educación científica; las cuales son también relevantes y complementan las desarrolladas a partir de la lecto-escritura y el pensamiento numérico.

Respecto al tipo de unidades de análisis, la totalidad de ellas son artículos de investigación, de los cuales 44 presentan resultados, y dos son proyectos. Que la mayoría de los textos presenten resultados de investigación, así como sucedió en el contexto colombiano, está relacionado con el carácter de la búsqueda; sin embargo, se consideraron los otros tipos de unidades de análisis debido a su pertinencia y relación con la temática establecida. Esta cantidad de investigaciones pone de relieve que la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria es un asunto relevante, en tanto permite no solo aprendizajes de lo específico de cada asignatura que compone el área, sino además debido a las competencias que mediante esta se desarrollan y que son

transferibles a otros campos de conocimiento, contextos y a la vida misma. Además, la existencia de investigaciones en el campo, permite enriquecer y consolidar el trabajo de la comunidad académica que tiene como objeto de estudio las Ciencias Naturales en este nivel educativo.

En cuanto a las estrategias de enseñanza, se hace referencia al trabajo cooperativo, las situaciones problema, la mediación dialéctica, la investigación, la experimentación, la explicación de fenómenos, los mapas evolutivos, concept cartoons, recursos semióticos, juego de roles, aplicación de entrevistas, a las simulaciones visuales y experiencias kinestésicas, entre otras (**Tabla 3**). Estas buscan el desarrollo de competencias científicas como analizar, predecir, clasificar (Furman, 2012; Galán & Martín-Díaz, 2013; Martín & Galán, 2012), resolver problemas (Campos et al., 2012; Corrêa & Kojy, 2013; Torrecilla, 2018), capacidad de trabajo individual y en grupo (De Pro & Rodríguez, 2014a, 2014b; Silva, 2013; West & Wallin, 2013) y observar (Gallegos et al., 2013; Gómez, 2013; Frejd, 2018).

Las competencias anteriores son abarcadas en la capacidad de investigar (Byrne et al., 2016; Criado et al., 2014; García & Criado, 2013; García et al., 2014; Gómez 2013; Méndez & Mora, 2011; Nudelman 2015; Thurston et al., 2010), la cual toma relevancia desde las etapas iniciales. El desarrollo de dichas competencias está acorde con los planteamientos de la UNESCO, además, hacen alusión a la importancia de la imaginación en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria; sin embargo, en ninguna de las estrategias propuestas se trabaja la imaginación, pese a que esta aporta al aprendizaje y al desarrollo de competencias científicas, convirtiéndose adicionalmente en una oportunidad de contribución a la Didáctica de las Ciencias (Egan, 1994).

Si bien ni en los marcos teóricos, ni en las estrategias de enseñanza se aborda a profundidad el asunto de la imaginación, algunos de los trabajos la mencionan. Hast y Howe (2013) hacen alusión a ella en un ejercicio de experimentos con predicciones; por su parte Gallegos et al. (2013) consideran que la imaginación permite acceder al conocimiento y resolver problemas; Gómez (2013) apunta que está relacionada con la creación de imágenes o representaciones externas; Cavagnetto et al. (2010) señalan que el lenguaje imaginativo está asociado a la fantasía o a la creación de una realidad; y Plummer et al. (2014), refieren que las instrucciones en astronomía requieren que los estudiantes razonen entre las representaciones en dos dimensiones y su propia imaginación en tres dimensiones del sistema astronómico.

Por su parte Byrne et al. (2016), mencionan que la imaginación está relacionada con la motivación para el aprendizaje; West y Wallin (2013), hacen alusión a su uso en situaciones que no pueden experimentarse directamente con los sentidos (¿qué pasa con el sonido de un radio en la luna?); y Frejd (2018) la considera como una herramienta junto con las narrativas para enseñar evolución. En estos trabajos la imaginación no es considerada como proceso con todas sus implicaciones y complejidades, asunto que se pretende abordar mediante el presente trabajo.

Después de analizar la información para este subnúcleo, se observa que a nivel general la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria es atendida; sin embargo, la cantidad de trabajos es poca en comparación con otros niveles de escolaridad, quedando de esta manera abierta la pregunta por otras razones para ello y poniendo de relieve la necesidad de realizar investigaciones que aporten al campo mencionado.

Se hace evidente que las estrategias planteadas parten de lo que se considera importante a enseñarse y cómo debe hacerse, pero no contemplan la naturaleza e intereses de los niños como elemento fundamental; dichas estrategias apuntan a que los estudiantes ingresen lo más pronto posible al universo formal del conocimiento, en este caso de las ciencias. Por lo tanto, es necesario pensar otras posibilidades, que quizá no satisfagan el ritmo desenfrenado de la maquinaria en la que se ve inmiscuido el mundo educativo, pero que, al estar en consonancia con el ser del estudiante, pueden llevar a aprendizajes más profundos, sólidos y útiles a la hora de afrontar diversas situaciones escolares, contextuales y de la vida, que es en última instancia uno de los propósitos de la educación científica (MEN, 2004; Flotts et al., 2016).

La comparación entre los ámbitos colombiano e internacional y los pocos hallazgos en relación con otros niveles de escolaridad, ponen en evidencia la pertinencia de emprender trabajos, investigaciones y reflexiones que se enfoquen en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, especialmente en el ámbito colombiano, con el fin de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en esta dirección.

1.2.1.3. Algunas consideraciones generales acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales en los niveles iniciales. Si bien este primer núcleo se enfoca en unidades de análisis referentes a la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, se encontraron documentos que aportan desde lineamientos generales, análisis de currículos, formación y perspectivas de los docentes. Estos resultados se presentan en este subnúcleo.

En la **Tabla 4** se muestran las 25 unidades de análisis encontradas; enmarcándose en su mayoría en la Didáctica de las Ciencias, lo que pone de manifiesto un interés en generar conocimiento y prácticas de aula en esta área para los niveles iniciales. Tres de los artículos realizan análisis curriculares; García et al., (2014) revisan el currículo oficial de primaria en España, en el que se hace alusión al uso de estrategias referentes al aprendizaje por investigación guiada y mediante secuencias didácticas; por su parte, Criado et al., (2014) realizan una comparación de los currículos para primaria en Estados Unidos, España y Reino Unido, señalando la importancia de las estrategias basadas en la investigación. De manera similar Lee et al. (2015) contrastan los currículos de Korea y Singapur, resaltando aspectos en común como la enseñanza por investigación, la educación STEAM, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo, y el uso de libros y guías autorizados por el estado; destacando además, el énfasis en aspectos importantes para el aprendizaje de las Ciencias Naturales como recordar, comprender, analizar, aplicar, evaluar y crear.

Adicional a lo anterior, Lee et al. (2015), mencionan que durante las últimas cuatro décadas ha existido a nivel mundial una tendencia a poner énfasis en el currículo de Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria; pero que, a pesar de ello, las demandas cognitivas y de conocimiento que desde este se hacen no han sido investigadas a profundidad. Los autores agregan que la Educación en Ciencias tiene como una de sus finalidades hacer de los estudiantes unos ciudadanos con conocimientos científicos, que puedan tomar decisiones siendo críticos y que contribuyan a la solución de problemas complejos en el futuro; de esta manera, la ciencia escolar toma vida también en la cotidianidad.

Tabla 4*Enseñanza de las Ciencia Naturales*

País	Autor(es)	Tipo de trabajo	Fundamento metodológico	Área	Estrategias/Actividades	Marco teórico	Relación imaginación
Reino Unido	Loxley, 2009	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Discusiones. Secuencia: exposición-complicación-clímax, resolución-aplicación	MT	SI
Reino Unido	Bell et al., 2010	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Aprendizaje por investigación colaborativa. Uso de computadores, listas ordenadas de tareas a realizar, software, herramientas de dibujo	MT	NO
Colombia	Daza & Moreno, 2010	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Observación, pruebas de libro abierto, evaluación del portafolio, sopas de letras, cuadros sinópticos, carteleras, consultas, revisión de tareas e informes	ND	SI
Estados Unidos	Akerson et al., 2010	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Investigación, enseñanza contextual	ND	NO
España	García, 2011	INV	NA	Didáctica de las ciencias	Recrear experiencias con material asequible, juegos, experimentos, magia, ilusiones ópticas, cuadrados mágicos	ND	NO
Argentina	Astudillo et al., 2011	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Secuencias didácticas	ND	NO
Estados Unidos	Jones et al., 2012	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Kit de ciencias: actividad práctica relacionada con una pregunta, recolección e interpretación de datos, evaluación breve post-kit	ND	NO
Reino Unido	Abrahams & Resis, 2012.	PRY	CL	Didáctica de las ciencias	Se observa que en primaria no hay actividades prácticas relacionadas con la física, mientras que en secundaria sí	ND	NO
Países Bajos	Osborne, 2013	REF	CL	Didáctica de las ciencias	Modelo de razonamiento científico	ND	SI
México	López & Guerra, 2013	INV	MXT	Análisis de libros de texto de ciencias naturales de quinto y sexto grado	Se tuvo en cuenta las categorías para clasificar actividades de aprendizaje, retomadas de Martínez-Losada y García-Barros (2003)	ND	NO
Israel	Spektor et al., 2013	INV	MXT	Didáctica de las ciencias	Demostrar curiosidad a los niños, ser atento y responder, animar a que hagan preguntas, a que estén concentrados, que participen en investigación, usar un lenguaje científico, utilizar historias, juegos y pinturas, métodos de enseñanza multisensoriales, trabajo en pequeños grupos, con los padres, contacto directo con los objetos	ND	NO

Ecuador	Lucero et al., 2013	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Investigación estructurada, guiada o abierta, hacen uso de material nuevo	ND	NO
España	Martín-Díaz, 2013	REF	NA	Didáctica de las ciencias	Uso de mapas conceptuales. Indagación experimental. Explicaciones de los alumnos en la resolución de ejercicios o problemas	ND	NO
España	García et al., 2014	INV	MXT	Didáctica de las ciencias	Aprendizaje por investigación guiada, uso de secuencias didácticas	ND	SI
España	Criado et al., 2014	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Estrategias basadas en la investigación	ND	SI
Portugal	Rodrigues & Marques, 2014	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Uso de guía despertar para la ciencia sugerida por el MEN de Portugal	ND	NO
Argentina	Cordero et al., 2014	INV	CL	Enseñanza de la física en primaria, fuerzas y movimiento, el sonido y los materiales, la luz y los materiales	Se analizan las planeaciones de tres docentes argentinas, se evidencia el uso de actividades experimentales, investigación dirigida y la enseñanza tradicional	MT	NO
España	Vílchez & Escobar, 2014	INV	CNT	Didáctica de las ciencias	Existencia y uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza, así como estrategias didácticas	ND	NO
España	Marín, 2014	PRY	CL	Didáctica de las ciencias	Diferenciar y enfatizar el significado frente al significante. Recontextualizar y resignificar las actividades. Crear un contexto de enseñanza expectante y comprometido. Fomentar procesos de reflexión	MT	NO
España	González et al., 2015	INV	CNT	Astronomía	Se busca que los estudiantes describan, justifiquen y definan. Actividades que involucran preguntas, juegos, dramatizaciones, dibujos	ND	NO
Reino Unido	Henderson et al., 2015	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Preguntas abiertas y de escogencia múltiple que los estudiantes deben abordar haciendo uso del pensamiento crítico	MT	NO
Korea, Singapur	Lee et al., 2015	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Los currículos sugieren la enseñanza por investigación, STEAM, resolución de problemas, trabajo colaborativo, uso de libros y guías autorizados por el estado, se trabaja aspectos como recordar, comprender, analizar, aplicar, evaluar y crear	ND	NO

Perú	Calagua et al., 2016	INV	MXT	Didáctica de las ciencias	Naturaleza de la ciencia unida a los contenidos de ciencia del currículo como vía para favorecer el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido de estudiantes de formación docente	ND	NO
Estados Unidos	Poland et al., 2017	INV	CL	Didáctica de las ciencias	Ventajas y desventajas de enseñar de manera especializada o general en primaria	ND	NO
Argentina	Galperin & Raviolo, 2017	INV	CL	Día/noche, estaciones y fases lunares	Se analizaron 20 libros de texto correspondientes al nivel primario que son o han sido utilizados en las escuelas de la zona de El Bolsón, Argentina, en los últimos años	MT	SI
Total	25						

Las comparaciones entre diferentes currículos permiten establecer puntos en común y de divergencia que sirven para plantear lineamientos y retomar estrategias que hayan funcionado en otros contextos, con el fin de generar mejoras en entornos determinados; para ello es importante tener presente que cada currículo tiene un trasfondo que lo sustenta, un ambiente particular y unas discusiones precedentes. Este tipo de artículos resulta de interés, y anima a establecer paralelos entre el currículo colombiano y otros, que permitan dar indicios de asuntos como, por ejemplo, los contenidos y competencias a desarrollar, aspectos que están íntimamente relacionados con lo que se enseña y cómo se enseña.

De otro lado, en lo que a las estrategias de enseñanza se refiere, se plantean como pertinentes la participación en discusiones, el uso de secuencias didácticas, el aprendizaje por investigación, la resolución de problemas, entre otras (**Tabla 4**); que son implementadas en las investigaciones con docentes de Ciencias Naturales, pero que además son pensadas y recomendadas para la intervención en el aula con los estudiantes de la Educación Básica Primaria. En dichas estrategias se buscaba la incorporación de la imaginación, pero esta no se encontró de manera explícita, aspecto que genera reflexión; ya que, si se espera que esté presente en las intervenciones con los estudiantes, es necesario que sea abordada desde la formación docente y el currículo; además, que se establezcan políticas en educación desde las que se tracen líneas claras a seguir, en consonancia con los propósitos de la educación científica y sus implicaciones.

En lo que compete al tipo de unidad de análisis, son artículos de investigación que en su mayoría (21) muestran resultados, dos son reflexiones y dos proyectos de investigación. Dentro de las primeras unidades de análisis, solo seis explicitan un marco teórico, lo que sugiere la necesidad de aportar un mayor fundamento teórico a los trabajos en el campo de la enseñanza de las Ciencias Naturales, de manera que se constituyan en un referente para futuras investigaciones.

En las unidades de análisis anteriores se indagó por la manera de abordar la imaginación, en este sentido Loxley (2009) señala cómo Feynman disfrutaba de las historias que su padre le narraba, pues despertaban su imaginación; por su parte, Daza y Moreno (2010) refieren que las Ciencias Naturales permiten el desarrollo de la imaginación. Osborne (2013) plantea que las preguntas científicas engendran la imaginación creativa de los científicos; García et al. (2014) hacen alusión a la imaginación como aspecto subjetivo que aporta a la construcción del conocimiento científico. También, Criado et al. (2014) señalan que, en el currículum de ciencias de Inglaterra y Gales, se considera que las ciencias amplían la imaginación y la creatividad; y

Galperin y Raviolo (2017) indican que las imágenes mentales son producto de la percepción y/o de la imaginación y representan aspectos perceptibles de los objetos del mundo real. Estos trabajos hacen referencia a la imaginación, pero ninguno profundiza en ella, ni establece relaciones sólidas entre esta, las ciencias, su aprendizaje y enseñanza.

La perspectiva y aportes en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria brindados por los docentes que están involucrados en este campo son necesarios; para que tengan repercusión se requiere, entre otras acciones, de su participación activa en grupos de discusión y académicos, en los que los asuntos reflexionados y analizados sean llevados a la práctica. En relación con lo anterior, se han realizado programas de capacitación para los maestros, pero pensados por grupos de investigación en didáctica conformados por docentes de secundaria y universitarios; quienes, al no pertenecer al contexto, según Porlán (citado en Rey & Candela, 2013), “desconocen las complejidades, necesidades y posibilidades reales de estos primeros años escolares, proponiendo algunas veces actividades y formas de trabajo descontextualizadas que en aulas reales resultan difíciles de implementar” (p. 44).

Por el contrario, cuando se posee un conocimiento disciplinar y didáctico del contenido, y además se está en ejercicio y en contacto directo con el contexto, las propuestas tienden a ser coherentes, consistentes y aplicables; pues lo disciplinar *per se*, es insuficiente en los contextos escolares. De este modo, es necesario que los docentes de Educación Básica Primaria cuenten con espacios de reflexión e investigación que les permita plantear aportes a la Didáctica de las Ciencias Naturales y de la Física, adecuados para este nivel educativo.

1.2.2 La Educación Preescolar y Básica Primaria desde la perspectiva de la imaginación

“La formación de una personalidad creadora proyectada hacia el mañana es preparada por la imaginación creadora encarnada en el presente”

(Vygotsky, 2003, p. 47)

Para este núcleo temático se centró la búsqueda en unidades de análisis relacionadas con la Educación Básica Primaria (6 a 11 años), incluyendo algunos de Educación Preescolar (3 a 5 años); pues al ser etapas tan próximas tienen elementos transferibles. En la **Tabla 5** se presentan algunos indicadores valorados en las unidades de análisis como el país de desarrollo del trabajo, autores, año de publicación, tipo de trabajo, fundamento metodológico, campo de conocimiento, estrategias

y actividades, referentes teóricos utilizados y las concepciones dadas a la imaginación. Este último aspecto es de gran interés para la presente investigación, dado que se pretende dar valor a la actividad imaginativa en los procesos de construcción de conocimiento desde las primeras etapas escolares, aprovechando el alcance que esta posee al ser de naturaleza espontánea en los niños (Egan, 1994; Vygotsky, 2003).

Tabla 5
Imaginación en la Educación Preescolar y en la Educación Básica Primaria

País	Autor/Año	Tipo de trabajo	Fundamento metodológico	Campo de conocimiento	Estrategias/ Actividades	Referente teórico	Concepción de imaginación
Colombia	Suárez, 2009	INV	CL	Estética	NA	Bachelard, Gardner, Vygotsky	Experiencia, facultad creadora. Se ha desarrollado a lo largo del tiempo en campos como la filosofía, la psicología, la estética y la educación.
España	Franco et al., 2009	INV	CNT	Sicología, Pedagogía	Test de Pensamiento Creativo de Torrance, programa de intervención en relajación e imaginación	Vygotsky	Actividad creadora para buscar, experimentar y ensayar nuevas soluciones a partir de los elementos y los materiales que existen en la realidad.
Brasil	Marcondes, 2010.	REF	NA	Pedagogía, infancia	NA	Bachelard, Durand, Merleau	Actitud dinámica y transformadora que permite materializaciones. Está relacionada con el campo afectivo y los sentimientos.
Colombia	Acosta et al., 2010	REF	NA	Pedagogía	NA	Rodari	Evento inaplazable ante un mundo que se aún no se ha terminado de descifrar.
España	Rodríguez, 2010	REF	NA	Didáctica de las Ciencias Sociales	NA	Egan	Recurso de enseñanza/aprendizaje en las primeras etapas de la educación.
Canadá	Egan, 2010	REF	NA	Pedagogía, didáctica	NA	Egan	Constituye uno de los grandes pilares del aprendizaje, es una herramienta de aprendizaje.
Australia	Fleer, 2011	INV	CL	Pedagogía, infancia	Interacciones de juego individuales y colectivas	Vygotsky	Función esencial para vivir. Actúa como un puente entre el juego y el aprendizaje. Es la clave para construir la formación de conceptos en juego.
Perú	Mendivil, 2011	ESY ¹⁷	NA	Pedagogía, infancia	NA	Eisner, Rodari	Capacidad humana ilimitada, plena, que fomenta la inventiva y promueve el desarrollo de la ciencia y de la cultura.
Canadá	Egan & Judson, 2012	REF	NA	Sicología, cognición	NA	Bruner, Vygotsky	Como una herramienta cognitiva.
Colombia	Echeverri, 2013	REF	NA	Psicología, cognición	NA	Vygotsky	Se trata de manera indistinta con la fantasía. Existe un fuerte vínculo emocional entre la fantasía y lo real; la fantasía crea nuevos objetos y experiencias en el mundo real.
Colombia	Ramírez, 2013	REF	NA	Educación	NA	No específica	Carencia en el sistema educativo.
Canadá	Judson & Egan, 2013	REF	NA	Didáctica	Uso de herramientas cognitivas que conecten la imaginación y la	Platón, Rousseau, Vygotsky, Gardner	Principal caballo de batalla del aprendizaje.

¹⁷ ESY: Ensayo

					emoción con el conocimiento			
Países Bajos	Weisberg et al., 2015	INV	CNT	Psicología cognitiva	Historias fantásticas, uso de historias, vocabulario, libros de texto, guiones de lectura, juegos, test	No específica		Beneficiosa para las habilidades de pensamiento de los preescolares, se trata como fantasía de manera indistinta, estrategia de enseñanza de vocabulario.
Suiza	Martarelli et al., 2015	INV	CNT	Psicología cognitiva	Se aplica un test para diferenciar situaciones de fantasía y realidad	No específica		Relacionada con la experiencia y las habilidades mentales.
Canadá	Egan & Judson, 2016	REF	NA	Didáctica, cognición, constructivismo	NA	Egan		Fuente de la invención, la novedad y la generación; capacidad que enriquece enormemente el pensamiento racional y tiene un papel igual en el aprendizaje exitoso de materias académicas como en actividades artísticas.
Brasil	Trifilio, 2016	REF	NA	Geografía	NA	Bachelard		Imaginación creadora, tiene que ver con la poética de la imagen, la cual emerge de la conciencia, del corazón, del alma, del ser del hombre tomada de su actualidad. Forma imágenes más allá de la realidad.
España	Foncubierta & Rodríguez, 2016	REF	NA	Didáctica del español	NA	No específica		Capacidad innata, factor importante en la generación y dinamismo del proceso de adquisición de una lengua. Mecanismo de aprendizaje que empleamos en la infancia y a lo largo de nuestra vida. Complemento de nuestras facultades de razonamiento.
Países Bajos	Lane et al., 2016	INV	CNT	Sicología cognitiva	Preguntas sobre fenómenos probables e imposible	No específica		Habilidad ligada a pensar situaciones probables e imposibles, aspecto relacionado con las creencias de los niños. No es un vehículo en el que regularmente se disfruta de extraordinarios vuelos de fantasía; en cambio, es un vehículo que permanece notablemente cerca de la realidad cotidiana.
España	Rodríguez, 2017	INV	CL	Didáctica, constructivismo	Instalaciones artísticas	Abad, Gardner, Pestalozzi		Desarrollada por medio del arte, la experimentación, el aprendizaje por descubrimiento, la manipulación y el empleo de los cinco sentidos.
Chile	Espinosa, 2017	REF	NA	Filosofía de la educación	NA	No específica		El conocimiento es imaginación relacionadora.
España	Bel, 2017	REV	CL	Historia	NA	Egan		Estrategia de construcción del pensamiento histórico.
Colombia	López, 2017	INV	CL	Didáctica	Proyecto de aula	No específica		Capacidad que se relaciona con la experiencia.
Argentina	Colectivo filosofar con chicos, 2017	REF	NA	Pedagogía, filosofía	NA	Castoriadis		Facultad de producir representaciones más allá de lo dado.
Colombia	Benavides, 2018	REV	CL	Pedagogía, infancia	NA	Wellman		Permite comprender la mente de los otros. Es un proceso simbólico. La imaginación como el lenguaje favorecen el desarrollo de la ToM.

Brasil	Isler & Pinto, 2018	INV	CL	Pedagogía, infancia	Trabajo en grupo, individual, chistes, juego. Trabajo orientado por la docente, pero muy libre, está relacionado con las artes plásticas	Vygotsky	Proceso espontáneo, producto natural de la expresión infantil que se materializa en el dibujo, el juego, la narración, y tiene por objetivo la búsqueda del placer.
Brasil	Koscianski et al., 2018	INV	CL	Literatura	NA	Egan, Vygotsky	Aspecto relacionado con el intelecto y las emociones. La imaginación se encuentra en el punto crucial donde la percepción, la memoria, la generación de ideas, la emoción, la metáfora y, sin duda, otros aspectos de nuestra vida interactúan.
Total	26						

Un aspecto que llama la atención es que la imaginación se aborda desde diferentes campos de conocimiento como la educación (Ramírez, 2013), la pedagogía (Acosta et al., 2010; Benavides, 2018; Fleer, 2011; Franco et al., 2009; Isler & Pinto, 2018; Marcondes, 2010; Mendívil, 2011), la didáctica (Egan, 2010; Egan & Judson, 2016; Foncubierta & Rodríguez, 2016; Judson & Egan, 2013; López, 2017; Rodríguez, 2010; Rodríguez, 2017), la psicología cognitiva (Echeverri, 2013; Egan & Judson, 2012; Lane et al., 2016; Martarelli et al., 2015; Weisberg et al., 2015), la estética (Suárez, 2009), la geografía (Trifilio, 2016), la historia (Bel, 2017), la literatura (Koscianski et al., 2018) y la filosofía (Colectivo filosofar con chicos, 2017; Espinosa, 2017); desde estos se han realizado aportes importantes en el ámbito educativo, de manera que resulta pertinente revisar los planteamientos que realizan acerca de la imaginación, para encontrar los aspectos útiles para la Educación Básica Primaria y en particular para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

En las concepciones sobre la imaginación que se plantean en las unidades de análisis se resalta su carácter creador (Echeverri, 2013; Egan & Judson, 2016; Franco et al., 2009; Marcondes, 2010; Mendívil, 2011; Suárez, 2009; Trifilio, 2016), su calidad de recurso para la enseñanza y el aprendizaje (Egan, 2010; Egan & Judson, 2012; Espinosa, 2017; Fleer, 2011; Foncubierta & Rodríguez, 2016; Judson & Egan, 2013; Rodríguez, 2010; Weisberg et al., 2015) y su vínculo con el arte (Egan & Judson, 2016; Isler & Pinto, 2018; Rodríguez, 2017; Suárez, 2009). Además, se hace alusión a su aporte para la generación de conocimiento científico (Egan, 2010; Egan & Judson, 2016; Mendívil, 2011; Rodríguez, 2017), teniendo en cuenta su vínculo con la realidad (Lane et al., 2016) y la experiencia (López, 2017; Martarelli et al., 2015).

Ligado a lo anterior, se tiene que el campo afectivo, las emociones, los sentimientos (Echeverri, 2013; Koscianski et al., 2018; Marcondes, 2010; Trifilio, 2016), el intelecto, mente y razonamiento (Benavides, 2018; Egan & Judson, 2016; Foncubierta & Rodríguez, 2016; Koscianski et al., 2018; Martarelli et al., 2015), son algunos de los elementos relacionados con la imaginación; en este orden de ideas, aprendemos cuando algo es de nuestro interés y nos emociona. En el punto de interacción de la memoria, la percepción, la duda, la generación de ideas, se encuentra la imaginación; estos componentes están presentes en el día a día del contexto escolar y a su vez son inherentes a la vida (Koscianski et al., 2018).

De los teóricos más citados en las unidades de análisis en relación con la imaginación se encuentran Vygostsky (Echeverri, 2013; Egan & Judson, 2012; Fleer, 2011; Franco et al., 2009; Isler & Pinto, 2018; Judson & Egan, 2013; Koscianski et al., 2018; Suárez, 2009), Egan (Bel, 2017;

Egan, 2010; Egan & Judson, 2016; Koscianski et al., 2018; Rodríguez, 2010), Gardner (Judson & Egan, 2013; Rodríguez, 2017; Suárez, 2009) y Bachelard (Marcondes, 2010; Suárez, 2009; Trifilio, 2016), algunos de los cuales se retomarán para el sustento teórico y metodológico de esta investigación, considerando la relevancia de sus aportes.

En relación con el tipo de unidad de análisis, 25 son artículos de investigación (15 reflexiones teóricas y diez resultados de investigación); la otra unidad de análisis es un ensayo; esto sugiere la pertinencia de trascender las reflexiones para hacer uso de ellas en las prácticas de aula. Adicionalmente, debido al carácter reflexivo de la mayoría de las unidades de análisis encontradas, las estrategias y actividades que se pudieron hallar fueron pocas; aun así, se hace referencia al juego, a las historias, a las predicciones, a las instalaciones artísticas, entre otras actividades (**Tabla 5**), que habitualmente se trabajan en las aulas de la Educación Básica Primaria. Dichas estrategias y actividades no se conectan con la imaginación desde su concepción como proceso, asunto que se pretende profundizar en el presente trabajo, sino desde una perspectiva lúdica.

A pesar del carácter relevante de la imaginación, esta es un elemento que no está presente de manera significativa en el contexto educativo a nivel práctico, y cuando se hace referencia a ella desde el ámbito teórico, se hace de manera somera (Ramírez, 2013); muestra de ello es que de los artículos de investigación que se revisaron, solo se encontró uno (Hernández, 2014) que evidencia una relación directa entre la enseñanza de las Ciencias Naturales y la imaginación, pero a nivel de la Educación Básica Secundaria. Ante esta situación, la presente investigación pretende brindar argumentos y evidencias de la importancia de incluir la imaginación en la Educación Básica Primaria y en concreto en la enseñanza de la Física.

1.2.3 Papel de la imaginación en los procesos de construcción de conocimiento científico

“... ¿no se necesita imaginación para pensar que una fuerza actúe a millones de kilómetros de distancia, para suponer que el tiempo se dilata o para pensar en la singularidad del Big-Bang? Sin embargo, pocas veces nos detenemos en el quehacer diario a asombrarnos por la capacidad de imaginar en ciencia...”

(Gómez, et al., 2012, p. 21)

Uno de los intereses del presente trabajo es encontrar los nexos entre la imaginación y la ciencia; específicamente conocer cómo esta primera aporta a la generación de conocimiento científico. Al contrario de lo que pudiera pensarse, la imaginación, al estar ligada a la actividad de la mente, puede hacer aportes en el campo del conocimiento en general y del conocimiento científico en particular (Vygotsky, 2003).

En la **Tabla 6**, se presentan algunos indicadores de las unidades de análisis encontradas (25) para este núcleo temático, tales como: país de publicación, autor, tipo de trabajo, fundamento metodológico, campo de conocimiento, referencia al conocimiento en general o al científico; principales referentes teóricos en que se fundamentan y la concepción acerca de la imaginación en relación con los procesos de construcción de conocimiento científico.

Tabla 6*Imaginación, conocimiento y conocimiento científico*

País	Autor/Año	Tipo de trabajo	Fundamento metodológico	Campo de conocimiento	CG ¹⁸ /CC ¹⁹	Marco teórico	Concepción imaginación
Alemania	Vieweg, 2009	REF	NA	Filosofía	CG	Heggel, Hume, Kant	Relacionada con la intuición, la representación, el espíritu.
España	Cuevas, 2010	REF	NA	Filosofía	CC	Aristóteles, Epicuro, Sartre, entre otros	Desborda la imagen, la ensancha, le da vida con los sentimientos y con la biografía de cada uno, con los propios miedos y deseos.
Alemania	Dreher, 2012	REF	NA	Filosofía	CG	Popitz y Schütz	Capacidad que llega más allá de lo que realmente pasa, es más amplia que la realidad de la percepción, capacidad de realizar lo alternativo y concebir contrarrealidades.
Brasil	Gurgel & Pietrocola, 2011a	INV	CL	Física	CC	Einstein	Es una manera con la que el pensamiento conceptual busca, de modo creativo, establecer reglas que organicen la realidad, es un acto creador del pensamiento científico. Desde la perspectiva einsteniana de la ciencia, la imaginación no se restringe a la reproducción mental de datos sensoriales. Acto creador que busca aprehender la realidad exterior extrapolando la percepción, la imaginación parte de la relación del sujeto con el exterior y desde ahí opera el pensamiento.
Brasil	Massimi, 2011	REF	NA	Filosofía, teología	CG	Agostinho, Aristóteles, Tomás de Aquino	Se considera un fenómeno síquico. Es receptora de contenidos a través de los sentidos, lo que deviene en actividad.
Brasil	Gurgel & Pietrocola, 2011b	REF	NA	Epistemología	CC	Einstein	Aspecto subjetivo para la elaboración del conocimiento, proceso creativo, creación de objetos en un sistema simbólico, da forma a las posibilidades de representación, teniendo en cuenta la subjetividad a la hora de aprehender el mundo perceptible.
Venezuela	Cegarra, 2012	REF	NA	Epistemología, sociología	CG	Castoriadis, Durand, Zolla, entre otros	Elemento fundante del conocimiento. Estado de producción y reproducción de imágenes. Capacidad individual, que parte de la realidad social para imitarla o re-crearla, y que remite al uso de imágenes como vehículos de su manifestación, está socialmente reconocida.
España	Gómez et al., 2012	REF	NA	didáctica de las ciencias experimentales	CC	No especifica	Necesaria para pensar asuntos científicos, interpretar datos, elaborar teorías.
Colombia	Sánchez, 2012	ESY	NA	Filosofía	CC	Bachelard, Heidegger, Ortega	Núcleo del psiquismo creador y fuerza humanizante.
Argentina	Lamas, 2013	ESY	NA	Filosofía	CG	Aristóteles, Coccia,	No es lo opuesto al pensamiento, sino que es su motor, desencadena el pensamiento y su actualidad.

¹⁸ Conocimiento en general¹⁹ Conocimiento científico

Argentina	Carrión, 2013	ESY	NA	Filosofía	CC	Heidegger y Sartre Smith y Vico	Acción clave para conocer el modo en que el hombre conoce, permite reunir percepciones, explicar la construcción y sucesión de sistemas científicos filosóficos y comprender la aceptación de teorías alternativas en el tiempo. Actúa sobre el conocimiento, posibilitando crear y descubrir vínculos entre fenómenos o ideas aparentemente inconexas, es decir, están en la base de la creatividad humana.
España	Casaban & Candel, 2013	REF	NA	Filosofía	CC	Aristóteles, Averroes, Alejandro de Afrodisia, Locke, Berkeley	Juega un papel fundamental en los procesos de conocimiento intelectual. Es lo específico del individuo humano como ser inteligente.
Colombia	Moreno, 2013	REF	NA	Comunicación	CG	No especifica	Forma parte de la vida cotidiana, es diferente de la fantasía ya que es un escenario para la acción, tiene sentido individual y colectivo.
Colombia	Pérez, 2013	REF	NA	Epistemología	CC	Durand	Dimensión constitutiva del ser, facultad para librarnos de la impresión inmediata suscitada por la realidad a fin de penetrar en su sentido más profundo. Cumple una función esencial en la comprensión de la realidad, apropiándola como posibilidad y recurso en la elaboración de un sentido más profundo y significativo.
México	Lapoujade, 2014	REF	NA	Filosofía, antropología	CC	Bachelard	Función de formación, de configuración, ya que segrega formas y produce metamorfosis. Imaginar es construir, afirmar, proponer, y formar imágenes sobre la negación y la transgresión, que son, por así decir, los dínamos de su actividad. La imaginación segrega productos que ella inserta-injerta en todo lo que de alguna manera es dado.
México	Nava, 2015	REF	NA	Diseño	CC	No especifica	Proceso en el cual las ideas derivan en imágenes, que, a su vez, conforman una visión que no existe en realidad, al menos en términos objetivos, tangibles o sensitivos. La imaginación es un proceso que puede dirigirse como disciplina que ordena una serie de elementos que permitan una capacidad superior de estructurar formas, específicamente dirigidas a resolver problemáticas particulares sobre innovación.
Colombia	Carbonell, 2015	REF	NA	Filosofía	CC	Aristóteles	Movimiento constructivo, que sirve de condición de posibilidad para la percepción.
Estados Unidos	Magid et al., 2015	INV	CL	Sicología cognitiva	CG	Singer y Singer, Walker y Gopnik	Ligada a la cognición, fundamental para el aprendizaje, para resolver problemas estableciendo relaciones abstractas entre esos y su solución, incluso cuando las respuestas son correcto o incorrecto respecto a los hechos del mundo.
Polonia	Walerich, 2015	ESY	NA	Filosofía y teología	CG	Dionisio	Sobrepasa lo exterior y lo superficial que se le atribuía tradicionalmente. No sólo es un fundamento del pensamiento discursivo, sino que también constituye un ejercicio espiritual que ha de intensificar el proceso de pensamiento. La imagen y la imaginación son un medio que ayuda a vencer la inefabilidad de la experiencia mística.
Argentina	Vázquez et al., 2016a	ESY	NA	Filosofía y psicología	CG	Aristóteles, Kant, Piaget y Santo Tomás	Suerte de movimiento que no puede producirse sin la sensación y vuelve al sujeto capaz de ejercer y padecer un sinnúmero de acciones.

Argentina	Vázquez et al., 2016b	ESY	NA	Neurobiología y neurocognición	CG	Damasio	Proceso que implica crear, interpretar y transformar representaciones visuales, mentales.
México	Rodríguez & Rosas, 2016	INV	CL	Epistemología, física, cognición	CC	Bachelard	Concepto con trayectoria histórica, tipo particular de razonamiento; un razonamiento simbólico-imaginativo en donde los símbolos, son considerados pre-conceptos, esquemas simbólicos mediadores entre los fenómenos de la realidad y su estructuración conceptual (formalización y validación).
Suiza	Dorsch, 2016	ESY	NA	Filosofía	CG	Dorsch	Generadora de conocimiento fáctico.
España	Alcaraz, 2016	ESY	NA	Literatura	CG	No específica	Relacionada con la ficción, la visualización, la experiencia imaginativa, la creencia.
Suecia	Williamson, 2016	ESY	NA	Cognición	CG	No específica	Capacidad del ser humano, puede ser voluntaria o involuntaria.
Total	25						

En todas las unidades de análisis se hace referencia al aporte de la imaginación en la generación de conocimiento, especificándose en algunas de ellos (12) asuntos relacionados con el conocimiento científico (**Tabla 6**). Las áreas desde las que se abordan las unidades de análisis difieren del terreno de las Ciencias Naturales y particularmente de la Física; sin embargo, se realizaron dos hallazgos en esta última que dan cuenta de la imaginación (Gurgel & Pietrocola, 2011a; Rodríguez & Rosas, 2016). Según lo planteado en estos trabajos, la imaginación permite crear objetos en diversos sistemas simbólicos, los cuales son mediadores entre el fenómeno de la realidad (físico) y el concepto; además, esta amplía la experiencia, y por más subjetiva que parezca, no puede desvincularse de los compromisos y objetivos de la ciencia y por tanto de la Física.

Rodríguez y Rosas (2016) afirman que el diseño, adaptación y construcción de nuevos instrumentos, implican procesos cognitivos a nivel individual y social, y en ese sentido, que la imaginación ha sido abordada desde el punto de vista filosófico y psicológico en relación con el conocimiento y el pensamiento. También señalan que, para la epistemología de la imaginación, esta última es considerada como un tipo de razonamiento en el que los símbolos hacen las veces de preconceptos y en el que los esquemas simbólicos son mediadores entre los fenómenos de la realidad y la conceptualización estructurada de los mismos. Para estos autores, la enseñanza de la ciencia no es concebida en relación con un cúmulo de conceptos; por el contrario, hacen evidente la importancia de promover la imaginación en la construcción de nuevos instrumentos materiales y mentales.

Por su parte Gurgel y Pietrocola (2011a), siguiendo a Granger (1998) y a Bronowsky (1998), definen la imaginación como la creación de objetos en un sistema simbólico por medio de la composición de representaciones mentales presentes en el imaginario del individuo creador; lo anterior permite una relación con el mundo a través de los sentidos y de las construcciones simbólicas, lo que posibilita el desarrollo del pensamiento conceptual. Los conceptos son clasificados como primarios y secundarios, los primeros están relacionados con el mundo sensible, son extraídos directamente de la experiencia sensorial; con estos se crean categorías sobre los objetos, las cuales son la primera fase de creación de conceptos. Los segundos son más abstractos y se relacionan por medio de la lógica, permiten lograr una nueva comprensión de los conceptos primarios.

Para estos autores, la imaginación científica no es una actividad libre, aunque sea subjetiva, no puede desvincularse de los valores de la ciencia. Las producciones simbólicas son sometidas a

reglas basadas en la racionalidad, lo que las hace válidas, otorgando a la imaginación un papel importante en la ciencia, ya que es “la forma en que el pensamiento conceptual busca creativamente establecer reglas de organización de la realidad” (Gurgel & Pietrocola, 2011a, p. 95). Si bien el pensamiento opera sin restricciones, es guiado hacia la búsqueda de una respuesta válida, de este modo, la imaginación adquiere un carácter objetivo.

Retomando a Einstein, Gurgel y Pietrocola (2011a) exponen que la imaginación no se reduce a una reproducción mental de los datos sensoriales, debiendo ser considerada como un acto creador que busca aprehender y explicar la realidad externa extrapolando la percepción. En el contacto con el exterior, el sujeto adquiere las primeras percepciones mentales, las cuales son las bases de las representaciones para que el pensamiento opere, estas últimas se vinculan con una estructura que da significado a las percepciones fragmentadas, proceso en el que la imaginación es racionalizada, dando el salto a la creación y de este modo, regresando a la realidad.

Gurgel y Pietrocola (2011a) presentan las tres etapas que Einstein propone para el momento creativo. La primera de ellas es la *percepción intuitiva de la realidad*, en esta se establece una relación subjetiva multifacética con la realidad a comprender, haciendo uso de la percepción y de los conocimientos previos del individuo. La segunda es el *salto creativo que liga las percepciones a los conocimientos generales*, estos pueden ser axiomas, principios, leyes, inéditos o reconstrucciones como ocurre en el ambiente escolar; las percepciones del individuo son por primera vez organizadas por el cuerpo de conocimientos a ser aprendido, se parte de las experiencias a los axiomas. La tercera etapa es la de las *verificaciones*, en la que a partir del conocimiento construido se constata si las experiencias se encuentran organizadas, para esto se confrontan las conclusiones en relación con la realidad percibida. En estas etapas se evidencia que la imaginación juega un papel fundamental en la creación de representaciones que expliquen una parte del mundo percibido.

Continuando con los hallazgos, también se encontraron unidades de análisis en campos de conocimiento como la teología (Massimi, 2011; Walerich, 2015), la epistemología (Cegarra, 2012; Gurgel & Pietrocola, 2011b; Pérez, 2013; Rodríguez & Rosas, 2016), la sociología (Cegarra, 2012), la psicología (Vázquez et al., 2016a), la psicología cognitiva (Magid et al., 2015), la cognición (Rodríguez & Rosas, 2016; Williamson, 2016), la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Gómez et al., 2012), la comunicación (Moreno, 2013), la antropología (Lapoujade, 2014), el diseño (Nava, 2015), la neurobiología y neurocognición (Vázquez et al., 2016b), la literatura

(Alcaraz, 2016) y la filosofía (13 unidades de análisis); esta última ha sido una de las áreas que más ha reflexionado en torno a la imaginación. Estas áreas están ligadas al campo de la educación realizando aportes significativos al mismo; en este caso particular, las consideraciones relacionadas con la imaginación, serán tenidas en cuenta a la hora de fundamentar su relevancia en el contexto educativo y de la ciencia escolar.

Una característica predominante en las unidades de análisis (25) de este núcleo es que son ensayos y reflexiones (22); solo tres de ellos son artículos de investigación (Gurgel & Pietrocola, 2011a; Magid et al., 2015; Rodríguez & Rosas, 2016). En este sentido, se pone de manifiesto la necesidad de hacer uso de las contribuciones de dichas reflexiones y ensayos como apoyo para realizar investigaciones y trabajos prácticos, pues es allí donde se reconoce el aporte de la imaginación en los procesos de enseñanza y aprendizaje en los contextos educativos.

En lo que concierne a los referentes teóricos de estas unidades de análisis, se encuentran autores como Heggel, Hume, Kant, Aristóteles, Epicuro, Sartre, Bachelard, Heidegger, Ortega, entre otros grandes pensadores que han aportado al conocimiento de la humanidad; por consiguiente, sus contribuciones respecto a la imaginación no pueden pasarse por alto. Dentro de sus consideraciones, está la imaginación como elemento fundante del conocimiento, como necesaria para pensar asuntos científicos, como posibilidad creadora, como proceso, parte de la cotidianidad, entre otras ideas (**Tabla 6**), que abren el espectro de sus posibilidades y trasgreden las percepciones del imaginario colectivo acerca de esta, como algo quimérico, efímero e infundado (Castoriadis, 1997, 2007).

Este núcleo temático brinda elementos reflexivos y teóricos acerca de la imaginación que permiten pensar en la relación de esta con la generación de conocimiento científico, específicamente en el campo de la Física. Además, posibilita un enfoque en el papel de la imaginación en la enseñanza y el aprendizaje de manera general, y particularizarlo a las Ciencias Naturales, teniendo en cuenta sus matices y sobre todo que es un asunto inherente al ser humano que lo ha acompañado desde siempre en sus procesos de pensamiento y materialización del mismo (Vygotsky, 2003).

1.2.4 Modelos mentales y enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria

“Si una persona es capaz de andar por la casa a oscuras sin grandes problemas es porque tiene un modelo mental espacial de su casa”.

(Moreira, 1996, p. 18)

En este núcleo temático se pretendía analizar aquellas unidades de análisis que integraran tres elementos a saber: los modelos mentales, la enseñanza de la Física y la Educación Básica Primaria; sin embargo, los hallazgos correspondientes a la enseñanza de la Física en este nivel fueron pocos; razón por la cual se decidió incluir aquellos que abordaran otros temas de las Ciencias Naturales y, aun así, la cantidad de artículos no fue considerable.

Es importante resaltar que desde la Ciencia Cognitiva existe un interés por explicar la manera en que piensan los seres humanos; dentro de esta se encuentra el campo de los modelos mentales, el cual viene trabajándose desde hace aproximadamente tres décadas, tomando relevancia en los últimos diez años e influyendo en el ámbito educativo (Moreira, 1996), en el que constantemente se están diseñando y aplicando estrategias de enseñanza que aportan al aprendizaje. Aunque las teorías acerca de la mente son complejas, no alcanzan la complejidad de esta (Johnson-Laird, 1983); no obstante, dan indicios que pueden ser tenidos en cuenta para la elaboración de dichas estrategias.

Los modelos mentales permiten entender el entorno, realizar predicciones, inferencias y explicaciones sobre el mismo y los fenómenos, siendo funcionales para quien los construye (Melero, 2014; Rybska et al., 2017). Son la representación interna cognitiva de las situaciones, de los hechos, objetos o conceptos en las interacciones personales diarias con el mundo natural, son análogos estructurales del mundo, dinámicos, no son réplicas exactas de los fenómenos (Dankenbring & Capobianco, 2016; Melero, 2014; Rybska et al., 2017); se construyen a partir de elementos básicos que se complejizan mediante las nuevas percepciones, la imaginación, el nivel escolar y el discurso, el cual guarda una relación de dependencia con el propio modelo mental (Calderón et al., 2013; Judson, 2011; Rybska et al., 2017).

En el proceso de generación de modelos mentales, se crean imágenes que contribuyen a la mejora de los mismos; ya que permiten inferir, predecir, seleccionar, combinar y organizar. Adicionalmente, se da la categorización y la clasificación; se identifican relaciones, diferencias,

interconexiones; y adicionalmente se establecen estructuras conceptuales referidas a procesos, objetos o eventos (Boerma et al., 2016; Kallunki, 2013). En la generación de modelos mentales es importante partir de los conocimientos previos del estudiante, para que el modelo construido sea significativo; ya que en ocasiones estos modelos pueden entrar en conflicto con los conceptos que se espera sean aprendidos. En este sentido, en un principio pueden ser cerrados, fijos, resistentes al cambio, e incluso ingenuos, persistiendo elementos de los modelos construidos inicialmente basados en la observación directa y en la información extraescolar, a pesar de la incorporación de nuevas explicaciones. Luego son ampliados y modificados en un proceso constante, según el niño los expresa, reflexiona, discute, va adquiriendo variedad y cantidad de experiencias, estableciendo relaciones entre proposiciones, abstracciones, construyendo esquemas y estructuras más complejas (Calderón et al., 2013; Dankenbring & Capobianco, 2016; Judson, 2011; Öztürk & Doğanay, 2013; Rybska et al., 2017).

Para incorporar los modelos científicos, es necesario que los profesores conozcan los modelos mentales que los estudiantes poseen acerca de los fenómenos, ya que estos se constituyen en puentes entre las teorías científicas y el mundo experimentado; y dependen de la percepción, la edad, la mediación cultural y de la instrucción dada. En este sentido, la adquisición de conocimientos implica recursos internos como modelos mentales, pero también recursos externos como los artefactos culturales (Dankenbring & Capobianco, 2016; Frappart et al., 2014; Kallunki, 2013; Öztürk & Doğanay, 2013; Rybska et al., 2017).

Para la representación de los modelos mentales, los estudiantes hacen uso de dibujos y diagramas en los que incluyen la animación de los objetos y analogías humanas, dichas representaciones y sus explicaciones apoyan el desarrollo de construcciones conceptuales y de argumentos. Las explicaciones que hacen los estudiantes acerca de las representaciones construidas, favorecen la comprensión de estas por parte del investigador; sin embargo, en la investigación con niños no es fácil obtener gran cantidad de información y argumentos, razón por la cual es necesario elaborar las preguntas de manera precisa, ya que esto puede tener incidencia en sus respuestas (Calderón et. al, 2013; Dankenbring & Capobianco, 2016; Frappart et al., 2014; Judson, 2011; Melero, 2014; Rybska et al., 2017).

Melero (2014) hace referencia a teorías cognitivas como la de Piaget, en el marco de la cual, las nuevas situaciones que se adquieren a partir de la interacción con el medio se incorporan a la estructura cognitiva del sujeto (asimilación) y luego se ajustan (acomodación) en función de

las necesidades; dichos procesos generan *esquemas* que posibilitan adaptaciones más complejas y un aumento en la cantidad de información que se es capaz de manejar. Aludiendo a Vygotsky, Melero (2014) plantea que el sujeto analiza las ideas que provienen del exterior y crea las propias representaciones; durante la infancia estos conceptos están vinculados a la experiencia directa que el niño tiene. Desde Vergnaud, Melero (2014) hace referencia al constructo de esquema como la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones; dichos esquemas son herramientas de adaptación de objetos y situaciones, por tanto, dinámicos y funcionales, pudiendo modificarlos cuando resultan ineficaces para resolver una tarea determinada, en un proceso de asimilación-acomodación Piagetiano.

En cuanto a los indicadores para este núcleo temático (**Tabla 7**), se encuentra que para las unidades de análisis los autores más citados son Vosniadou (Calderón et al., 2013; Dankenbring & Capobianco, 2016; Frappart et al., 2014; Kallunki, 2013; Karagöz & Sağlam, 2012; Öztürk & Doğanay, 2013; Rybska et al., 2017) y Johnson-Laird (Boerma et al., 2016; Dankenbring & Capobianco, 2016; Frappart et al., 2014; Melero, 2014; Rybska et al., 2017). En estas unidades de análisis se abordan asuntos como la complejidad de los modelos mentales y su relación con el contexto, la edad, las ideas alternativas, el conflicto cognitivo, entre otros aspectos que han sido objeto de estudio en la teoría de los modelos mentales; sin embargo, no se profundiza en ellos, desconociendo así su potencial para el trabajo con modelos mentales desde la escuela.

Respecto a los elementos de la Teoría de los Modelos Mentales abordados, en la mayoría de unidades de análisis se hace referencia a la definición y características de los modelos mentales (Calderón et al., 2013; Dankenbring & Capobianco, 2016; Frappart et al., 2014; Judson, 2011; Kallunki, 2013; Melero, 2014; Öztürk & Doğanay, 2013; Rybska et al., 2017); además se establecen relaciones entre los modelos mentales con teorías como la de Piaget, Vygotsky y Vergnaud (Melero, 2014); con la creación de imágenes mentales (Boerma et al., 2016) y con el cambio conceptual (Rybska et al., 2017). No obstante, el componente teórico es abordado de manera superficial, desdibujándose su papel fundamental en la comprensión de los fenómenos tratados.

En lo referente a las asignaturas y campos del conocimiento como la Física, la Biología y la Psicología, se abordan diversas temáticas (el sistema solar, el ambiente desértico, la electricidad, el átomo, la gravitación, entre otras). Estos hallazgos ponen en evidencia que los temas considerados complejos en Ciencias Naturales pueden ser abordados desde la Educación Básica

Primaria; los niveles de profundización pueden variar, pero la dificultad no debe ser una condición restrictiva para su enseñanza; una aproximación conceptual desde etapas iniciales, resulta interesante y necesaria debido a que permite una comprensión posterior más profunda en los diferentes temas.

Para las intervenciones en aula con modelos mentales se utilizan estrategias como dibujos (Judson, 2011), material didáctico para elaboración de los modelos (Calderón et al., 2013), experimentos, observaciones, discusiones en grupo (Kallunki, 2013), imágenes, análisis, argumentación, reflexión (Melero, 2014), narraciones (Boerma et al., 2016), explicaciones, videos, organizadores gráficos (Dankenbring & Capobianco, 2016), entre otras, que se presentan en la **Tabla 7**. Con el uso de estas estrategias, la exteriorización de los modelos mentales es fundamental para conocer aquellos que los estudiantes poseen en su estructura cognitiva; por tanto, en los trabajos se da relevancia a la explicación que estos hacen de sus elaboraciones relacionadas con las temáticas abordadas; lo que a su vez permite poner en evidencia el nivel de comprensión adquirido.

En la **Tabla 7** se muestran los indicadores de análisis para este núcleo temático.

Tabla 7*Modelos mentales y Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria*

Autor	País	Tipo de trabajo	Fundamento metodológico	Asignatura/ Área de conocimiento/Temática	Referente teórico	Estrategias didácticas	Elementos de la TMM abordados	Referencia a la imaginación
Karagöz & Sağlam, 2012	Turquía	INV	CL	Física-Estructura del átomo	Vosniadou	Test de preguntas abiertas	No mencionan	NO
Judson, 2011	Estado Unidos	INV	CNT	Biología -Ambiente desértico	Franco y Kirkley	Salidas de campo, trabajo con la familia, dibujos, protocolos de explicación	Definición y características de los modelos mentales, maneras de representación	NO
Calderón et al., 2013	México	INV	CL	Física- Sistema solar	Vosniadou	Uso de material: balones de diferentes tamaños, superficie de fieltro negra, dibujos del sistema solar	Características de los modelos mentales; maneras de representación	NO
Kallunki, 2013	Finlandia	INV	CL	Física- Electricidad, circuitos de corriente continua	Nersessian; Rouse y Morris; Vosniadou	Observaciones empíricas, experiencias sensoriales, experimentos cualitativos. Uso de tarjetas que simulan los elementos de un circuito. Discusiones en grupos pequeños.	Definición y características de los modelos mentales	NO
Öztürk & Doğanay, 2013	Turquía	INV	CL	Física- Forma de la tierra y gravedad	Vosniadou	Realización de preguntas y dibujos	Características de los modelos mentales	NO
Frappart et al., 2014	Francia	INV	CNT	Física- Gravitación universal	Halford; Held; Johnson Laird; Vosniadou	Cuestionario compuesto de preguntas de selección múltiple, abiertas y cerradas, incluye caricaturas, imágenes y modelos	Definición y características de los modelos mentales	NO
Melero, 2014	España	TESIS DOCTORAL	CL	Biología - Concepto de carnívoro	Johnson Laird; Piaget; Vygotsky; Vergnaud; Ausubel	Secuencia didáctica, observación dirigida, uso de imágenes, discusión, análisis, argumentación, reflexión	Definición y características de los modelos mentales; relación con teorías como la de Piaget, Vygotsky y Vergnaud; maneras de representación	SI
Boerma et al., 2016	Países Bajos	INV	CNT	Sicología-Comprensión de historias	Johnson-Laird	Narraciones con textos e imágenes	Relación de los modelos mentales con la creación de imágenes mentales	SI

Dankenbring & Capobianco, 2016	Estados Unidos	INV	CNT	Física- Relaciones tierra-sol	Franco y Colinvax; Johson Laird; Greca y Moreira; Halford; Norman; Vosniadou	Diseños, tareas de ingeniería, trabajo en grupo en diseños y planes para la explicación de la relación sol-tierra, lectura y discusión de libro, video, organizador gráfico	Definición y características de los modelos mentales; maneras de representación	NO
Rybska et al., 2017	Polonia	INV	CNT	Biología – Estructura interna de los árboles	Johnson Laird; Vosniadou	Dibujos y sus explicaciones	Definición y características de los modelos mentales, relación con el cambio conceptual, formas de representación	SI
Total	10							

Tal como se muestra en la **Tabla 7**, solo tres unidades de análisis hacen referencia explícita a la imaginación, pero sin profundizar en ella. Melero (2014) y Rybska et al. (2017), hacen alusión a esta al referirse a los modelos, expresando que están contruidos a partir de unos elementos básicos, que se van organizando y acrecentando mediante diversos elementos entre ellos, la imaginación. Boerma et al. (2016) por su parte, se refieren a la imaginación al hablar de cómo la lectura de imágenes ayuda a la comprensión de historias, esta práctica requiere el uso de imágenes mentales; lo que aporta además a la formación de modelos mentales. Igual que en los núcleos temáticos anteriores, la imaginación no es planteada de manera explícita como un asunto relevante, vista como proceso, ni como un asunto de importancia en la enseñanza y el aprendizaje.

En lo que compete al tipo de texto, para este núcleo temático se encuentran nueve artículos de investigación y una tesis doctoral. Si bien el campo de los modelos mentales ha venido tomando fuerza, son pocas las unidades de análisis halladas (10); debido a que se focaliza la búsqueda en el campo de la enseñanza de las Ciencias Naturales y para una población específica como la Educación Básica Primaria. Además, se observa que los textos incluyen una mayor proporción de investigaciones que en los núcleos anteriores; sin embargo, el reducido número de trabajos en comparación con los de otros niveles educativos sugiere que el campo de los modelos mentales en Física y en la Educación Básica Primaria puede enriquecerse, dado su papel importante para la elaboración de explicaciones y generación de conocimiento desde etapas iniciales.

En el campo de la enseñanza de las ciencias son relevantes los modelos mentales que se construyen de los estados de cosas o fenómenos, convirtiéndose en objeto de estudio; a su vez, estos se tornan importantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje dado su aporte a la construcción estructurada de explicaciones. Por consiguiente, las competencias que se desarrollan en torno a la elaboración de dichos modelos deben abordarse desde las etapas escolares iniciales para que se consoliden a partir de esos momentos.

Los focos de interés resaltados en los núcleos temáticos, ponen en evidencia que para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria no se retoman elementos de la imaginación para el planteamiento de las estrategias, ni para el sustento teórico de los trabajos; a pesar de que las reflexiones relacionadas con la importancia de la imaginación para la enseñanza desde etapas iniciales son considerables en número y

profundidad. De otro lado, respecto a los modelos mentales en este nivel y área, se encuentran escasos resultados, lo que sugiere la pertinencia de realizar estudios en esa dirección.

De lo anterior se concluye que establecer relaciones entre la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria, la imaginación creadora y los modelos mentales, constituye un campo de estudio que merece la pena atender, con el propósito de aportar a los procesos de enseñanza y aprendizaje, al retomar elementos importantes que se han trabajado y profundizado; pero también otros a los que se ha dado una mirada superficial, como es el caso de la imaginación creadora en la enseñanza de las Ciencias Naturales (Egan, 1994). El presente trabajo centra la mirada en la posibilidad de establecer relaciones de carácter teórico y práctico entre los elementos mencionados y en el aporte de estas al campo de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar las relaciones de carácter teórico-práctico que pueden establecerse entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales sobre el fenómeno día-noche.

2.2 Objetivos específicos

- Definir la relación entre la percepción y los primitivos conceptuales de los modelos mentales construidos por los niños.
- Describir el mecanismo de la revisión recursiva de la Teoría de los Modelos Mentales a la luz de los procesos de la actividad imaginativa.
- Identificar la relación existente entre la materialización de la actividad imaginativa y la externalización de los modelos mentales.

3 Marco teórico

En este apartado se presentan los referentes teóricos que se constituyen en el fundamento de la presente investigación: Imaginación, educación y tipos de comprensión o pensamiento (Egan, 2018); Imaginación creadora y realidad (Vygotsky, 2003; Ribot, 1901); Modelos Mentales (Johnson-Laird, 1983; Rodríguez, 2008) y Enseñanza de las Ciencias Naturales en las etapas escolares iniciales (Furman, 2016); así como el diálogo establecido entre algunos de los elementos que hacen parte de estos referentes.

3.1 Imaginación, educación y tipos de comprensión o pensamiento

Imaginación, una palabra ampliamente utilizada en el argot popular. En el imaginario colectivo se ponen de manifiesto creencias tales como que su presencia en los sujetos va disminuyendo a medida que pasan los años, que los que imaginan son los niños, y que es un asunto que puede interponerse causando dificultades en su proceso educativo (Castoriadis, 1997, 2007; Egan, 1994).

Como se menciona en el apartado de la revisión de literatura, las concepciones acerca de la imaginación son diversas, estas se han elaborado a lo largo de la historia desde diferentes perspectivas. Dichos abordajes, los diferentes estudios relacionados con el funcionamiento de la mente y los procesos de pensamiento que en esta se llevan cabo, permiten realizar nuevas construcciones y conceptualizaciones al respecto.

Egan (2018) define la imaginación como “la dinámica, la causa eficiente, es la construcción generativa del significado, una de alguna manera misteriosa capacidad que todos poseemos, que es central para el aprendizaje” (p. 45). De modo que permite edificar y crear; encontrándose inmersa en elementos que la condicionan como la lógica acumulativa del conocimiento y la naturaleza del desarrollo biológico; en este sentido, entre más experiencia, información e impresiones se acumulen, mayor cantidad de elementos se tienen para imaginar (Vygotsky, 2003). No obstante, desde las teorías educacionales y del desarrollo psicológico, la imaginación y su papel no son abordados a profundidad, una de las razones para ello es su naturaleza altamente compleja (Vygotsky, 2003).

Los acontecimientos que se presentan en el proceso del desarrollo cultural se abordan de manera diferente en la medida en que sufren cambios y evolucionan; este proceso macro se relaciona puntualmente con la imaginación en términos de su concepción de capacidad humana que permite pensar en otras perspectivas cuando las actuales se transforman o no satisfacen las necesidades (Vygotsky, 2003). Comprender la imaginación no es un asunto sencillo; sin embargo, su papel en el desarrollo de la cultura es evidente y de gran relevancia dado que “la historia cultural es un campo general en el cual la imaginación humana opera dentro de las limitaciones y condicionantes de la *psyche* humana” (Egan, 2018, p. 49).

3.1.1 La imaginación en el contexto educativo

El desarrollo de la cultura occidental lleva implícitos elementos que han marcado su historia y que se mantienen vigentes, uno de ellos y de gran relevancia es el educativo; respecto al cual Egan (2018) describe tres visiones, una de ellas da primacía a la socialización, otra a la acumulación de conocimiento, y una tercera a explotar el potencial que ya tienen los estudiantes. Desde cada una de estas perspectivas surgen objetivos, programas y modus operandi que conllevan puntos de convergencia y divergencia.

La primera de estas es la *Durkheimniana*, la cual plantea que la socialización está ligada al lenguaje; además, que es fundamental infundir normas y creencias para construir el ambiente en el que el sujeto crece; en este contexto la educación juega un papel fundamental al perpetuar elementos que permiten y exigen la vida colectiva (Durkheim, citado en Egan, 2018). Desde la segunda perspectiva relacionada con el *platonismo*, es fundamental el saber, la comprensión del mundo, de la realidad, y el estudio de las formas de conocimiento; en ese sentido, la escuela trasciende su papel socializador dando primacía a la razón. En la tercera visión o la llamada *Rousseauniana* se hace énfasis en potenciar lo que el niño ya trae, en la esencia de este, en permitir su desarrollo sin pretender volverlo adulto de manera acelerada pasando por encima de sus procesos naturales.

Teniendo en cuenta lo anterior, es válido preguntarse por la visión de la educación en nuestros contextos, si esta tiene en cuenta características propias de los niños que son necesarias en procesos de formación y aprendizaje orgánicos como, por ejemplo, que estén inmersos en creaciones de fantasía propios de su naturaleza y generadores de motivación.

También, si son generados espacios que promuevan conflictos cognitivos que pongan en actividad su pensamiento y les permitan transitar hacia universos formales, estableciendo conexiones y configuraciones que, al ser construidas por ellos, se tornan significativas desde su capacidad de razonar y que, además, son refinadas a medida que se ejercitan con mayor frecuencia.

En este sentido, surgen discusiones en torno a lo que es y no adecuado enseñar, las cuales son influenciadas por asuntos contextuales y de intereses que guardan una estrecha relación con lo económico. En consecuencia, asignaturas como la historia y la geografía han desaparecido o se les ha restado importancia gracias al afán de que el niño se aproxime a su contexto solo desde lo pragmático; planteando además que la comprensión de estos campos de saber no se da hasta la adolescencia, lo cual no es cierto (Egan, 2018).

Desde una mirada histórica la educación es uno de los campos que conserva sus características de origen; en consecuencia, en términos de su actualización, se hace necesario reconceptualizarla y además “repragmatizarla”, teniendo presente los cambios socioculturales y contextuales que están implícitos en el devenir de los tiempos, ya que cuando se pasan por alto esas dinámicas, se continúa colmando al niño de trivialidades, en lugar de permitirle que explore el mundo de una manera más rica a través de su imaginación. De manera que, para una educación en esta línea es pertinente tener presente que su actividad mental, emocional e imaginativa, posee un gran potencial y de este modo las propuestas de enseñanza deberían estar encaminadas a su fortalecimiento (Egan, 2018).

Sin embargo, respecto a la inclusión de la imaginación en el ámbito educativo existen resistencias que tienen que ver con asuntos de génesis, pues la educación fue concebida como una opción para formar obreros; es decir, personas que sirvieran a un sistema productivo (Egan, 2018). Estar fantaseando, término que muchas veces se equipara con el de imaginación, desvirtuándose el significado real de este último, no es rentable ya que “se pierde tiempo para lo que realmente importa y es necesario”. Desde esas ideas se desconoce que la imaginación permite pensar en posibilidades, innovar, inventar y que es una capacidad que enriquece el pensamiento racional; de este modo, no ha sido objeto fundamental en las investigaciones en educación, pues históricamente se ha tomado como una capacidad sospechosa y poco confiable. Es necesario señalar, además, que la imaginación es un concepto de alta complejidad y dificultad a la hora de ser investigado, de allí que sea dejado

de lado. Asimismo, ha representado conflictos con la racionalidad, la cual ocupa un papel primordial dentro de los objetivos de la educación; en este mismo sentido se plantea que:

Las autoridades en general piensan que la imaginación no es fácilmente compatible con el orden, las ideas y sistemas convencionales, los estructurales esquemas curriculares, etcétera, y esto no estimula su estudio [...] la imaginación es tratada como la rica visita que es de alguna manera excéntrica, que puede descontrolarse en cualquier minuto (Egan, 2018, p. 51).

3.1.2 Tipos de comprensión e instrumentos intelectuales; pensamiento y lenguaje

El campo educativo se ve influenciado constantemente por el componente sociocultural, podría decirse que le es inherente ya que es allí donde surge. Cada sociedad posee unos “instrumentos intelectuales” que le permiten aproximarse al mundo, y que permean a su vez el entendimiento de los individuos. Estos instrumentos se adquieren en la interacción contextual y se van interiorizando; por lo tanto, las comprensiones construidas dependen del conjunto de sistemas simbólicos que se edifica de manera orgánica en la relación con otros grupos, siendo la mente influenciada por los entornos socioculturales en los cuales los instrumentos juegan un papel mediador y permiten realizar conexiones con lo educativo; además llevan implícita la complejización del lenguaje que incluye la oralidad, la alfabetización, la reflexión y el desarrollo de formas lingüísticas sistemáticas, abstractas y teóricas (Egan, 2018).

De allí que la mente no está aislada de la cultura; la adquisición del lenguaje está condicionada por esta última y lo mismo sucede en sentido contrario; es decir, no se puede tener acceso a ciertas dimensiones del lenguaje si no existe un desarrollo e inmersión culturales, pero a su vez el lenguaje supedita, mediante la adquisición de las herramientas cognitivas, el acceso a los ofrecimientos culturales y el desarrollo de la cultura misma. Teniendo en cuenta lo anterior, desde el campo educativo se plantea que “la tarea de la educación consiste en hacer que esta comprensión basada en el lenguaje sea lo más rica posible” (Egan, 2018, p. 128). Es de suma importancia reconocer que el lenguaje no sirve

solo para expresarnos o para reflejar la realidad; es además una herramienta que permite la ampliación de nuestra experiencia, deleite estético y comprensión; tiene vida propia.

En relación con la comprensión, Egan (2018) plantea que no está necesariamente ligada a la edad, sino a las herramientas cognitivas que se vayan adquiriendo. En este sentido, el autor propone cinco “cajas de herramientas” o formas de comprender el mundo, que denomina tipos de pensamiento o comprensión. Estos tienen que ver con lo corporal o mimética, la oralidad o mítica, la lectoescritura o romántica, las abstracciones y metarrelatos o filosófica, y con la reflexión consciente de lo que sucede en cada uno de estos tipos de pensamiento o irónica.

El desarrollo de estos tipos de pensamiento puede rastrearse a lo largo de la historia sociocultural, en la que se evidencia una estrecha relación con el intelecto. En lo referente al desarrollo cultural, se encuentra un vínculo con el desarrollo de la escritura y con diversos inventos que llevaron a otros; lo que a su vez implica nuevas formas de comprender que están atravesadas por condiciones sociales y psicológicas.

Respecto al componente psicológico, se plantea que el proceso de maduración no es solo biológico, sino que está ligado a asuntos socioculturales. Algunas teorías cognitivas como la piagetiana, consideran la maduración como limitante del aprendizaje (Egan, 2018); este autor por su parte, sugiere que el aprendizaje se da en la medida de la adquisición de los instrumentos intelectuales, y se centra en el estudio de estos en lugar de la edad; sin embargo, no desconoce la existencia de una relación entre esta con la adquisición de los tipos de comprensión. Adicional a ello, se tiene que cada transición cognitiva implica una nueva manera de representar la realidad y unas nuevas formas de cultura; no se afronta de la misma manera la realidad desde el cuerpo (mimética), que desde lo oral (mítico) o lo escrito (romántico), por ejemplo.

Egan (2018) relaciona los cinco tipos de pensamiento o comprensiones con las diferentes fases que atraviesa el desarrollo del lenguaje. La primera de ellas es *la somática*, esta se manifiesta antes del desarrollo del lenguaje oral y continúa durante toda la vida, vinculándose y modificándose con los otros tipos de comprensión. “En esencia, la comprensión somática es el resultado del descubrimiento del cuerpo por la mente del niño” (Egan, 2018, p. 350); este recibe respuestas del mundo ante sus acciones y se da cuenta de la utilidad del cuerpo para sus propósitos, estableciendo una comunicación con lo que le rodea.

De manera que, dicho tipo de comprensión tiene que ver con la corporeidad, los gestos, los movimientos; relacionándose en consecuencia con la mimesis.

El segundo tipo de comprensión es *la mítica*; en esta se encuentran los mitos, los cuales son universales a nivel cultural. Estos van ligados al desarrollo del lenguaje, el cual permite trascender la percepción episódica para llegar a la representación. Mediante los mitos se intenta dar una explicación causal y predictiva, convirtiéndose en un instrumento integrador y fundamental que está presente en todos los aspectos de la vida. Este tipo de comprensión tiene predominio desde que se desarrolla el lenguaje gramatical; dentro de sus características, se encuentra que posee una estructura binaria, de dualismos y oposiciones; la fantasía; el uso de la metáfora; el ritmo lingüístico y la narración ligada al significado afectivo; elementos que permiten una mayor aproximación al mundo. Si se tiene presente la facilidad para la utilización de la comprensión mítica por parte de los niños y que el relato juega un papel importante en ese tipo de entendimiento, se hace apropiada una organización del currículo en torno a los relatos, generando un mayor impacto y permitiendo una conexión afectiva que influye en lo cognitivo, elemento pretendido en las escuelas de hoy.

El tercer tipo de comprensión que plantea el autor es *la romántica*, desde este tipo de pensamiento se genera una conciencia de la realidad en la que el mito sigue presente estructurando los discursos, aunque muchos elementos mágicos sean dejados de lado. Existe una “persistencia de elementos míticos en esta incursión inicial en el ámbito de la racionalidad [...] la mezcla de lo mítico y lo racional constituye la característica esencial y distintiva de la comprensión romántica” (Egan, 2018, p. 146). En este tipo de comprensión surge la escritura, la cual implica procesos de pensamiento diferentes, permite plasmar lo que antes era oral y abrir nuevas posibilidades cognitivas y de desarrollo cultural. Los relatos y escritos en los que se tiene presente lo maravilloso, que centran su atención en los detalles, en lo humanizado que pueda ser el conocimiento, generan un vínculo emocional en los estudiantes; ello permite que los recuerdos sean más duraderos ya que al ubicarse en el contexto histórico del suceso, logran una mayor comprensión al constatar que lo estudiado no está lejos de la realidad.

El cuarto tipo de comprensión es *la filosófica*, esta requiere de la alfabetización; lo institucional entra a jugar un papel importante en su consolidación; en consecuencia, a diferencia de las comprensiones somática, mítica y romántica, la filosófica no se apoya en

ninguna característica adaptativa (Egan, 2018). Uno de sus rasgos característico es el pensamiento teórico sistemático el cual, según esta perspectiva permite expresar la verdad, comprendiendo las cosas tal y como son, dejando de lado lo subjetivo y los intereses personales; además, el desarrollo del lenguaje y la alfabetización llevan a su progreso y al tratamiento de los problemas que en esta comprensión son abordados. También dentro de sus características se encuentran las abstracciones teóricas y la flexibilidad para tratar el mundo; la dialéctica; la formación de esquemas generales y la búsqueda de anomalías dentro de estos, así como de la verdad. Mediante los esquemas, se da la comprensión de una relación con el mundo compleja y causal; estos hacen uso del pensamiento formal pero también de la imaginación, la que se convierte en elemento crucial para la formulación de los mismos (Egan, 2018).

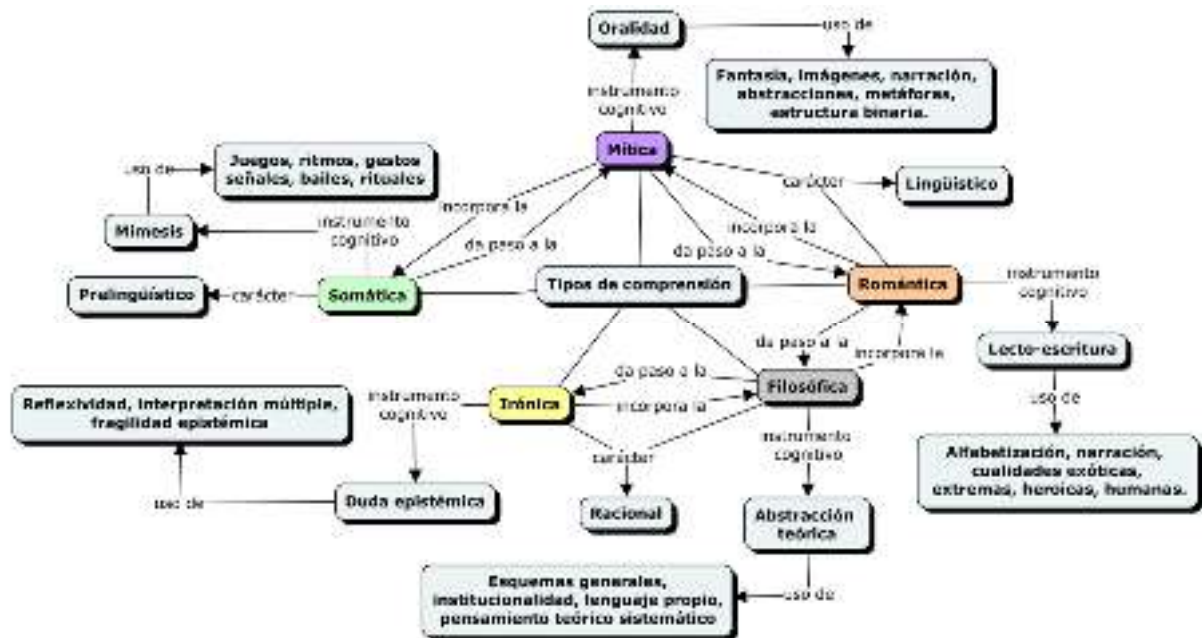
El quinto tipo de comprensión es *la irónica*. La ironía se define como “un escepticismo epistémico omnipresente y una liberación psicológica de los límites particulares de unas épocas, unos lugares y sus convenciones” (Egan, 2018, p. 223). Dentro de este tipo de pensamiento prima el cuestionamiento de las cosas, la duda, planteándose la verdad como ilusoria; en ese sentido, la objetividad adquiere un nuevo significado, en el que su construcción se realiza mediante el diálogo y el consenso intersubjetivo; se acepta el cambio constante, otras maneras de comprender el mundo, sin buscar la verdad, sino incluso la posibilidad de estar equivocados. La comprensión irónica permite un reconocimiento de la naturaleza limitada de los conceptos que utilizamos para comprender el mundo (Schlegel, citado en Egan, 2018, p. 257); toma del pensamiento filosófico las capacidades teóricas abstractas que aportan un orden intelectual en fenómenos complejos, pero deja de lado la creencia de que los esquemas generales reflejan la verdad sobre la realidad, pudiendo elegir dentro de varios esquemas elaborados, uno según la necesidad, pertinencia u otra razón.

Para comprender el mundo es fundamental el lenguaje, “utilizamos las cosas y las conocemos de acuerdo con la construcción que de ellas hace nuestro lenguaje, nuestros conceptos, nuestra experiencia cultural, nuestra socialización, nuestra historia” (Egan, 2018, p. 251). Para el autor, el lenguaje surgió de la comprensión somática (cultura mimética de carácter prelingüístico); las demás formas de entendimiento conservan huellas de este origen cognitivo y cultural. El lenguaje es esencial en el desarrollo de las comprensiones, cada una de ellas lleva implícitas unas características de este y de su progreso; en adición, la evolución

de los tipos de pensamiento guarda similitudes con la de la historia cultural e individual de los sujetos.

En la **Figura 1** se presentan los tipos de comprensión con algunas de sus características principales.

Figura 1
Tipos de comprensión



De otro lado, en cuanto a la secuencialidad de los tipos de comprensión, el autor plantea que no son estrictamente consecutivos, el paso de uno a otro se da cuando se adquieren los instrumentos que le son propios a cada uno de ellos; por ejemplo, se va de la comprensión mítica que tiene como principal instrumento lo oral, a la comprensión romántica cuando existe un manejo de la lengua escrita. Ahora bien, el hecho de pasar a otro tipo de comprensión no implica dejar de lado el que ya estaba adquirido, este sigue funcionando, solo que uno va a tener más fuerza que el otro en la medida de su desarrollo, lo que permite complementar y ayudar en la adquisición del nuevo (Egan, 2018, p. 190).

En este orden de ideas, es necesario tener presente que, si el estudiante no ha desarrollado un tipo de comprensión, no se deben eliminar las interacciones que lo requieran hasta que esté preparado para utilizarlo. El asunto es más flexible, y si bien puede resaltar el

uso de alguno de los tipos de comprensión sobre otro, esto no limita el uso de los demás. Aproximar a los estudiantes a tipos de pensamiento “posteriores” puede facilitar que en el futuro accedan a ellos con mayor facilidad.

3.1.3 Consecuencias de los tipos de comprensión para la enseñanza y el currículo

En general, el proceso educativo conduce hacia lo formal de manera rápida sin profundizar en elementos relacionados con lo sensible, lo imaginativo, lo histórico, entre otros; lo que conlleva a que el estudio de los contenidos se torne carente de sentido, con resultados como la apatía hacia estos o incluso, una comprensión mecánica de lo abordado. Respecto a lo anterior, se plantea que, aunque pueda parecer exagerado, se da la existencia del “desastre educativo que representa suponer que podemos hacer que los niños pequeños sean “racionales”, sin reforzar antes el desarrollo de las características intelectuales a partir de las cuales, y junto con las cuales, emerge debidamente una fértil racionalidad” (Egan, 2018, p. 288). En este sentido, es sabido que la educación presenta un conflicto interno entre sus ideales y lo que la sociedad demanda.

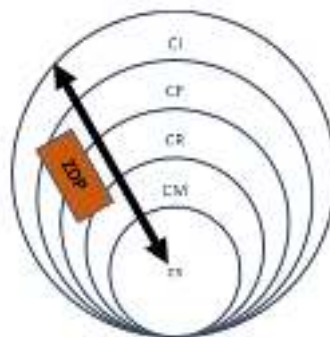
El diseño de un currículo lleva implícito cuestiones de importancia no menor como asuntos sociales, ideológicos, de corte moral, entre otros, que hacen que la tarea de su planteamiento no sea fácil. Cada una de las ideas educativas antiguas (socializar, conocer la realidad, aptitudes del individuo) (Egan, 2018) plantea soluciones a los problemas que se presentan a nivel curricular, pero ninguna respuesta es la solución última. Las ideas en sí son limitadas ante una realidad compleja y por tanto sus respuestas también lo son, no alcanzando a abarcar las demandas del ser, del conocimiento, de la cultura y de la sociedad.

Normalmente un currículo presenta las materias y el niño debe aproximarse, adaptarse a ellas. La propuesta de Egan es buscar “un acuerdo entre la “naturaleza” de esas disciplinas y los instrumentos intelectuales por medio de los cuales el niño pequeño las abordaría” (Egan, 2018, p. 317). Por tanto, es necesario pensar en un tipo de currículo que permita desarrollar los instrumentos de cada tipo de comprensión, realizándose la pregunta por cuáles han sido adoptados por los diferentes campos de conocimiento en la historia cultural, y qué características de ellos son importantes para el entendimiento de los mismos en la actualidad.

La enseñanza debe ser planteada pensando no solo en desarrollar un tipo de comprensión, sino generando acercamientos a los demás. Egan no concibe la distancia en la zona de desarrollo próximo (ZDP) de manera lineal, sino “como un espacio para la expansión en todas las direcciones a partir de un nodo central” (Egan, 2018, p. 349); esta idea se esquematiza en la **Figura 2**. En la ZDP también deben incluirse los tipos de comprensión más avanzados así sea de manera esporádica, no solo limitarla a eso que es capaz o casi capaz de hacer el estudiante, sino mirar hacia adelante, proyectar. Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene que los tipos de comprensión traen unas consecuencias a nivel curricular y de enseñanza, las cuales guardan relación con los instrumentos cognitivos que desde estos se desarrollan. A continuación, se presentan a grandes rasgos las implicaciones que se desencadenan desde cada una de las comprensiones.

Figura 2

*ZDP y tipos de comprensión*²⁰



El desarrollo de la comprensión somática en un entorno lingüístico rico, permite una preparación para los demás tipos de comprensión. En las primeras etapas se torna ampliamente relevante la corporeidad; en este sentido, la mente en su descubrimiento del cuerpo se expande hacia él y de allí hacia el mundo; en consecuencia, más que introducir conocimientos en la mente, se trata de expandir la mente hacia nuevos conocimientos. Para el progreso de esta comprensión es útil hacer uso de “los juegos de palabras rítmicos, las

²⁰ Las abreviaturas hacen referencia a cada uno de los tipos de comprensión a saber: CS: Comprensión Somática; CM: Comprensión Mítica; CR: Comprensión Romántica; CF: Comprensión Filosófica; CI: Comprensión Irónica.

canciones, los chasquidos, los chillidos, los silbidos y alguna repetición ocasional de los propios sonidos del niño pequeño” (Egan, 2018, p. 352). También es importante la interacción vocal frecuente y variada de los padres con los niños; hacer conteos, juegos basados en gestos y señales, bailes, rituales, pues sirven para comunicar e interpretar significados.

La *comprensión mítica* se puede estimular mediante relatos que se refieran al pasado; así, la historia se convierte en un instrumento que ayuda a comprender el estado de la sociedad actual y el contexto del estudiante. Dichos relatos ofrecen imágenes que permiten establecer analogías con las luchas y los acuerdos que los estudiantes experimentan durante sus primeros años. En este sentido, la narración juega un papel importante para que los niños comprendan la cultura y el mundo que los rodea. Es importante, además, explorar elementos como el humor, el ritmo en el lenguaje y en el cuerpo, la metáfora, los sonidos del cuerpo, juegos de palabras en la poesía, entre otros. Para esta comprensión se tienen, además, instrumentos intelectuales como los opuestos binarios y las imágenes; construir mini-realidades, juego de roles y el teatro.

Los contenidos más adecuados para la *comprensión romántica* son las grandes hazañas, las catástrofes, las experiencias extremas, los conocimientos producto de emociones e intenciones humanas, características exóticas y particulares de la experiencia y del mundo natural que trasciendan los límites de la realidad, lo cual permite desarrollar la capacidad de asombro, resaltando lo maravilloso en lo cotidiano, perdiendo fuerza la lógica de acumulación sistemática de conocimiento para dar cabida a estructuras narrativas con uso de imágenes y significado afectivo. Se pueden realizar juegos de roles, actividades para adquirir cultura general, uso de metáforas, biografías, vida, intenciones y emociones de los científicos; ligar las asignaturas con los sujetos que han trabajado en sus contenidos y descubrimientos, haciendo que estas no tengan un carácter impersonal, es fundamental para este tipo de comprensión.

Como no todos los estudiantes a nivel de enseñanza básica y media han desarrollado la *comprensión filosófica* y quizá las demás (mítica y romántica) lo estén de una manera incipiente, se recomienda combinar elementos de lo romántico y lo filosófico, e incluso dar una mirada a la comprensión mítica. Es importante desarrollar la comprensión filosófica, pues la educación no debe limitarse a la preparación para el trabajo. La selección de

contenidos en este pensamiento se realizará pensando en la búsqueda de leyes generales en los fenómenos. Pasar de las personas y los acontecimientos humanizados a las ideas y teorías; esta comprensión ofrece un currículo que va de lo general a lo particular, partiendo de una dimensión teórica.

La *enseñanza irónica* utiliza todos los tipos de comprensión con el fin de enriquecer y profundizar el conocimiento sobre el tema que se esté tratando. Hacer la diferenciación de los tipos de comprensión por edades, permite sacar un provecho mayor de la enseñanza, planteando las clases en coherencia con el tipo de pensamiento y herramientas cognitivas que son más familiares en el momento para el estudiante y que por tanto permiten aprendizajes significativos. Ello no quiere decir que las mezclas con los otros tipos de comprensión se dejen de lado, solo que cuando a los estudiantes se les presenta algo que no dominan pueden sentir desmotivación y apatía, por tanto, la aproximación a los demás tipos de pensamiento debe ser un proceso gradual y orgánico.

Cada uno de los instrumentos intelectuales concretos expuestos en los tipos de comprensión otorgan flexibilidad a la imaginación, además de convertirse en elementos que la enriquecen. Cuando la educación se vuelve rígida y no permite la interacción de diferentes formas de expresión, la imaginación se congela; el estudiante no tiene opción de jugar, combinar, asociar, disociar, crear esquemas alternativos, que es realmente lo que le exige la cotidianidad.

El proceso educativo y el paso de un tipo de comprensión a otro implica ganancias y pérdidas; estas últimas pueden ser “buenas” en términos de lo que pueda obstaculizar los procesos de enseñanza y aprendizaje; por ejemplo, la abundancia de elementos fantásticos, comunes en la comprensión mítica, pueden representar un obstáculo para el pensamiento filosófico. Sin embargo, también pueden desaparecer aspectos que son valiosos, y cuya falta lamentaríamos como la espontaneidad, el espíritu explorador, la relación entre lo cognitivo y lo afectivo, entre el cuerpo y la mente, y otros tantos que no percibimos en el afán de que sean buenos en campos como por ejemplo el lógico matemático, que en un inicio resulta difícil para los estudiantes; en lugar de ello resulta adecuado dar mayor relevancia a lo que les es fácil y familiar como el pensamiento mítico.

3.2 Imaginación creadora y realidad

La imaginación es una actividad mental de alta complejidad que no obedece a un hecho repentino, “espontáneo” o de genialidad, esta se da de manera progresiva desde formas elementales a otras más complejas que guardan relación con la realidad, las actividades desarrolladas y con los diferentes periodos por los que atraviesa el sujeto (Ribot, 1901).

La experiencia acumulada está ligada a una realidad subjetiva y otra objetiva que presentan un vínculo con la imaginación; en este sentido Vygotsky (2003) plantea cuatro formas que hacen evidente la relación entre esta última y la realidad. Estas permiten comprender la imaginación como una función necesaria y de vital importancia para el ser humano, resaltando la improcedencia de establecer límites rigurosos entre ella y la realidad. Estas formas, además, posibilitan que el sujeto tenga acceso a impresiones, emociones y experiencias internas y externas que son base para que el mecanismo de la imaginación creadora se lleve a cabo.

La primera forma tiene que ver con la *experiencia directa* anterior que ha presenciado el sujeto; a partir de esta adquiere elementos del mundo y se acumulan vivencias diversas y ricas que actúan como material a disposición de la imaginación; esto permite crear representaciones que puedan compararse con la experiencia misma.

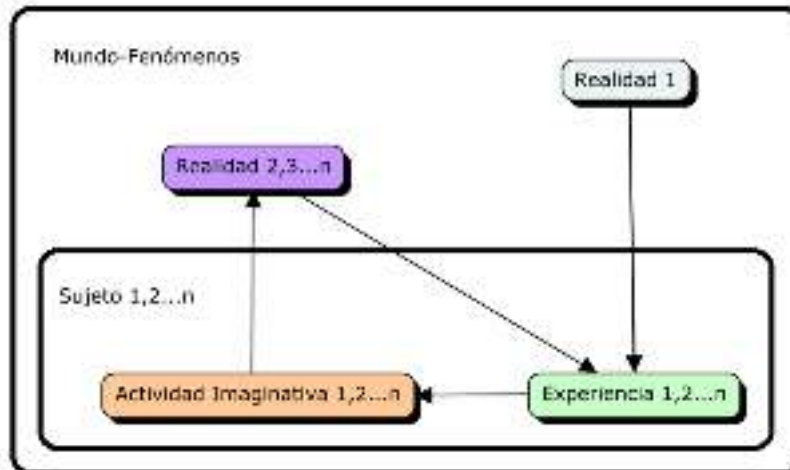
La segunda forma de vincular la imaginación con la realidad, o *experiencia indirecta*, retoma productos ya elaborados a partir de la imaginación y también de fenómenos de la realidad; estos elementos se convierten en la “experiencia”, en el punto de partida para nuevas elaboraciones. Esta forma permite trascender los límites de la experiencia directa del sujeto ampliándola con la de otros, posibilitando imaginar aquello que no se ha visto. De este modo, se observa una relación bidireccional entre la imaginación y la experiencia, siendo esta última la que establece un nexo directo con la realidad entendida como fenómeno.

La **Figura 3** esquematiza el proceso de la imaginación creadora en relación con la experiencia y el mundo de los fenómenos-realidad. En este se muestra que los sujetos están en el mundo de los fenómenos los cuales representan la realidad, con estos se relaciona de manera directa o indirecta generando experiencias que son el punto de partida para el proceso de la imaginación creadora, el cual se materializa y exterioriza de nuevo en el mundo,

convirtiéndose en realidad y por tanto en generadora de otras experiencias que son el punto de partida para volver a imaginar.

Figura 3

Realidad-experiencia-imaginación



Para Vygotsky (2003) la tercera forma de vínculo entre la imaginación y la realidad es el *enlace emocional*, el cual hace referencia a que los sentimientos y emociones están presentes en las creaciones de la imaginación, la cual a su vez puede generarlos en el sujeto. El componente afectivo influencia la cotidianidad, obrando sin restricciones en todas las fases, formas y campos de la imaginación creadora como el estético, el intelectual y el mecánico, entre otros. Dicho componente está ligado a lo primitivo; en las invenciones se encuentran implícitas necesidades, deseos, situaciones no satisfechas; por lo que ninguna creación puede prescindir de este y darse totalmente desde lo abstracto (Ribot, 1901).

La cuarta forma de ligar la realidad con la imaginación consiste en la *representación de elementos nuevos*, aquellos que no estaban materializados en la experiencia ni en objetos, pero que una vez exteriorizados influyen sobre el mundo; lo simbólico se vuelve acción (Rodríguez, 2008). Sin embargo, además de la creación de lo nuevo, la imaginación puede poseer un carácter reproductivo cuando lo que se materializa ya existe; de manera que a medida que se va ejercitando el proceso imaginativo está presente la imitación hasta que progresivamente se alcanzan formas complejas (Vygotsky, 2003, p. 9).

La **Figura 4** esquematiza las cuatro formas (experiencia directa, experiencia indirecta, emociones y representación) de ligar la imaginación con la realidad enunciadas por Vygotsky (2003).

Figura 4

Formas de ligar la imaginación con la realidad



3.2.1 Mecanismo de la Imaginación Creadora

A los niños se asocia una imaginación intuitiva que es espontánea, súbita y de corto plazo, en esta se transita de la unidad a los detalles. Sin embargo, es importante tener en cuenta lo antes mencionado referente a lo repentino de las creaciones, lo cual no es tal ya que existe una preparación del ser, una incubación de las ideas, un trabajo interior arduo que da como resultado lo que es llamado espontáneo. En la imaginación creadora, por el contrario, se va de los detalles a la unidad; es reflexiva, lógica, consciente y de largo plazo. Estos dos tipos de imaginación se presentan habitualmente de manera combinada.

De modo que la imaginación creadora no aparece o tiene su origen obedeciendo o siendo reducida a alguna ley; resulta de la convergencia de factores internos y externos. Esta atraviesa dos periodos; uno de *autonomía* que se caracteriza por estar libre de lo racional, hasta que surge el componente reflexivo el cual influye sobre la imaginación tendiendo a reducirla, presentándose así una fase crítica que tiene su causa en la formación de orden

fisiológico del sujeto como adulto; de allí nace un antagonismo entre la subjetividad pura de la imaginación con la que venían el niño y el joven, y la objetividad de los procedimientos de orden psicológico o racionales de etapas posteriores. En este sentido, en el segundo periodo o de *constitución definitiva*, son adquiridos hábitos racionales y la imaginación creadora es sometida y pierde el carácter espontáneo que posee en la infancia (Vygotsky, 2003). La imaginación llega a ser mixta y se da una transformación a una forma lógica; es decir, la creación sigue una ruta de complejidad creciente que va de lo simple a lo complejo; sin embargo, puede suceder que dicha ruta no sea encontrada y haya un regreso al periodo de autonomía a pesar de haber avanzado en un proceso de racionalización.

La imaginación es un proceso que tiene lugar en la mente del sujeto y de este modo se plantea que “es subjetiva, personal y antropocéntrica; su movimiento va de adentro para afuera, hacia la objetivación” (Ribot, 1901, p. 26). Desde una perspectiva puramente técnica, esa afirmación es válida, pero es necesario adicionar que para el inicio de ese proceso en la mente del sujeto son necesarias experiencias en el orden de la interacción con el contexto. En este sentido, el proceso de la imaginación marca una relación circular entre el sujeto y el afuera; las impresiones son procesadas y objetivadas atendiendo al carácter teleológico de la imaginación, momento en el cual devienen en nuevas impresiones potenciales.

Dicho proceso es altamente complejo, por tanto, su naturaleza es difícil de dilucidar; esto implica que la aproximación a este no sea una tarea fácil; lo que ha llevado a asumirla como una actividad en desuso o exclusiva de unos cuantos. De este modo, su análisis involucra, como lo señala Vygotsky (2003), un arduo y riguroso estudio psicológico que escapa a los objetivos y envergadura del presente trabajo; sin embargo, se presentan algunos elementos planteados por el autor. Así, entre los componentes experienciales acumulados se establecen relaciones que permiten materializar aspectos de la imaginación creadora; presentándose un proceso de elaboración sofisticado en el que están implicadas la disociación, la modificación, la asociación y el ajuste a un sistema (Vygotsky, 2003). Veamos en qué consisten cada uno de estos elementos.

La *disociación* es una operación preparatoria y negativa ya que divide el conjunto, separa sus partes, establece comparaciones entre ellas, conservando unas en la memoria y olvidando otras. Los elementos disociados son inicialmente percibidos de una manera sintética en la que la disociación ya está empezando a obrar; la percepción posee una carga

subjetiva, emocional e histórica; por lo que difiere de acuerdo a los intereses diversos de cada sujeto. Las imágenes que se forman a partir de lo percibido son datos sensoriales simplificados que guardan relación con impresiones anteriores; desde este momento actúa la disociación eligiendo los elementos que conforman la imagen mental que se forma del objeto o representación externos (Ribot, 1901). De manera que, para una posterior agrupación de esos elementos es preciso transgredir la unión natural percibida inicialmente; este “constituye un proceso de extraordinaria importancia en todo el desarrollo mental del hombre que sirve de base al pensamiento abstracto, a la comprensión figurada” (Vygotsky, 2003, p. 12). Saber realizar la tarea de separación de rasgos es de gran relevancia en el proceso creador; de ahí que la disociación se constituye en una condición fundamental para la actividad imaginativa.

Luego del proceso anterior, se da espacio al cambio o *modificación* de los elementos aislados; en este punto se experimenta con operaciones, transformaciones y exageraciones, que permiten alterar, adicionar o suprimir componentes. En particular, la exageración es una capacidad necesaria en diversos campos del conocimiento, que además, es fuente de emoción y motivación para el aprendizaje; sin esta “la humanidad no hubiera podido crear la astronomía, ni la geología, ni la física” (Vygotsky, 2003, p. 13).

Posteriormente, esos elementos disociados y modificados, son sometidos a *asociación* o agrupación, siendo esta una operación constituyente y positiva. El criterio para este proceso varía atendiendo a lo subjetivo y a lo objetivo; en este sentido, diversas formas son adoptadas, algunas de ellas influidas por factores emocionales, incluso pareciendo inconexas; otras, por el contrario, se muestran relacionadas y coherentes. En este contexto, el pensamiento por analogía es un elemento que permite la asociación, ya que desde este se establecen semejanzas parciales y en muchos casos accidentales.

Por último, dentro del mecanismo de la imaginación creadora se encuentra el *ajuste al sistema*, en el que el proceso anterior de asociación no se da de cualquier modo, sino atendiendo a unas exigencias determinadas que están en concordancia con los propósitos iniciales en el proceso de la imaginación creadora, los cuales guardan relación con la funcionalidad, las creencias, experiencias y conocimientos.

En la fase anterior no se cierra el proceso de la imaginación creadora, pues las creaciones no tendrían cabida en el mundo si permanecen en la mente del sujeto; de este modo se hace necesaria su exteriorización la cual es posible mediante la materialización en

términos de la explicación de un fenómeno, la realización de una obra plástica, una narración y en general todo aquello que entra a ser parte del mundo en la medida de su interacción con él. La imaginación en la mente del sujeto y solo allí es impregnada de un carácter abúlico en cuanto a la representación y exteriorización se refiere; los sujetos que no logran trascender ese estado son los comúnmente llamados soñadores, cuyo pensamiento permanece en universos interiores.

La imaginación creadora es entonces un proceso complejo que no se debe a un solo origen, además es una capacidad presente en todos los hombres, pero que se desarrolla en diferente medida. Son esenciales manifestaciones motoras y orgánicas como las necesidades, tendencias e instintos para iniciar su curso; pero también elementos de la racionalidad como la asociación, la disociación, la percepción, el recuerdo, y el razonamiento para cumplir el ciclo.

De manera que las necesidades y la racionalidad son dos factores que se complementan para imaginar, pues cada uno por su lado no es generativo. “En suma, para que una creación se produzca, hace falta en primer término que se despierte una necesidad, después que se suscite una combinación de imágenes; y por último, que se objective y realice en una forma apropiada” (Ribot, 1901, p. 59). De allí que, poseer gran cantidad de experiencias no es condición *sine qua non* para que la imaginación creadora se lleve a cabo, dado que cuando es inestable no llega a la materialización, quedándose en una fase intermedia entre esta última y la asociación simple de las ideas (Ribot, 1901); en este sentido, las representaciones externas juegan un papel crucial, ya que permiten sistematizar acciones humanas, aspectos del mundo externo y de la imaginación, mediante símbolos y señales.

En la **Figura 5** se presentan los elementos propios de la imaginación creadora: las entradas o experiencias, el mecanismo y las salidas o creación (Vygotsky, 2003).

Figura 5
Mecanismo de la Imaginación Creadora



A manera de síntesis, puede afirmarse que el proceso de la imaginación creadora está permeado por relaciones que se establecen entre los elementos de la experiencia y decisiones que deben tomarse en cuanto a cada uno de los procesos que le son implícitos; qué y cómo se disocia, modifica, asocia, se ajusta al sistema y se representa; todo ello ligado al componente emocional, dada su influencia en la imaginación y en la generación de conocimiento (Vygotsky, 2003).

3.2.2 Tipos de Imaginación Creadora

La imaginación creadora puede tener manifestaciones diversas dependiendo del campo en el que se desarrolle; si bien el mecanismo guarda su estructura, existen elementos que permiten realizar diferenciaciones de la imaginación creadora en los distintos contextos; en este sentido, Ribot (1901) plantea varios tipos de imaginación como la plástica, racionalista, difluente, científica, comercial, práctica y mecánica, mística, musical y utópica.

De estas, son de interés para el presente trabajo las primeras cuatro, ya que contienen elementos que permiten sustentar la actividad imaginativa de los estudiantes. Por su parte, en

la imaginación *plástica* las sensaciones juegan un papel crucial y se manifiesta en expresiones como la escultura, la pintura, la poética literaria, el mito y la invención mecánica, que hacen uso de representaciones visuales, táctiles, motoras y de palabras para plasmar sentimientos, impresiones, cualidades y relaciones. Para la *racionalista*, prima la visión intelectual sobre la fantasía; hace uso de imágenes poco concretas que se relacionan con el concepto y con esquemas de ideas generales; se establecen relaciones desde la lógica y no tanto desde los sentimientos y emociones, siendo de carácter objetivo.

La imaginación *difluente* utiliza imágenes abstractas que se encuentran entre la percepción y el concepto, y que tienen que ver con las cualidades de las cosas teniendo un origen afectivo, relacionado con lo sensible, con lo espontáneo y momentáneo. De este modo, las asociaciones están influidas por lo subjetivo, son mutables, sin orden o conexión explícita, ya que dependen de la semejanza basada en lo emocional. Este tipo de imaginación es excluida del dominio de lo práctico y de lo científico, donde no cabe la vaguedad ni la indecisión.

En la imaginación *científica* las necesidades racionales guían la creación, de modo que la imaginación no va a la suerte; es dinámica y se caracteriza porque sus materiales son conceptos cuyo grado de abstracción varía según la naturaleza de cada ciencia; reconstruyendo los fenómenos a partir del pensamiento y relaciones lógicas de ideas, logrando objetivar conceptos abstractos. Usualmente se atraviesan tres momentos: el de observar, conjeturar y comprobar; el primero depende de los sentidos, el segundo de la imaginación creadora y el tercero de las operaciones racionales de las cuales no se excluye a la imaginación. La construcción de conjeturas pretende reproducir el orden y la conexión de las cosas; es unificadora, haciendo que la idea central vivifique todo el trabajo.

Este tipo de imaginación suministra soluciones a problemas, permite la elaboración de ensayos, conjeturas y posibilidades a las facultades racionales; siendo estas últimas el medio para aprobar y justificar lo propuesto por la imaginación. Es necesario resaltar que la ciencia ha atravesado momentos de fracasos, desgracias y fases conjeturales durante su desarrollo, pero usualmente son presentados los resultados y aciertos, dejando de lado aspectos que son inherentes y naturales en su consolidación, los cuales permiten una visión más real de la ciencia y de este modo una aproximación más significativa a la misma.

Los inventos en este tipo de imaginación permanecen en la fase conjetural o de imaginación hasta que las hipótesis son descartadas, demostradas, comprobadas o cristalizadas. La imaginación creadora es una operación compleja que implica razonamientos, inducciones, deducciones, cálculos, demostraciones, experimentación, métodos y aparato lógico; y que actúa como auxiliar en la ciencia para hallar procedimientos ingeniosos en la resolución de problemas. De este modo, la imaginación científica posee una influencia recíproca con la imaginación práctica, ya que los descubrimientos en estos campos llevan a nuevos instrumentos que refinan los experimentos.

Si bien los diferentes tipos de imaginación tienen sus particularidades, hacen uso de representaciones esquemáticas, estas últimas sirven de intermediarias entre las imágenes concretas y los conceptos puros, aunque se encuentran más próximas de los conceptos. En las imágenes esquemáticas existe una distancia entre lo percibido (p) y el concepto (c), cada vez que la imagen se aleja de la percepción pierde algunos de sus elementos constitutivos y de este modo se simplifica. En x pasa por el medio, acercándose cada vez más al concepto; la g hace referencia a las imágenes genéricas las cuales son formas primitivas de generalización; s corresponde a las imágenes esquemáticas (**Figura 6**).

Figura 6

Imágenes esquemáticas



Nota. Fuente: Ribot (1901, p. 296).

Las imágenes genéricas resultan de una fusión espontánea de imágenes con un alto grado de semejanza y que pertenecen a una sola categoría de objetos; las imágenes esquemáticas son el resultado de un acto voluntario y no se limitan a las semejanzas estrechas, son abstractas y con apenas una sombra de las imágenes concretas, siendo casi idénticas a la palabra; en su grado más superior trascienden todo elemento sensorial y figurado, identificándose con el concepto como tal.

Puede verse entonces cómo la imaginación creadora posee un amplio espectro de actuación que se configura en relación a diferentes campos de conocimiento y de hacer. El

mecanismo se conserva en sus rasgos generales, pero las experiencias iniciales y la cristalización del proceso varían de acuerdo a dichos campos y a los factores emocionales y contextuales en ellos implícitos.

3.3 Modelos Mentales

La psicología cognitiva surge a finales de los años 50; esta se centra en el análisis de las interpretaciones que los sujetos realizan del mundo y en los procesos psicológicos superiores como la percepción, la memoria, el lenguaje, el aprendizaje, etc. En este sentido, se ocupa de las representaciones internas de la mente, en donde el sujeto procesa la información del exterior (Rodríguez, 2008).

El exterior posee dentro de sus componentes, símbolos y señales, los cuales son los medios que utilizan los seres humanos para sistematizar su accionar, de esta manera surge el concepto de representación, el cual se refiere a "cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa (vuelve a presentar) algún aspecto del mundo externo o de nuestra imaginación, en su ausencia" (Eysenk & Keane, citados en Rodríguez, 2008, p. 46); y que sirven de puente entre la mente y el mundo. En este punto, surgen diversas inquietudes entre esa relación mente-mundo cuyas soluciones no alcanzan a ser abarcadas por la psicología cognitiva.

No siendo suficientes las respuestas de la psicología cognitiva ante las demandas y vacíos dentro de los procesos cognitivos, surge la Ciencia Cognitiva en la década de los años 60, reuniendo diferentes campos del conocimiento como la psicología, la inteligencia artificial, la informática, la lingüística, entre otros; la Ciencia Cognitiva, según Rodríguez (2008), compara la mente con un ordenador teniendo como fin conocer el procesamiento que esta realiza de la información; procesamiento que, a su vez, define las explicaciones que el sujeto realiza.

En este contexto surge la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird (1983), desde la que se estudia la mente y sus mecanismos para interpretar el mundo. Al parecer este último lo percibimos directamente; sin embargo, ello depende tanto de lo que hay en el mundo como de lo que está en la mente, además de factores biológicos, evolutivos y

experienciales (Johnson-Laird, 1983). Así, el mundo es tan vasto como las representaciones que de él puedan hacerse, asunto que se ve limitado por la mente y el lenguaje.

Desde esta teoría se plantea que la mente posee un alto nivel de complejidad y que por tanto, las teorías que tratan de explicarla no logran abarcarla. Además, se señala que los seres humanos son procesadores de información que tienen privilegio para acceder a la mente, ya que pueden realizar introspección. Es interés de la Teoría de los Modelos Mentales conocer cómo se procesa esa información, los mecanismos implícitos, las maneras en las que se obtienen respuestas a partir de esos mecanismos y que permiten que el individuo se adapte a su contexto. Esta teoría considera que la mente posee carácter computacional, centrándose en los modelos mentales, en la revisión recursiva y en los procedimientos efectivos (Jonson-Laird, 1983).

Los principales elementos de esta teoría contemplados en el presente trabajo, hacen referencia a los modelos mentales y a la revisión recursiva. En cuanto a los primeros, Johnson-Laird (1983) plantea que los seres humanos poseen representaciones internas del mundo, ya que no lo aprehenden directamente; en este sentido, la percepción se constituye en la construcción de modelos del mundo, los cuales se convierten en un enlace entre este y la mente, y en representaciones que captan sus aspectos relevantes dependiendo de las estructuras cognitivas del sujeto. Desde esta perspectiva, la visión del mundo depende de la manera en que este y el sujeto son; y, por tanto, es influida por la interacción social.

Siguiendo al autor, se considera que, al equiparar a la mente con un ordenador queda implícito su carácter representacional, en el que se convierten símbolos en otros símbolos y en acciones. En este proceso el ser humano construye modelos mentales de estados de cosas; los cuales son representaciones analógicas de fenómenos, que permiten una aproximación a estos últimos en términos de lo que es familiar para el sujeto, con el fin de comprender el mundo y así poder proceder frente a él y dar explicaciones; de manera que, los modelos mentales juegan un papel relevante en los campos social y psicológico. Una de sus características primordiales, es que son funcionales; es decir, son útiles. Además, poseen una naturaleza predictiva ya que, debido a su índole abstracta, posibilitan realizar inferencias y en ese sentido la visualización y toma de decisiones teniendo en cuenta sus posibles consecuencias; además, favorecen la experiencia indirecta al ser representaciones que pueden ser evocadas de manera posterior a lo vivenciado.

Para Johnson-Laird (1983), el mundo es representado a través de proposiciones, imágenes y modelos mentales, elementos que interactúan entre sí. Los *modelos mentales* por su parte se valen de proposiciones e imágenes; pero, además, contienen elementos que no permiten ser visualizados al estar en el lenguaje vernáculo de la mente y no tener representación. Los modelos mentales se articulan a partir de conceptos base que poseen un componente semántico que es contextual e interactivo y que siguen estructuras sintácticas. En la medida en que este aparato conceptual se vuelve más sofisticado, mayor es el acceso al conocimiento del mundo.

Las *proposiciones* son símbolos entrelazados verbalmente expresables dado su contenido semántico, y se corresponden con el lenguaje natural; son discretas, con una estructura definida sintácticamente y no dependen de la situación; es decir, no poseen un carácter analógico ni arbitrario. Las *imágenes*, por su parte, son resultado de la percepción o la imaginación, se transforman en proposiciones y de este modo se almacenan en abstracto convirtiéndose en cadenas de símbolos relacionadas con el lenguaje natural, que pueden expresarse de manera verbal y por tanto están dotadas de contenido y significado. Se cree que en la mente se encuentra la realidad de las cosas a representar; sin embargo, la mente solo posee imágenes de dicha realidad las cuales son un recurso para evocar lo que no está presente; permitiendo, además, memorizar, pensar en lo que pudiese pasar y plantear situaciones en las que se prescinde de la experiencia directa, ampliando así la comprensión del mundo y guardando una relación con lo mítico, la imaginación y la emoción. Las imágenes son vistas concretas de los modelos mentales; por tanto, juegan un papel relevante en la construcción de los mismos; son análogas de la realidad y, en ese sentido, representan situaciones.

De otro lado, el autor plantea que la mente opera mediante primitivos conceptuales (los cuales dependen de la percepción y de las habilidades motoras, aumentan los campos semánticos y son el punto partida para la construcción de los modelos mentales), conceptos simples (que actúan en dichos campos) y conceptos complejos (que son edificados por los simples). Además, expone que la mente posee restricciones para conocer relacionadas con que no todos los conceptos se representan mediante modelos mentales, con la organización de los conceptos y con la naturaleza de los primitivos conceptuales.

Los campos semánticos mencionados, son conjuntos de palabras e imágenes con un núcleo común de significado; conceptos u operadores semánticos como el tiempo, el espacio, la causa y la intención, actúan sobre dichos campos, construyendo proposiciones y dotándolas de significado debido a las conexiones que se establecen entre los diferentes conjuntos de palabras e imágenes; de esta manera, los operadores permiten estructurar el conocimiento.

Algunas de las características esenciales de los modelos mentales, expuestas por Barquero (1995, citado en Rodríguez, 2008), se muestran en la **Tabla 8**:

Tabla 8

Características de los modelos mentales

Características de los modelos mentales	
Referenciales	Son representaciones simbólicas de los referentes del discurso.
Concretos	Generalmente representan fenómenos o estados de hechos específicos y finitos.
Simplificados e incompletos	Suponen una reducción de la información a los aspectos más relevantes de la situación referida.
Dinámicos y flexibles	Se transforman de manera progresiva con la aparición de nueva información relevante.
Análogos	Presentan una analogía estructural y funcional respecto al estado de hechos o el fenómeno que representan.
Limitados	Se atienen en su construcción y manipulación a los límites de la memoria de trabajo.

Nota. Fuente: Rodríguez (2008, p. 64).

El otro elemento que se retoma de la Teoría de los Modelos Mentales es la revisión recursiva, la cual se constituye para el autor en un mecanismo altamente potente a la hora de representar análogos estructurales del mundo. Esta consiste en un procedimiento efectivo; es decir, que puede ser llevado a cabo por una máquina; hace uso de axiomas y reglas de inferencia y simula mentalmente la realidad del individuo y de las hipótesis que plantea. La revisión recursiva posibilita sofisticar el modelo en la medida en que toma y deja de lado aspectos que aportan o no al mismo; permitiendo que a partir de los modelos la mente contraste los modos de concebir la realidad, para así elegir la manera de afrontarla de una

forma ágil, funcional y variable, ajustándose a las necesidades y restricciones; en este sentido, los modelos mentales se convierten en su objeto.

Los procedimientos llevados a cabo en la revisión recursiva no son fáciles de describir, pero una de las tareas que esta realiza es mapear las representaciones proposicionales de modelos de mundos reales o imaginarios, para lo cual hace uso de la semántica y la sintáctica del lenguaje, las cuales descomponen al lenguaje posibilitando una comprensión del discurso, de la relación de los modelos mentales con el mundo y a su vez la construcción, manipulación y evaluación de los mismos (Rodríguez, 2008).

La revisión recursiva permite que a partir de un modelo inicial se genere conocimiento de manera progresiva y se realicen deducciones en las que se mantiene el componente semántico, llevando a cabo simplificaciones y llegando a conclusiones nuevas y válidas. En este proceso se dan manipulaciones físicas, espaciales, conceptuales y pensamiento analógico dentro de los modelos mentales, lo que potencia el desarrollo de capacidades deductivas y de razonamiento.

En el proceso de deducción se da la comprensión de las premisas y la construcción del modelo interno, así como la descripción y conclusiones del mismo; cuando estas últimas son falsas se procede a buscar modelos alternativos. En este sentido, se propone que la mente construye modelos que pone a prueba, opera con los que satisfacen sus necesidades y le son funcionales, adiciona elementos cuando lo considera oportuno y construye otros cuando los iniciales le son insuficientes.

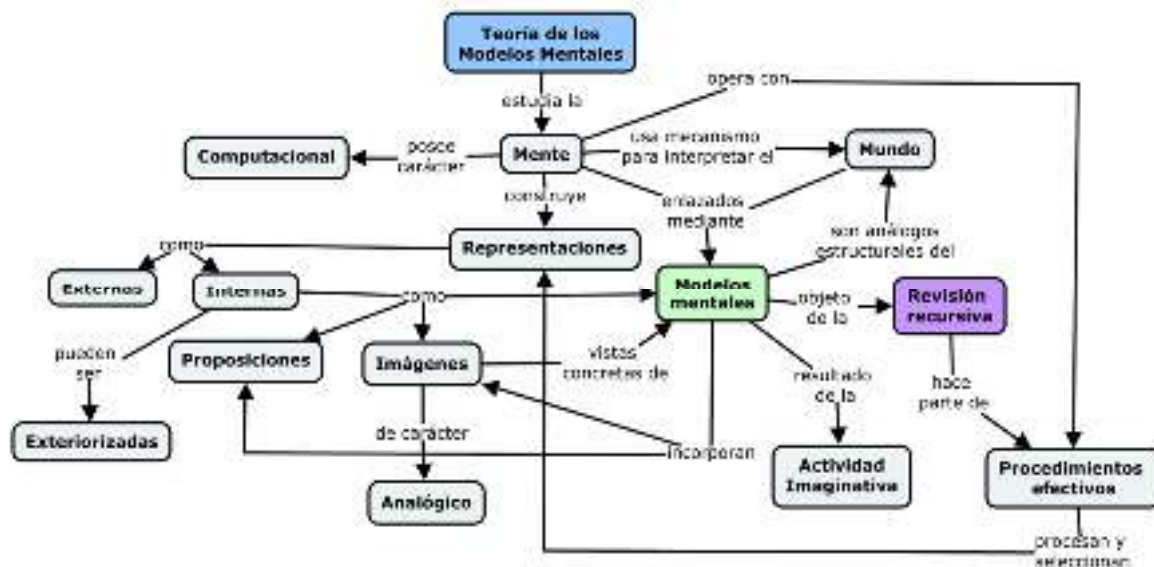
Se evidencia que la lógica juega un papel fundamental en la Teoría de los Modelos Mentales al aportar elementos sintácticos, deductivos y el carácter recursivo de las inferencias en las que el componente semántico es esencial ya que aporta al entendimiento humano y del contenido, y permite acceder a la comprensión del funcionamiento de la mente. En la selección de las deducciones lo primordial no es seguir reglas, sino atender al componente semántico, ya que este posibilita llegar a conclusiones razonables que guardan relación con las creencias y conocimientos de los sujetos. Si bien las deducciones presentan un carácter potencialmente infinito, solo son seleccionadas aquellas que cumplan con las demandas del sistema o fenómeno a explicar y posibiliten enfrentar la realidad.

En cuanto al campo educativo en concreto, la construcción de modelos mentales y su exteriorización juegan un papel relevante, ya que permiten la explicación de fenómenos;

además de llevar implícitos procesos como la revisión recursiva que al realizarse de manera reiterada, propicia el desarrollo, fortalecimiento y estructuración de habilidades de pensamiento concernientes a la selección, descarte, combinación y establecimiento de relaciones entre los elementos de las explicaciones; lo que aporta a su vez nuevas adquisiciones, construcciones más elaboradas y sólidas, y una aproximación a los planteamientos formales de una manera gradual teniendo en cuenta los avances y ritmos de los estudiantes. La complejidad y pertinencia de los procesos mencionados trabajados a partir de los modelos mentales, sugieren la importancia de que sean abordados desde edades tempranas; ya que al ser procesos de orden superior pueden ser transferibles a diferentes contextos.

La **Figura 7** sintetiza algunos elementos de la Teoría de los Modelos Mentales tomados para el presente trabajo.

Figura 7
Teoría de los Modelos Mentales



La imaginación creadora, los modelos mentales, la revisión recursiva y los tipos de pensamiento guardan una estrecha relación. En la experiencia, los primitivos conceptuales juegan un papel fundamental, ya que a partir de ellos y mediante los operadores semánticos inicia el proceso de la actividad imaginativa, en el cual actúa la revisión recursiva

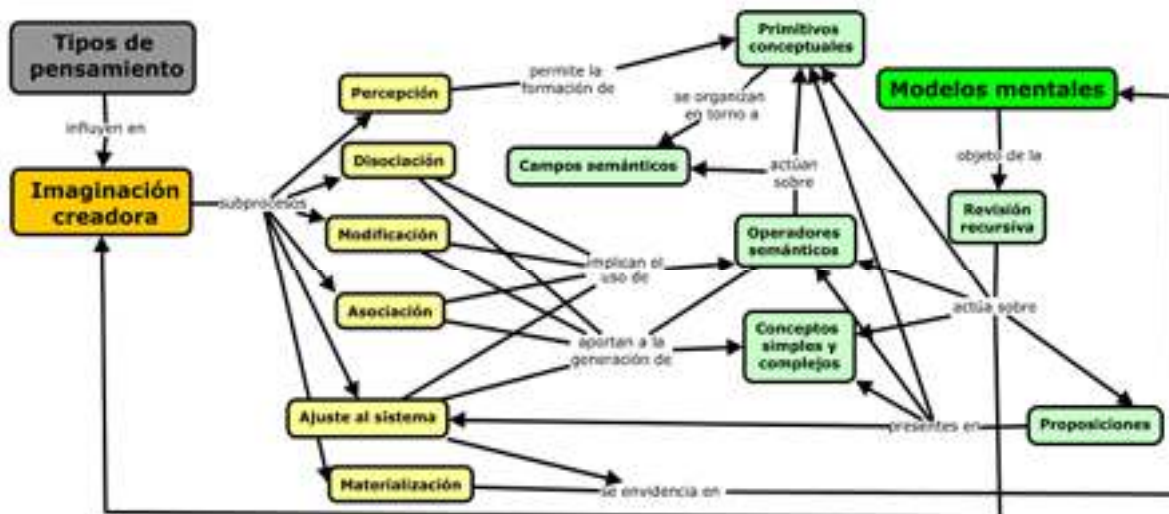
posibilitando la construcción de un modelo más sofisticado; lo anterior vinculado a los tipos de pensamiento, toda vez que adquiriendo uno u otro el estudiante realiza diferentes combinaciones en el mecanismo, que para este estudio se enmarcan en el campo de las Ciencias Naturales, al suministrar representaciones analógicas de los fenómenos.

El sujeto disocia, modifica, asocia y exterioriza teniendo en cuenta el propósito inicial de explicar el fenómeno; en este proceso, la revisión recursiva depura los elementos que realmente deben estar presentes en el modelo mental, incursionando en los campos semánticos y revisando las relaciones entre los conceptos simples y su conjugación para la formación de otros más complejos; de esta manera, se da una retroalimentación al modelo con el fin de sofisticar su representación o por el contrario modificarlo de manera notoria.

En la **Figura 8** se exponen los elementos principales de los planteamientos anteriores y algunas relaciones establecidas entre los mismos.

Figura 8

Imaginación creadora, tipos de pensamiento y modelos mentales



Es importante anotar que los planteamientos de Vygotsky (2003) en su ensayo “La imaginación y el arte en la infancia”, se fundamentan en el “Ensayo acerca de la imaginación creadora” de Ribot (1901). En este último texto, el autor hace un énfasis especial en el

carácter individual de la imaginación, realizando estudios con personas de diferentes características, profesiones y edades, y haciendo referencia a diversos tipos de imaginación y a la influencia del contexto sobre estos. En este sentido, sus planteamientos no riñen con los de la Teoría de los Modelos Mentales, los que aluden al carácter individual de los modelos mentales, sin desconocer el componente emocional y social en la generación de los mismos, ya que las emociones pueden afectar el razonamiento humano (Johnson-Laird, 2010).

3.4 Enseñanza de las Ciencias Naturales en las etapas escolares iniciales

Se han planteado discusiones respecto al pensamiento en los niños, señalando que su aprendizaje y enseñanza están concebidos desde premisas como ir de lo concreto a lo abstracto, de lo conocido a lo desconocido, de lo sencillo a lo complejo y de la manipulación activa a la conceptualización simbólica; sin embargo, es necesario reconocer que el sentido contrario también es posible y que el desarrollo del lenguaje implica la utilización de abstracciones, haciendo que estén presentes de manera común en los niños (Egan, 1994).

Ese proceso de formación de las abstracciones puede no ser consciente, pero el niño desde muy pequeño hace uso de ellas constantemente. Él construye modelos de carácter integrador, simbólico y mítico, mediante los cuales se desarrollan formas lingüísticas para representarlos; en ese sentido, se evidencia el nexo profundo entre pensamiento y lenguaje, lo que lleva además a replantear lo estipulado acerca de lo concreto de su pensamiento, ya que ha ocasionado que lo abstracto sea dejado de lado y se presente una tendencia hacia lo perceptible.

Los niños poseen un deseo natural de conocer el mundo que se constituye en elemento fundamental para trabajar con ellos herramientas de pensamiento que posibiliten la comprensión del funcionamiento de las cosas, dar explicación a diversos fenómenos y pensar por ellos mismos (Furman, 2008). Dichas explicaciones están relacionadas con ideas científicas; es común que estas empiecen a darse de manera empírica, proceso que se detiene cuando en clase son otorgadas las definiciones formales a los estudiantes, perpetuando de este modo una concepción de ciencia como un campo de conocimiento acabado. Por tanto, es recomendable que el niño se aproxime al concepto y construya sus propios modelos explicativos (Márquez, 2005), ya que, explicar posibilita dotar de significado lo observado y

notar las variaciones que se dan en este proceso, las cuales generan que las explicaciones anteriores sean cuestionadas en la medida en que se integran a leyes y teorías complejas que dibujan de manera más general el funcionamiento de la naturaleza.

Pensar en cómo enseñar ciencias en la Educación Infantil y Básica Primaria implica ponerse en los zapatos de los niños y explorar sus maneras de asumir el mundo; en este sentido, es importante propiciar interacciones auténticas que estén relacionadas con su naturaleza, con el otro y con el entorno. En relación con esto, Furman (2016) plantea que un modelo para la enseñanza de las ciencias requiere de un aprendizaje contextualizado; de prácticas que estén ligadas al desarrollo de habilidades y de espacios en los cuales se dé el intercambio, la reflexión, y se hagan evidentes el pensamiento y las ideas sobre el funcionamiento del mundo.

De manera que el lenguaje y las interacciones con los otros, son elementos de vital importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que permiten poner a prueba ideas, interpretar situaciones y construir modelos científicos más elaborados, que a su vez posibilitan configurar el lenguaje mismo (Márquez, 2005; Caamaño et al., 2003). Por tanto, debe fomentarse la expresión de aquello que los niños saben y piensan sobre los fenómenos o situaciones, para conocer el punto de partida de los nuevos aprendizajes, en los cuales la emoción juega un papel fundamental. Así, el lenguaje desde su dimensión interpretativa y socialmente construida, es el medio más importante para desarrollar el pensamiento (Caamaño et al., 2003; Ruiz et al., 2015).

Algunas de las habilidades a desarrollar en los niños referentes al pensamiento científico, el cual tiene como base la curiosidad, se relacionan con la observación de regularidades, la autonomía, la sistematicidad, formularse preguntas, imaginar explicaciones posibles, maneras de poner a prueba las hipótesis, comunicar y argumentar el discurso, y buscar evidencias de la información a la que se accede (Furman, 2008). Dichas competencias permiten acceder a la ciencia; poniendo de manifiesto que el pensamiento científico está implícito en los tipos de pensamiento planteados por Egan (2018), lo cual se da desde la comprensión somática hasta la irónica, donde el niño empieza a explorar con los sentidos y llega a cuestionarlo todo con el ánimo de generar o alcanzar explicaciones satisfactorias. Por tanto, que las ciencias se encuentren en el currículo se debe a su aporte en el desarrollo de dichas habilidades, así como de la memoria, la lógica, el pensamiento autónomo, una actitud

crítica ante la vida y también a su vínculo con el bienestar social (DeBoer, 1991, citado en Furman, 2016).

En concordancia con lo anterior, el pensamiento científico posee una naturaleza social ya que casi siempre se ve permeado por el contacto y la colaboración de los otros, de manera similar a como ocurre en nuestras actividades cotidianas; es decir, rara vez sucede en solitario o únicamente en nuestra mente. Por tanto, las actividades colaborativas proporcionan a los estudiantes estrategias adicionales a las que poseen de manera intuitiva y empírica para resolver los problemas; permitiendo la reestructuración de las ideas al reconocer otras más apropiadas y al llegar a consensos en los grupos de aprendizaje. Esto genera un impacto en el pensamiento individual, ya que se hacen más conscientes del pensamiento propio, del de los demás y de la posibilidad e importancia de aclarar y modificar sus ideas en relación con las de otros; en este sentido estas ideas no son solo compartidas, además se da una observación y autorregulación en el proceso de pensamiento, estableciéndose un vínculo entre lo social y lo cognitivo (Larkin, 2006, citado en Furman, 2016).

Así, las competencias científicas implican componentes mentales, físicos, emocionales y modos de conocer de la ciencia ligados a la interacción social; en el ámbito escolar esos modos están relacionados con la manera en que se presenta dicho campo de conocimiento a los estudiantes, lo que puede generar motivación o frustración en estos, pero también en los docentes. En este punto es relevante mencionar que la Imaginación Creadora al estar ligada en una relación recíproca con la emoción, permite mantener elementos motivacionales en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, convirtiéndose así en una herramienta significativa en el ámbito de la ciencia escolar.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante considerar que el pensamiento científico también está relacionado “con lo puramente emocional, como el interés, la motivación, las actitudes, las creencias, la autoconfianza y la sensación de autosuficiencia” (Furman, 2016, p.17); elementos que juegan un papel muy importante en la generación de procesos imaginativos y en el desarrollo de la ciencia (Vygotsky, 2003). De esta manera, el pensamiento científico, así como la Imaginación Creadora, combinan aspectos cognitivos y socioemocionales que guardan relación con los modelos mentales, mediante los cuales se generan interacciones comunicativas donde se producen modificaciones y se establecen nuevas maneras de enfrentar el mundo (Márquez, 2005).

Para una auténtica comprensión científica es necesaria una participación íntima con el mundo natural; sin embargo, los niños se ven involucrados en procesos científicos sin antes haber tenido una aproximación directa y significativa con la naturaleza. Seguir el camino del contacto con esta última permite la generación de una carga emocional y el desarrollo de la sensibilidad; además, posibilita volver a la naturaleza de la ciencia.

Adicional a lo anterior, es necesario tener presente que, en relación con el pensamiento científico, la atención, la visión sobre lo particular y lo general, el establecimiento de relaciones entre lo que se observa y se piensa, lo que se sabe y lo nuevo, son asuntos que pueden enseñarse (Jarvis, citada en Furman, 2016). Este tipo de pensamiento está presente desde que se es pequeño, y tiene un carácter natural ligado a la curiosidad; sin embargo, para su desarrollo, el acompañamiento, orientación y desafíos a lo largo del tiempo son fundamentales (Furman, 2016); así, aunque la curiosidad es un acto espontáneo en los niños, puede ser educada en la escuela a la vez que se va aumentando en rigurosidad, potencia y orden en el pensamiento. No obstante, el juego en la percepción y explicación de las cosas, el disfrute por el aprendizaje y la creación, no deberían estar presentes solo en las etapas iniciales de escolaridad, en cambio acompañar al sujeto durante la vida dotando de significado sus aprendizajes.

Un inicio temprano en aspectos conceptuales y procedimentales de la ciencia es fundamental, ya que la Educación Inicial y la Educación Básica Primaria influyen de manera clave en el éxito académico; aunque hace unas tres décadas la idea del desarrollo del pensamiento científico en dichas etapas era absurda (Furman, 2016). Esta situación se asocia a concepciones acerca del pensamiento de los niños en las que se señala que es concreto y no abstracto (Egan, 1994); que la construcción de significados que estos hacen, parte de ordenar y clasificar y no de buscar explicaciones y relaciones entre sus elaboraciones; además de considerarse que, para el desarrollo de sus ideas, los niños no pueden usar la experimentación (Metz, 1995, citada en Furman, 2016). Sin embargo, desde las teorías cognitivas se ha mostrado que esas concepciones sobre los niños no son acertadas, ya que estos desde tempranas edades crean teorías intuitivas sobre el mundo que los rodea, las cuales obedecen a representaciones estructuradas y relaciones causales en muchas ocasiones abstractas, que se asemejan a las científicas, ya que buscan dar explicaciones coherentes de las observaciones (Egan, 1994).

El conocimiento del mundo y las ideas de los niños están en estrecha relación con sus experiencias; es decir, aquello que aprenden en su hogar, en la escuela y observan en los medios de comunicación; lo cual les es útil en situaciones de carácter contextual, aunque no obedezca a las exigencias establecidas desde la ciencia. Los niños atribuyen características humanas a los elementos de los fenómenos como sentimientos y acciones; dando explicaciones desde sus conocimientos previos, lo causal y lo racional. Es importante desafiar y enriquecer dichas explicaciones desde edades tempranas, para que aquellas que son intuitivas se aproximen al conocimiento científico (Furman, 2016); esto, teniendo presente que, en el paso a otras comprensiones, los niños empiezan a hacer uso de nuevos elementos, pero no abandonan completamente los de la anterior (Egan, 2018).

Que los niños no se desliguen de sus concepciones anteriores, obedece en parte a que las explicaciones que estos elaboran se basan en ideas estables, que a pesar de una enseñanza formal suelen conservarse y convivir con las científicas. Aunque las evidencias presentadas sean más coherentes que las suyas, sobre todo cuando se trata de teorías o conceptos que van en contra de la intuición, no logran reemplazar sus ideas; así, los dos tipos de concepciones coexisten y son usados de acuerdo a la necesidad contextual (Harlen, 2008, citado en Furman, 2016). En este sentido, la transición de los modelos mentales elaborados por los estudiantes a los establecidos por la ciencia es un proceso gradual ligado a la adquisición igualmente progresiva del lenguaje científico (Márquez, 2005); los saberes de los alumnos juegan un papel fundamental en tanto son los que le permiten acceder al nuevo conocimiento; una ruptura abrupta en la que no sean tenidos en cuenta puede llevar a aprendizajes poco significativos y a no permitir una comprensión real (Vosniadou, 1994).

En relación con lo anterior, puede plantearse que los modelos mentales son instrumentos para el aprendizaje, en la medida en que permiten atribuir significados a los modelos científicos. En el contexto escolar, los estudiantes muchas veces no hacen el esfuerzo de construirlos, sino que tratan de comprender, en el mejor de los casos, el modelo que les presenta el profesor; de esta manera no es posible una articulación entre elaboraciones propias y las que vienen de afuera, que de darse podría resultar en aprendizajes significativos. De modo que, comprender los modelos conceptuales exige la elaboración previa de modelos mentales, de lo contrario solo se queda en memorización y conocimiento inerte (Rodríguez, 2008).

En síntesis, es importante generar ambientes de aprendizaje en los cuales los niños, expliciten, revisen, intercambien y contrasten sus ideas, resultados y puntos de vista con los de los demás y los del docente, teniendo en cuenta nueva información para así disminuir el sesgo de sus teorías iniciales, siendo retados a encontrar nuevas explicaciones (Vosniadou, 1997, citada en Furman, 2016). De este modo, se obedece a las dinámicas mismas de la ciencia, en las que la interacción con el contexto y con el otro juega un papel importante, dado que ello permite que las ideas de los niños se aproximen a las científicas, se desarrollen capacidades de pensamiento y se generen modelos más sofisticados, adquiriendo así herramientas para entender y actuar sobre el mundo.

La imaginación creadora, los tipos de pensamiento, los modelos mentales y el pensamiento científico poseen un nexo indiscutible con el lenguaje; sus componentes sintácticos y semánticos permiten que se pongan en juego los elementos del mecanismo de la imaginación creadora, los cuales interactúan de uno u otro modo atendiendo a los tipos de pensamiento alcanzados por el sujeto; en el caso particular de la ciencia se emplea un lenguaje específico el cual es importante adquirir. Todo ello da como resultado un modelo científico que permite la comprensión del mundo físico.

Como es señalado por Vygotsky (2003), la imaginación creadora es un proceso complejo y su estudio a profundidad sería extenso en tiempo y escritura; sin embargo, la Teoría de los Modelos Mentales permite establecer algunas relaciones entre los elementos del mecanismo de la imaginación, por medio de la revisión recursiva. Esta actúa estableciendo vínculos o rompiendo los que no son de utilidad para el resultado que se espera en el proceso; de este modo, permite sofisticar los modelos mentales. Así mismo, mapea los conceptos, proposiciones e imágenes a disociar, está al tanto de las modificaciones que se realizan sobre los mismos y de cómo son asociados para que puedan ajustarse de la mejor manera posible al sistema y en este sentido, el modelo mental sea análogo al fenómeno que pretende representar.

De manera que, en el mecanismo de la imaginación creadora se realiza un contaste ajuste mediante la revisión recursiva, en el cual están presentes elementos sintácticos y semánticos; que permiten construir, modificar y elegir la manera más adecuada de representación para el sujeto. Así, a partir de los modelos iniciales se avanza de manera progresiva y en este proceso se genera el desarrollo de habilidades de pensamiento.

4 Metodología

En este capítulo se presenta la metodología de investigación, describiendo el paradigma y tipo de estudio, el contexto y participantes, las técnicas e instrumentos para la recolección de la información; la metodología de intervención que contempla las estrategias y actividades implementadas; así como las técnicas y procedimientos propios del proceso de análisis de la información y las consideraciones éticas.

4.1 Paradigma y tipo de estudio

La presente investigación se enmarca en el paradigma cualitativo, en atención a su carácter de indagación, comprensión, descripción e interpretación (Rodríguez et al., 1999); este busca descubrir y profundizar en el significado que tienen los hechos para quienes son atravesados por ellos, teniendo como base los referentes teóricos y las herramientas aplicadas (Eisner, 1998). En este tipo de enfoque el investigador juega un papel fundamental, dado que, a partir de la información adquirida por medio de las técnicas y estrategias aplicadas, describe, interpreta, da forma a los análisis, realiza inferencias, sintetiza y construye conocimiento.

En el marco de este paradigma cualitativo y atendiendo a los propósitos de este estudio, se opta por realizar un estudio de caso, dado que este permite abordar lo singular, particular y exclusivo (Simons, 2011); conservando “lo holístico y el sentido característico de los eventos de la vida real” (Yin, 1994, p. 3). Desde esta perspectiva se retoman los planteamientos de Stake (2010), para quien el estudio de caso tiene que ver con la comprensión y el análisis de situaciones complejas, personas, programas que son específicos y que están en funcionamiento.

Este autor clasifica los estudios de caso en intrínseco, instrumental y colectivo. El primero hace referencia a un caso particular que viene dado, en ese el interés se centra en el caso mismo y no en la generalidad, de manera que existe un interés intrínseco. De otro lado, existen situaciones que ameritan una comprensión de carácter general y que podrían llegar a abordarse mediante el estudio de un caso particular; en este escenario el interés no es en el caso mismo, convirtiéndose este en un instrumento para entender algo más; este tipo de

investigación puede denominarse estudio de caso instrumental. Bajo estas mismas condiciones, puede considerarse pertinente elegir varios casos, donde cada uno es un instrumento que guarda relación con los demás; este se denomina estudio de caso colectivo.

Considerando esta distinción entre los tipos de estudio de caso y el interés de la presente investigación, se opta por el estudio de caso colectivo el cual, siguiendo al autor, permite el abordaje de varios casos con el fin de mejorar la comprensión del fenómeno investigado; en este sentido, se tiene en cuenta que analizar cada modelo mental, posibilita comprender las relaciones entre estos y la actividad imaginativa; además, desde la perspectiva de los modelos mentales, el estudio de caso colectivo es el más pertinente, ya que aunque se den interacciones entre los sujetos que pueden influir en los elementos del modelo mental, su elaboración posee un carácter individual, siendo complejo de este modo, identificar modelos mentales de un grupo.

4.2 Contexto y participantes

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Barro Blanco del municipio de Rionegro, Antioquia; específicamente en la Sede Rural María Inmaculada ubicada en la vereda Abreo. La institución cuenta con alrededor de 1000 estudiantes, de los cuales aproximadamente 130 hacen parte de la sede.

Los participantes fueron ocho niños de segundo grado de Educación Básica Primaria, los cuales se constituyeron en casos individuales que aportaron elementos para una comprensión más amplia de la situación. Su elección se realizó teniendo en cuenta que en el primer ciclo de enseñanza –en la Institución educativa Barro Blanco-, el grado segundo cuenta con una mayor proporción de contenidos relacionados con la Física en el plan de área de Ciencias Naturales y atendiendo al hecho de que en la revisión de literatura fueron escasos los hallazgos de investigaciones para este nivel de escolaridad, relacionadas con la enseñanza del área y de la física como campo de conocimiento.

De los ocho estudiantes, se seleccionaron tres para el análisis de los casos atendiendo a su constancia en la participación de las intervenciones, lo que llevó a que la información de cada sesión estuviera completa para dichos participantes.

4.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron esencialmente la entrevista (ver Anexo 1) y la observación. La entrevista “permite captar la información experimentada y absorbida por el entrevistado, al tiempo que capturar discursos particulares que remiten a otros significados sociales y generales” (Merlinsky, 2006, p. 28), posibilitando obtener datos relacionados con el problema de investigación (Rodríguez et al., 1999) y llegar a realidades diversas (Stake, 2010).

Se optó por la entrevista semi-estructurada (Arias, 2012), ya que permite movilizarse entre lo planeado y la nueva información relacionada con el asunto de interés que surge en el momento del diálogo que se desarrolla durante la aplicación de la técnica; de este modo, el autor considera que es importante tener una guía para las preguntas, sin que esta limite el carácter flexible de este tipo de entrevista: “aun cuando existe una guía de preguntas, el entrevistador puede realizar otras no contempladas inicialmente” (Arias, 2012, p. 74). Este tipo de entrevista permitió mayor fluidez y apertura a la espontaneidad de los niños; también posibilitó reformular algunas preguntas cuando se hizo necesario, surgiendo además algunas nuevas durante la interacción.

Las entrevistas se realizaron de manera individual y se hizo uso del protocolo de entrevista como instrumento; estas fueron grabadas y transcritas. Realizar entrevistas al inicio y al final de la intervención, permitió observar cambios en las ideas de los estudiantes, pero también aquellas que se mantuvieron fijas. Es importante anotar que para la entrevista se retomaron preguntas acordes con los objetivos de la investigación, que fueron validadas en estudios anteriores en los que también fue abordado el fenómeno día-noche con niños (Arillo et al., 2013, Calderón et al., 2006; Fernández, 2004; Navarro, 2011).

Antes de la entrevista final se planteó una serie de preguntas a modo de cuestionario, el cual fue sometido a juicio de expertos (dos magísteres en educación y un doctor en Física), quienes hicieron sus aportes y sugerencias para el ajuste del mismo. Algunas de las preguntas fueron abiertas, otras con opción múltiple de respuesta y en otras se solicitaba realizar un dibujo y su respectiva explicación, estas tuvieron el propósito de identificar los cambios e ideas estables en los modelos que los niños elaboraron referentes al fenómeno día-noche, ampliando la información obtenida en las entrevistas.

La segunda técnica corresponde a la observación; esta “permite obtener información sobre un fenómeno o acontecimiento tal y como este se produce” (Rodríguez et al., 1999, p. 149). La observación es un proceso sistemático orientado por el problema de la investigación, ya que es este el que marca las pautas de la misma, conduciendo al investigador a una comprensión más profunda del caso (Stake, 2010). Además, proporcionó información adicional a la obtenida en la entrevista, en términos de actitudes y reacciones de los estudiantes frente a las diferentes actividades.

Se utilizó específicamente la técnica de la observación participante no estructurada (Arias, 2012), la cual se realizó en función de los objetivos de la investigación, pero sin una guía prediseñada; en este sentido, se tuvo apertura a aquellos acontecimientos que surgieron durante la misma y que fueron de relevancia para el estudio. Se utilizaron instrumentos como diario de campo, cámara fotográfica y de video.

Las técnicas antes mencionadas se utilizaron sin perder de vista que la investigación se realizó con niños. En este sentido, siguiendo a Christensen y James (citados en Barreto, 2011), fue necesario escuchar con atención lo que ellos tenían para decir y dar importancia a las formas como se comunican con los adultos (Egan, 1994; Gómez, 2012).

En el desarrollo de la entrevista y la observación, se hizo uso de dibujos y fotografías (Ames et al., 2010). Los dibujos y sus explicaciones permiten a los niños imaginar y representar sus pensamientos e inquietudes (Moreira, 1996; Vygotsky, 2003). El uso de verbalizaciones y representaciones, es consistente con el hecho de que “los modelos mentales están en las cabezas de las personas y la única manera de investigarlos es, indirectamente, a través de aquello que externalizan verbalmente, simbólicamente o pictóricamente” (Moreira, 1996, p. 32).

En cuanto al uso de las fotografías, varios autores lo recomiendan como estrategia para extraer información (DeMarie, citada en Barreto, 2011); estas pueden ser útiles para comprender los procesos de los niños y “también los procesos y elecciones de los investigadores e investigadoras, ya que les proporcionan el registro de un momento que puede ser objeto de reflexión permanente y que puede ser sometido a múltiples lecturas” (Fasoli, citado en Barreto, 2011, p. 642).

4.4 Estrategias y actividades de la intervención

La intervención estuvo orientada por los planteamientos de Egan (1994) en relación con la importancia de la imaginación en la enseñanza, enfocándola para este caso en las Ciencias Naturales; también se retomaron los elementos del mecanismo de la imaginación de (Vygotsky, 2003). La propuesta estuvo compuesta por diferentes sesiones con actividades que brindaron elementos referentes a la forma de la luna, el sol y la tierra, sus posiciones relativas, el movimiento de rotación de la tierra; los cuales permitieron transformar sus modelos mentales sobre el fenómeno estudiado. Las actividades se componen de videos, imágenes, construcción de representaciones, explicaciones, entre otras; estas son adaptables para el estudio de otros conceptos y pueden ser utilizadas en otros contextos.

Los estudiantes realizaron una exteriorización explicativa inicial (modelo mental inicial) del fenómeno a trabajar mediante la entrevista, valiéndose de la expresión verbal y gráfica, que son formas de representación cercanas a la población participante. Posteriormente, se realizaron actividades y experiencias que aportaron al enriquecimiento de la actividad imaginativa ligadas a los sentidos y a la narración; esta última se constituye en una herramienta que propicia el aprendizaje al estar ligada a la actividad imaginativa de los niños (Egan, 1994). Durante el proceso de la intervención y el análisis de la información, se buscaron evidencias del dinamismo y funcionalidad de los modelos mentales de los niños a partir de externalizaciones explicativas de los conceptos estudiados, con el fin de describir las relaciones entre dichos modelos y la actividad imaginativa de los estudiantes.

La intervención constó de 12 sesiones, en la primera y la última se realizó la entrevista semi-estructurada con el propósito de que los estudiantes exteriorizaran los modelos mentales del fenómeno día-noche, llevándose a cabo un contraste entre esas respuestas iniciales y las finales; es decir, antes y después de la intervención. La entrevista abarcó siete preguntas relacionadas con la percepción que tenían los niños acerca de la forma de la tierra, la luna y el sol, de su movimiento, y con la explicación del acontecimiento del día y la noche, entre otros aspectos.

A lo largo de estas sesiones, algunas actividades fueron individuales, otras grupales y una mixta. Las individuales buscaron evitar la influencia que pudieran ejercer unos niños sobre los otros a la hora de realizar sus representaciones; en estas se llevaron a cabo

preguntas, conversaciones, relatos y dibujos explicados; se tomó registro fotográfico, de audio y video.

En las actividades grupales se tuvo presente la interacción entre los participantes en la que se buscó que pusieran en común las explicaciones del fenómeno mediante el uso de la palabra, dibujos, material como plastilina; también se les presentaron imágenes y videos del día, la noche, la tierra; se realizó un juego de roles, entre otras actividades que buscaban brindar elementos que permitieran enriquecer la experiencia del estudiante, ampliando las bases para su actividad imaginativa referentes al fenómeno estudiado. De modo que en todas las sesiones se plantearon objetivos relacionados con la exteriorización de los modelos acerca del fenómeno. Las diferentes sesiones se sintetizan en la **Tabla 9** y se presentan de manera amplia en el **Anexo 1**.

Tabla 9
Sesiones de la intervención

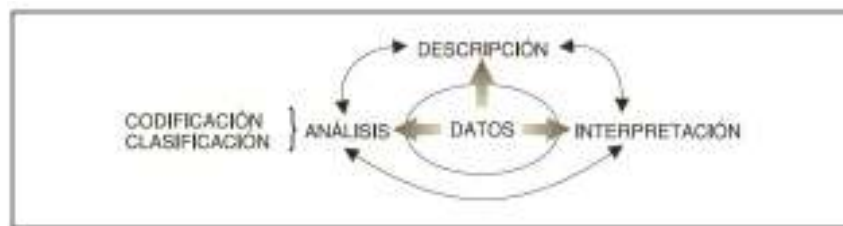
Sesión/tiempo (min)	Actividad/ grupal (G)- Individual (I)- Mixta (M)	Objetivo(s)
1. Entrevista (40 min)	Preguntas, dibujos explicados. (I)	Obtener información relacionada con el papel de la actividad imaginativa en la construcción de modelos mentales relativos al día y la noche. Identificar los modelos iniciales de los estudiantes referentes al fenómeno día-noche.
2. Cuerpos deambulando (35 min)	Representación tridimensional con cuerpos geométricos y explicación de la misma. (I)	Identificar los modelos mentales construidos por los estudiantes haciendo uso de cuerpos tridimensionales.
3. Relatos de los astros (40 min)	Historia de los niños representada de manera escrita y oral. (I)	Identificar los modelos mentales construidos por los estudiantes por medio de representaciones gráficas y verbales.
4. Trazos de luz y sombra (35 min)	Dibujo explicado del fenómeno día-noche. Registro del movimiento del sol (actividad para la casa). (I)	Identificar los modelos mentales construidos por los estudiantes por medio de representaciones gráficas.
5. Construyendo el fenómeno (50 min)	Explicaciones acerca del fenómeno día-noche en mesa redonda. Dibujo del día y la noche en parejas. Explicación del registro del movimiento del sol realizado en casa. (M)	Propiciar una interacción entre las diferentes representaciones verbales y gráficas realizadas por los estudiantes acerca del fenómeno día-noche. Identificar concepciones acerca del movimiento relativo entre el sol y la tierra (helio o geocentrista) que influyen en la explicación del fenómeno.
6. Danza luminosa (50 min)	El día: representación con plastilina, presentación de imágenes y videos. Registro del movimiento de la luna (actividad para la casa). (G)	Brindar elementos que permitan enriquecer la experiencia del estudiante, ampliando las bases para su actividad imaginativa referente al día.
7. De espaldas al sol (50 min)	La noche: representación con plastilina, presentación de imágenes y videos. Explicación del registro del movimiento de la luna realizado en casa. (G)	Brindar elementos que permitan enriquecer la experiencia del estudiante, ampliando las bases para su actividad imaginativa referente a la noche. Identificar concepciones acerca del movimiento relativo entre la luna y la tierra que influyen en la explicación del fenómeno.
8. Cambiando de cara (50 min)	La tierra: representación con plastilina, presentación de imágenes y videos. (G)	Brindar elementos que permitan enriquecer la experiencia del estudiante, ampliando las bases para su actividad imaginativa referentes a la tierra.
9. Entre objetos y letras (50 min)	Experiencia de la lámpara. Se solicita explicación del fenómeno por parte de los estudiantes en términos de lo observado. Historia acerca del día y la noche. (G)	Explicitar el fenómeno día-noche mediante la experiencia de la lámpara y una historia.
10. Rotar y rotar (50 min)	Videos, juego de roles. (G)	Explicar a los estudiantes el movimiento de rotación, como la causa del fenómeno día-noche. Representar a partir de un juego de roles las posiciones relativas de la luna, la tierra y el sol, para aportar a la comprensión del fenómeno día-noche
11. Cuestionario (40 min)	Preguntas abiertas y de selección múltiple. (I)	Observar la evolución de los modelos mentales construidos por los estudiantes a lo largo de la intervención.
12. Entrevista (40 min)	Entrevista final. (I)	Observar la evolución de los modelos mentales construidos por los estudiantes a lo largo de la intervención.

4.5 Técnicas y procedimientos para el análisis de la información

El análisis de la información se realizó durante los diferentes momentos de la investigación, toda vez que “no existe un momento determinado en el que se inicie el análisis de datos. Analizar consiste en dar sentido a las primeras impresiones, así como a los resúmenes finales” (Stake, 2010, p. 67); además, en convertir en elaboraciones conceptuales los datos registrados, proceso en el que la percepción, interpretación y conocimientos del investigador juegan un papel relevante (Rodríguez et al., 2005). Para ello se llevó a cabo la técnica del análisis de contenido, entendido como aquellos procedimientos que se utilizan para interpretar productos de carácter comunicativo como mensajes, textos o discursos. A partir del análisis de contenido, se elaboran y procesan los datos de manera comprensiva, fiel, analítica y crítica (Piñuel, 2002); se llevaron a cabo procedimientos como la codificación y la categorización o clasificación. De este modo, se realizó una continua interacción entre el análisis, la interpretación y la descripción de los datos codificados en categorías y subcategorías relacionadas con el marco teórico; tal como lo plantea Wolcott (1994, citado en Simons, 2011) y se sintetiza en la **Figura 10**.

Figura 10

Formas de organizar e interpretar los datos cualitativos



Nota. Fuente: Wolcott (1994, tomado de Simons 2011, p. 171).

Las categorías y subcategorías se establecieron de manera apriorística atendiendo a los planteamientos de los referentes teóricos y a los objetivos de la investigación, lo que permitió identificar, clasificar, sintetizar y agrupar elementos (Spradley, citado en Rodríguez et al., 2005). Para la disposición y transformación de los datos, se realizaron diferentes matrices por cada estudiante en cada una de las sesiones, las cuales fueron unificadas en una general que delimitaba también los instrumentos para la recolección de datos.

La categorización fue validada por tres doctores en educación, quienes, a partir de las categorías establecidas, organizaron la información de algunas de las sesiones de una de las estudiantes participantes de la investigación; dicha clasificación fue comparada con la realizada por la investigadora con el objetivo de identificar solapamiento en la información categorizada y la gradación de pertenencia a cada categoría, permitiendo de este modo clasificar la información de manera pertinente (Rodríguez et al., 2005). Las categorías y subcategorías se presentan en la **Tabla 10**.

Tabla 10

Lista de categorías y subcategorías de análisis

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
Relación entre percepción y primitivos conceptuales	Experiencia directa
	Experiencia indirecta
Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa	Disociación
	Modificación
	Asociación
	Ajuste al sistema
Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa	

Para dar validez a la investigación, se realizó un proceso de triangulación entre fuentes de información y con el marco teórico, en el cual los datos fueron representados de manera fiel. El primer proceso consiste en la reunión y cruce dialéctico de toda la información concerniente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación. Por su parte, la triangulación con el marco teórico permite retomar la discusión bibliográfica para interpretar los resultados a la luz de esta, generando con ello una construcción del conocimiento (Cisterna, 2005); además, posibilita dotar de significado las interpretaciones realizadas y proporcionar validez a las mismas, a las experiencias e información y por tanto a la investigación (Simons, 2011).

4.6 Consideraciones éticas

En el trabajo con personas impera el establecimiento de relaciones éticas, ya que se trata con información y asuntos propios de las mismas; de este modo, se elaboró un

documento de consentimiento informado en el que se establecieron pautas del manejo de los datos y su análisis atendiendo criterios de confidencialidad, responsabilidad y respeto; y a los planteamientos de Barreto (2011), que se refieren a la participación, la retribución y la rendición de cuentas.

En este sentido, el compromiso recalca la importancia de la discreción al momento de las entrevistas y de conservar la identidad de quienes hicieron parte activa del proceso, por lo que fueron usados seudónimos para los estudiantes; además, se dejó claro que los resultados estarían a disposición de los participantes si estos los demandasen.

Dado que la investigación fue desarrollada con niños, se contó con la autorización de los padres, pero además se tuvo en consideración la disposición de los estudiantes. Así, los acudientes firmaron el documento, brindando de este modo autorización para que las fuentes de información se constituyeran en bases de datos para el estudio.

5 Resultados, análisis y discusión

En este apartado se presentan los principales hallazgos de la investigación, analizando a la luz de las categorías establecidas, la evolución de los modelos mentales de cada uno de los participantes a lo largo de las sesiones de la intervención; y teniendo en cuenta las relaciones que cada estudiante establecía entre los elementos del fenómeno. Este proceso se llevó a cabo desde la propuesta de análisis cualitativo realizada por Rodríguez et al. (1999), la cual implica tareas como la reducción de datos, la disposición, transformación de los mismos, y la obtención y verificación de conclusiones; cada una de las cuales incluye actividades que tienen que ver con la categorización, la codificación, la realización de matrices, esquemas, y la triangulación de la información.

5.1 Categorías y subcategorías

Para la organización de la información se establecieron categorías y subcategorías apriorísticas que surgen del marco teórico y los objetivos de la investigación. La primera categoría tiene que ver con la *Relación entre percepción y los primitivos conceptuales*; en esta se ubica lo referente a la información que llega al sujeto a partir de las experiencias y que este percibe por medio de los sentidos; se tiene presente el componente emocional. Se hace alusión a la formación de los primeros conceptos, los cuales son la base para la formulación de otros más complejos.

La segunda categoría hace referencia a la *Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa*; esta incluye la retroalimentación de los modelos mentales de los estudiantes, en la que se añaden, eliminan elementos o se replantea el modelo cuando no cumple con las demandas preestablecidas, todo ello en relación con el mecanismo de la actividad imaginativa desde sus componentes: la disociación, la modificación, la asociación y la combinación ajustada a un sistema.

La tercera categoría alude a la *Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa*. Después de llevar a cabo el proceso mental de la imaginación y la construcción de los modelos, se hace necesario exteriorizarlos; en este caso con el fin de poner a dialogar las creaciones mentales con las

explicaciones científicas; lo cual se realiza mediante representaciones simbólicas que pueden ser verbales (palabras) o gráficas (dibujos, esquemas, símbolos o escritos); para el caso de esta investigación, se centró la mirada en el potencial explicativo, descriptivo y analógico de dichas representaciones. En estas se incluyen respectivamente elementos que hacen evidente el sentido o justificación (por qué, para qué); rasgos y cualidades propias y significativas, como forma, tamaño, color, entre otras; y comparaciones referentes a características particulares o generales, comunes entre diferentes elementos que permiten la atribución de propiedades en unos que están presentes en los otros. Como las representaciones gráficas obedecen a objetos, dibujos, elaboraciones con plastilina, pinturas, a los niños se les solicitó adicionalmente verbalizarlas.

La **Tabla 11** especifica a qué hace referencia cada una de las subcategorías.

Tabla 11

Descripción de las subcategorías de análisis

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN
Relación entre percepción y primitivos conceptuales	Experiencia directa (ED)	Se ubican elementos relacionados con la experiencia perceptiva que no es mediada; estos representan una base para la formación de proposiciones vinculadas al fenómeno. Implica características concernientes a los elementos (forma, color, tamaño) y operadores semánticos (espacio, tiempo, causa, efecto, estado de movimiento, entre otros), que percibe el niño respecto a un objeto, concepto o fenómeno.
	Experiencia indirecta (EI)	Hace referencia a elementos relacionados con la experiencia mediada; estos representan una base para la formación de proposiciones con un mayor nivel de complejidad vinculadas al fenómeno. Incluye la información que llega por medio de otras personas, fuentes mediáticas, contexto escolar, libros de texto, videos, entre otros.
Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa	Disociación (DN)	Comprende elementos que pertenecen a un mismo campo semántico y que permiten hablar de un fenómeno; el niño los presenta de manera aislada. En este sentido, la disociación incluye la selección y separación que realiza el estudiante de aquellos componentes que considera más importantes, útiles o representativos para dar cuenta de un concepto, objeto o fenómeno. De allí se extraen los rasgos o características que hacen parte del modelo mental elaborado.
	Modificación (MN)	Se identifican elementos transformados o cambios explícitos, en los conceptos, objetos o fenómenos; en términos de relaciones establecidas por los operadores semánticos (espacio, tiempo, causa, efecto, estado de movimiento, entre otros), o en sus características (forma, tamaño, color, olor, presencia del animismo, entre otros).
	Asociación (AN)	Tiene en cuenta elementos que anteriormente se disociaron o modificaron, se establecen relaciones entre ellos mediante proposiciones que incluyen operadores semánticos (espacio, tiempo, causa, efecto, estado de movimiento, entre otros), o características (forma, tamaño, color, olor, entre otros). Este vínculo se da atendiendo a factores subjetivos, pero también objetivos como aquellos que tienen que ver con la explicación científica del fenómeno. Pueden establecerse relaciones por analogía.
	Ajuste al sistema (AS)	Se establecen relaciones entre imágenes, experiencias o proposiciones aisladas, estructurándolas en un sistema o haciéndolas encajar en un esquema o cuadro completo que permite producir una explicación sobre el concepto, el objeto o el fenómeno. Se hace uso de operadores semánticos (espacio, tiempo, causa, efecto, estado de movimiento, entre otros), o características de los elementos ajustados (forma, tamaño, color, olor, entre otros).

Externalización verbal y
gráfica de los modelos
mentales como producto
del proceso de la
actividad imaginativa

Se alude a elementos explicativos, descriptivos y analógicos, a partir de la elaboración propia de un dibujo, esquema, símbolo o escrito, para dar cuenta de un concepto, objeto o fenómeno.

5.2 Triangulación de la información

Luego de recopilar la información a través de los diferentes instrumentos, se realizó la triangulación o el cruce dialéctico de la misma (Cisterna, 2005). La información fue seleccionada teniendo en cuenta su pertinencia y relevancia; es decir, aquella que se relacionara con la investigación y que fuese recurrente o asertiva en relación con el tema y, en este sentido, con las categorías y subcategorías.

Para cada participante se agrupó la información por instrumento teniendo en cuenta las tendencias ascendentes en relación con las subcategorías, categorías y pregunta central de la investigación. Luego de ello, se cruzó la información obtenida en los diferentes instrumentos para cada sujeto; en este sentido, se compararon las respuestas de cada estudiante en las diferentes sesiones (por cada instrumento) para las categorías y subcategorías, y de ese modo, se hizo seguimiento a la evolución de su modelo mental.

Además, se realizó una comparación en términos de semejanzas y diferencias entre los casos que pueden ser tomadas de manera general, pero no como una comparación estricta, atendiendo a que cada uno de ellos tiene sus particularidades. Asimismo, se llevó a cabo una discusión reflexiva entre el marco teórico y los resultados de la investigación.

La **Tabla 12** presenta la matriz metodológica, en la cual se muestran de manera sintética elementos como la pregunta de investigación, los objetivos, las categorías y subcategorías de análisis, y las técnicas e instrumentos para la recolección de la información. Adicionalmente, en la **Tabla 13**, se relacionan las subcategorías con las actividades que aportaron información relevante para su análisis.

Tabla 12
Matriz metodológica

Matriz metodológica						
Título del trabajo: La actividad imaginativa en ciencias: construyendo modelos mentales referentes al fenómeno día-noche en la Educación Básica Primaria						
Pregunta(s) de la investigación	Objetivo General	Objetivos específicos	Categorías, conceptos y definiciones	Subcategorías	Técnicas e instrumentos para recoger información	
¿Qué posibles relaciones de carácter teórico-práctico pueden establecerse entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales sobre el fenómeno día-noche?	Analizar las relaciones teóricas y prácticas que pueden establecerse entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales sobre el fenómeno día-noche.	Definir la relación entre la percepción y los primitivos conceptuales de los modelos mentales construidos por los niños.	Relación entre percepción y primitivos conceptuales.	Experiencia directa	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista semiestructurada (protocolo) Observación participante (diario de campo, formato de observación) Registros (videos, grabaciones, producciones de los niños) 	
		Describir el mecanismo de la revisión recursiva de la Teoría de los Modelos Mentales a la luz de los procesos de la actividad imaginativa.	Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa.	Disociación Modificación Asociación		<ul style="list-style-type: none"> Entrevista semiestructurada (protocolo) Observación participante (diario de campo, formato de observación) Registros (videos, grabaciones, producciones de los niños)
		Identificar la relación existente entre la materialización de la actividad imaginativa y la externalización de los modelos mentales.	Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa.	Ajuste al sistema		

Tabla 13*Actividades fuente de información para cada subcategoría de análisis*

Subcategorías	Actividad
• Experiencia directa	Entrevista inicial, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, cuestionario, entrevista final.
• Experiencia indirecta	Entrevista inicial, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, cuestionario, entrevista final.
• Disociación	Entrevista inicial, 1, 2, 4, 10, 14, 16, 18, 19, 20, cuestionario, entrevista final.
• Modificación	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, cuestionario, entrevista final.
• Asociación	Entrevista inicial, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, cuestionario, entrevista final.
• Ajuste al sistema	Entrevista inicial, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, cuestionario, entrevista final.

5.3. Análisis de los casos

En este apartado se presenta el análisis de los resultados del estudio en relación con cada estudiante.

5.3.1 Estudiante 1: Julián

Julián es un estudiante de siete años de edad que se destaca por su buen rendimiento académico. Muestra interés en las actividades, brindando respuestas coherentes y que evidencian un análisis previo de su parte. A continuación, se presenta el proceso de construcción y evolución de su modelo mental, iniciando con la **Tabla 14** donde se muestran de manera sintética los momentos de la intervención en relación con los operadores semánticos, las categorías y subcategoría.

Tabla 14
Operadores semánticos, categorías y subcategoría (Estudiante 1)

Momentos	Operadores semánticos					Categorías/Subcategorías						
	Movimiento (M)	Forma (F)	Tamaño (T)	Elementos contextuales (EC)	Otras características (OC)	RPPC ²¹		RRMAI ²²			EVG ²³	
						ED ²⁴	EI ²⁵	DN ²⁶	MN ²⁷	AN ²⁸	AS ²⁹	
Inicial	M1 El sol y la luna salen y se esconden.	F1 La tierra, la luna y el sol son circulares planos.	T1 El sol es grande, la tierra mediana, la luna pequeña.	EC1 Estrellas. EC2 Nubes.	OC1 De día se hace brillante. OC2 De noche se hace con estrellas, en el día no hay estrellas. OC3 La luna no está en el día. OC4 La luna sí está en el día. OC5 Las nubes están en el día y no en la noche. OC6 En la tarde el sol está más despejado de nubes, en la mañana no. OC7 El sol tiene triángulos a los lados. OC8 La luna tiene puntos.	M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7	M2 M3 M5 M6 M7	M5 M7 EC1 EC2	M2 M6 F2 F3 T2 OC4	M1 M7 F1 F2 F3 T3 EC1 EC2 OC1 OC2 OC3 OC4 OC5 OC6 OC7	M1 M3 M5 M6 OC1 OC2 OC3	M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 F1 F2 F3 T1 T2 T3 EC1 EC2 OC1 OC2 OC3 OC4 OC5 OC6 OC7 OC8

²¹ Relación entre percepción y primitivos conceptuales
²² Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa
²³ Externalizaciones verbales y gráficas
²⁴ Experiencia directa
²⁵ Experiencia indirecta
²⁶ Disociación
²⁷ Modificación
²⁸ Asociación
²⁹ Ajuste al sistema

5.3.1.1 Primera categoría: Relación entre percepción y primitivos conceptuales.

En esta categoría se muestran los elementos de la experiencia directa que el estudiante utiliza para elaborar conceptos iniciales que se van transformando con la experiencia indirecta; es notoria la presencia de los últimos desde el inicio de las sesiones.

5.3.1.1.1 Experiencia directa. El estudiante utiliza elementos de la experiencia directa durante toda la intervención; hace alusión al movimiento ascendente y descendente del sol y la luna; a la forma circular plana de la tierra, la luna y el sol, así como a la diferencia de tamaños entre ellos; también se refiere a algunos elementos contextuales como las nubes, las estrellas, la lluvia, las montañas y los edificios, y a características como el brillo del día y los rayos del sol que le son útiles para la explicación del fenómeno (**Figura 11**).

Figura 11

Elementos contextuales (Estudiante 1)



Para los elementos contextuales, en el momento inicial, el estudiante se refiere a las estrellas y las nubes como parte de la noche y el día respectivamente; en el intermedio conserva estos dos elementos y adiciona la lluvia para el día. Hacia el final, continúa haciendo alusión al elemento estrellas y añade las montañas como cuerpos donde se esconden el sol y la luna, y los edificios como punto de referencia para el movimiento de traslación de estos; cuando es de día el sol está sobre los edificios y la luna abajo, y de noche la posición de los astros se invierte. La adición de estos dos últimos elementos en el momento final, llama la

atención ya que hacen parte de la cotidianidad del estudiante, y son mencionados después de todo el proceso, cuando este realiza elaboraciones más complejas para explicar el fenómeno.

Lo anterior, pone en evidencia que las relaciones establecidas por el estudiante con los elementos de su experiencia directa presentan variaciones a lo largo de la intervención; sin embargo, no desaparecen debido a que hacen parte de sus vivencias acumuladas; situación que influye en la explicación del fenómeno, pues dichas experiencias se tornan funcionales para él (Rodríguez, 2008; Vygotsky, 2003).

5.3.1.1.2 Experiencia indirecta. En esta subcategoría el estudiante hace referencia desde un inicio a aspectos relacionados con el movimiento como la rotación del sol, la tierra y la luna; así como a la traslación de la tierra y la luna alrededor del sol. En el momento intermedio afirma que el sol no se mueve; conserva su concepción acerca del movimiento de rotación de la tierra y el de traslación de la luna alrededor del sol, pero adiciona la traslación de la luna alrededor de la tierra; expresando en este sentido, que la luna se transporta por los diferentes países. Hacia el final de la intervención permanecen las relaciones de movimiento de rotación y traslación de los astros, agregando que la tierra se mueve por fuera pero no por dentro.

En cuanto a la forma de la tierra, la luna y el sol, en el momento inicial expresa que son esféricos; hacia el intermedio, que la tierra es circular plana; y al final de la intervención, dice que esta es cilíndrica, pero luego vuelve a mencionar que los tres astros son esféricos, idea que conserva en último término; transitando de este modo entre variaciones de su experiencia indirecta.

En relación con el tamaño de los astros, en la sesión inicial realiza una comparación, representando el sol grande, la tierra mediana y la luna pequeña; sin embargo, en la segunda sesión de elección de los cuerpos geométricos, para los mismos, selecciona el sol es grande, la luna mediana y la tierra pequeña (**Figura 12**); además dice que el sol es más pequeño en la mañana que en la tarde y en la noche. Hacia el intermedio continúa representando el sol más grande que la tierra; sin embargo, al final de la intervención, en una de las sesiones los tamaños varían, ya que representa la tierra grande, el sol mediano y la luna pequeña; luego representa la tierra más grande, pero la luna y el sol del mismo tamaño, y finalmente vuelve a la representación del inicio de las sesiones en la que el sol es grande, la tierra mediana y la

luna pequeña. Puede evidenciarse una variación constante para este operador semántico; sin embargo, el estudiante conserva la idea inicial, la cual se ajusta al conocimiento científicamente aceptado.

Figura 12

Tamaños de los astros: Sol, tierra, luna (Estudiante 1)



Referente a la presencia de características adicionales, inicialmente Julián afirma que la luna y las estrellas no están en el día y que las nubes sí; además, representa el sol con triángulos a los lados. En el intermedio dice que el espacio es negro, dibuja el sol con rayos, y la tierra con océanos y continentes, aspectos que son conservados hasta el momento final donde vuelve a adicionar triángulos al sol.

En esta subcategoría, se pone en evidencia que el estudiante posee desde un inicio elementos de la experiencia indirecta que aún no se habían trabajado en la intervención y que son abordados en sesiones posteriores. Además, es particular que hacia el final adicione aspectos de la experiencia directa, ya que el grado de complejidad en sus explicaciones iniciales le permitía prescindir de la presencia de las montañas o los edificios, por ejemplo. Sin embargo, las explicaciones iniciales se conservan, dando cuenta de una apropiación de las mismas.

Puede decirse para esta categoría, que el estudiante posee desde el inicio muchos elementos explicativos del fenómeno que hacen parte de la experiencia indirecta y que se aproximan a la explicación formal; sin embargo, las experiencias directas permanecen y también son utilizadas por el estudiante a la hora de dar cuenta del fenómeno. En este sentido coexisten los pensamientos mítico y romántico, aunque con un componente racional notorio (Egan, 2018).

5.3.1.2 Segunda categoría: Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa. Para esta categoría se presentan algunas revisiones y modificaciones que el estudiante realiza a las relaciones establecidas mediante los operadores semánticos y teniendo en cuenta los elementos de la experiencia directa e indirecta; dichas modificaciones ligadas a los subprocesos del mecanismo de la actividad imaginativa.

5.3.1.2.1 Disociación. El estudiante presenta durante los diferentes momentos de la intervención, los elementos a partir de los cuales establece relaciones para la explicación del fenómeno; dentro de estos se encuentran la tierra, la luna, el sol, las estrellas, la lluvia, las montañas y los edificios; es a partir de estos y de las relaciones establecidas mediante los operadores semánticos que lleva a cabo el mecanismo de la actividad imaginativa y que se da la revisión recursiva para presentar un modelo mental cada vez más ajustado al científico.

5.3.1.2.2 Modificación. El estudiante realiza algunos cambios en las relaciones establecidas mediante los operadores semánticos; por ejemplo, para el movimiento expresa que la luna y el sol salen y se esconden; luego afirma que el sol no se mueve y después dice que rota, así como la luna y la tierra, para las que seguidamente señala un movimiento de traslación alrededor del sol, adicionando que la luna se transporta de un país a otro. Hacia el final retoma elementos de la experiencia directa para dar cuenta del movimiento, ello se hace evidente en expresiones como: la luna sube y baja; también, desde la experiencia indirecta, expresa que la tierra rota por fuera pero no por dentro.

En cuanto a la forma inicialmente plantea que la tierra, la luna y el sol son circulares planos, pero luego dice que son esféricos; para la luna también señala una forma de lúnula. En el momento intermedio propone de nuevo una forma plana para la luna y la tierra; hacia el final dice que la tierra es cilíndrica y seguidamente expresa que los tres astros son esféricos; retoma la forma plana para la luna que varía de lúnula a media luna y a círculo completo.

Para el tamaño inicialmente representa el sol grande, la tierra mediana y la luna pequeña, luego intercambia el tamaño de estas dos últimas; para el sol expresa que este cambia de tamaño, ya que en la mañana es pequeño y al medio día y en la tarde es más grande. Al final de la intervención representa la tierra más grande, el sol mediano y la luna pequeña, luego el sol y la luna con tamaños similares (**Figura 13**) y finalmente regresa a la

representación de la sesión inicial en la que el sol es grande, la tierra mediana y la luna pequeña, dando cuenta así de la influencia de la revisión recursiva en la construcción del modelo.

Figura 13

Tamaño de los astros (Estudiante 1)



Aludiendo a otras características, modifica la presencia de la luna, ya que inicialmente considera que esta solo está en la noche, pero luego señala que también en el día. La tierra con océanos y continentes está representada al intermedio y al final de la intervención; las estrellas y las nubes al inicio y al intermedio; en este último momento aparece la lluvia. Otras características como la luna con cráteres, el sol con rayos y triángulos, se mantienen durante toda la intervención.

En esta subcategoría se hace evidente que el estudiante realiza cambios especialmente a las relaciones establecidas mediante los operadores semánticos movimiento, forma y tamaño, en las que combina su experiencia directa e indirecta (Vygotsky, 2003); sin embargo, la presencia de elementos que se aproximan a la explicación formal tiene una proporción considerable, estando desde el inicio de la intervención, lo que da cuenta de una elaboración del modelo que está en estrecha relación con un tipo de pensamiento romántico, aunque el pensamiento mítico sigue presente (Egan, 2018).

5.3.1.2.3 Asociación. Desde el inicio el estudiante establece relaciones entre el movimiento del sol, la luna, las estrellas y las nubes, así como entre la presencia o ausencia de los mismos, y la explicación del fenómeno; también asocia la forma de los astros con formas planas y cuerpos geométricos, este último aspecto puede ligarse al movimiento de rotación ya que elige cuerpos esféricos. Además, hace alusión a características para el día

como ser brillante, tener nubes y un sol con triángulos a los lados. La noche la vincula a la presencia de estrellas y la luna con tener “puntos” (cráteres).

En el momento intermedio continúa asociando las formas de los astros con figuras circulares planas, y el día con el sol, la lluvia y las nubes; el espacio y la noche con el color negro y esta última, además, con la presencia de la luna y las estrellas. La tierra la representa con océanos y continentes igual que en el momento final de la intervención, aludiendo de este modo a la experiencia indirecta; continúa asociando el sol con elementos como rayos y triángulos, y a la luna con puntos.

5.3.1.2.4 Ajuste al sistema. Desde el momento inicial el estudiante da explicaciones del fenómeno que de alguna manera evidencian coherencia y análisis de su parte. A continuación, se enuncian cada una de estas en su orden de aparición.

- De día se hace brillante y de noche la luna y el sol giran.
- Para hacerse de noche y de día la tierra va girando y girando.
- Cuando se hace de noche se ven las estrellas y para hacerse de día pasa la noche y el sol sale por el norte.
- El sol en la noche se esconde por el sur, la luna en el día sale por el sur y se esconde por el norte.
- Cuando en Colombia es de día en China es de noche.
- Cuando en Rionegro es de día en China no, porque la mitad de la tierra va hacia el sol y la otra mitad va hacia la luna; la tierra va girando y girando.
- La tierra está en medio de la luna y el sol, en el lado que va hacia el sol es de día y en el que va hacia la luna es de noche.
- La luna y la tierra se mueven alrededor del sol.
- Las estrellas y las nubes se esconden porque la tierra gira.
- El sol en la noche se esconde en el espacio porque la tierra va girando.
- Cuando en Rionegro es de día, es de noche en otros países porque no puede ser de día en todas partes, pues los rayos del sol no son capaces de llegar a los otros continentes.
- La luna gira alrededor de la tierra.

- Cuando es de día la luna está junto al sol y de noche está en la posición diametralmente opuesta al mismo y la tierra en medio de la luna y el sol.
- La luna se va transportando de un país a otro para ser de noche.
- Para hacerse de día la tierra rota.
- Para hacerse de día el sol va subiendo y llega a la mitad, para hacerse de noche el sol se esconde por la montaña y sale la luna por donde se escondió el sol.
- En la noche el sol está debajo de los edificios y la luna arriba de ellos; en el día el sol va subiendo hasta la mitad y luego baja y se guarda; cuando el sol está arriba, la luna está abajo.
- Para hacerse de noche, el sol puede estar arriba y la luna abajo, y ella va subiendo.
- Antes de hacerse de noche la luna estaba en otros países de abajo.
- Cuando en Rionegro es de día, es de noche en la parte de la tierra que no le da la cara al sol; la tierra se va moviendo y los rayos van dando en la cara que va hacia el sol.
- Cuando aquí es de noche, en China, Japón y Estados Unidos es de día, y cuando acá es de día allá es de noche.

Las expresiones del estudiante se ajustan desde un principio a la explicación del fenómeno, en ellas se pone en evidencia una combinación de elementos de la experiencia directa e indirecta; estando esta última presente de manera notoria durante toda la intervención, en particular mediante el operador semántico movimiento con el que especifica la rotación de la tierra y la exposición de las caras hacia el sol o no para hacerse de día o de noche. No obstante, al final de la intervención el estudiante hace uso de los elementos contextuales; de allí que el proceso de elaboración de su modelo mental sea gradual, conservando componentes que le son familiares y funcionales (Rodríguez, 2008; Vosniadou, 1994).

5.3.1.3 Tercera categoría: Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa. Para esta categoría se muestran las representaciones simbólicas de tipo verbal y gráfico (dibujos y escritos) realizadas por el estudiante, las cuales poseen carácter explicativo y descriptivo, complementándose en la mayoría de ocasiones.

Las representaciones realizadas por Julián se caracterizan desde el principio por una relación con experiencias indirectas que permite que sus explicaciones se aproximen a las del modelo formal. Tanto en las sesiones individuales como en las grupales, el estudiante muestra fluidez para los dos tipos de representación.

Para el componente *explicativo* el estudiante da cuenta del fenómeno principalmente en términos del movimiento de rotación de la tierra la cual ubica en medio del sol y la luna, asimismo expresa que el sol, las estrellas y las nubes se esconden en función de la rotación de la tierra. Además, proporciona otras explicaciones relacionadas con la experiencia directa, específicamente con el movimiento ascendente y descendente del sol y la luna; así como representaciones más abstractas en las que muestra a la luna trasladándose alrededor del sol y de la tierra, expresando que es de día cuando la luna está cerca al sol; esta representación la realiza en el momento intermedio y en el final (**figuras 14 y 15**); también señala que no puede ser de día en todas partes debido al alcance limitado de los rayos del sol en los diferentes continentes.

La primera representación da cuenta de una asociación del día y la noche con la proximidad o no de la luna al sol y con la rotación de la tierra; en la segunda se conservan estos elementos, pero, además, representa a la luna trasladándose alrededor de la tierra, aspecto que adiciona después de los videos e imágenes presentados. De manera que la experiencia indirecta influye en la refinación del modelo.

Figura 14

Traslación de la luna, momento intermedio (Estudiante 1)



Figura 15

Traslación de la luna, momento final (Estudiante 1).



Estas explicaciones se mantienen hasta el final; sin embargo, en este momento inserta elementos como las montañas y los edificios, aludiendo a su papel en el fenómeno: el sol se esconde por la montaña y la luna sale por donde se escondió el sol; cuando el sol está sobre los edificios la luna está debajo y es de día, y cuando la luna está sobre los edificios y el sol abajo, es de noche (**Figura 16**); luego de ello vuelve a la explicación mediante el movimiento de rotación de la tierra (**Figura 17**).

Figura 16

Traslación del sol y la luna (Estudiante 1)



Figura 17

Rotación de la tierra (Estudiante 1)



Como se mencionó antes, el estudiante *describe* el movimiento, tamaño y forma de los astros tanto verbal como gráficamente. Además, hace referencia a la luminosidad, la presencia del sol, la lluvia y las nubes para el día; y de las estrellas y la luna en la noche, la cual es negra; también a la influencia de las nubes sobre el brillo del sol (**Figura 18**).

Figura 18

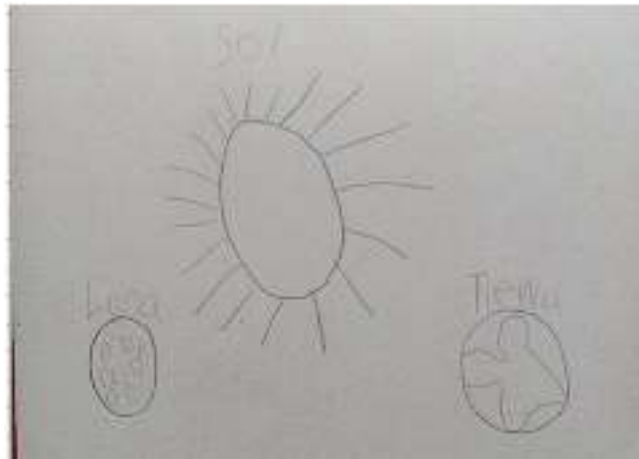
Nubes durante el día (Estudiante 1)



El sol lo representa con triángulos en algunas de las sesiones iniciales, pero en la mayoría lo dibuja con rayos, representaciones que son usuales en los videos, cuentos y libros de texto para niños; sin embargo, en general plasma de manera realista a los astros, ya que desde el inicio realiza “puntos” a la luna y océanos y continentes a la tierra (**Figura 19**).

Figura 19

Representación de los astros (Estudiante 1)



Las representaciones fueron de vital importancia ya que permitieron dar cuenta de la evolución del modelo del estudiante; tanto las verbales como las gráficas, tuvieron desde el principio una intención explicativa que se aproximaba, mediante la presencia considerable de elementos de la experiencia indirecta, a la del modelo formal. Ello pone en evidencia el contacto del estudiante con el tipo de experiencias mencionadas, lo que le posibilita realizar un modelo más sofisticado.

En el transcurso de la intervención, puede observarse que el estudiante hace uso en mayor proporción de la razón para dar sus explicaciones; la presencia de elementos perceptivos y fantásticos es mínima, de modo que el pensamiento mítico no está presente de manera significativa, a diferencia del romántico y el filosófico en el cual incursiona mediante el uso de esquemas y generalizaciones (Egan, 2018). Si bien sus respuestas tienen influencia de agentes indirectos, las razona y elabora con independencia, demostrando además habilidades presentes en el pensamiento científico como la curiosidad, la capacidad de análisis, de realizar preguntas y cuestionar sus propias respuestas, dando cabida a otras explicaciones, las cuales comunica con facilidad tanto en las sesiones individuales como grupales (Furman, 2008).

En síntesis, puede mostrarse la evolución del modelo del estudiante en términos de las categorías y subcategorías establecidas en el estudio. En cuanto a la experiencia directa, inicialmente el estudiante habla de la forma circular del sol y la luna y de movimientos como salir, subir, bajar y esconderse. En el momento final de la categoría referente a la

materialización de los modelos mentales, representa los tres cuerpos de tamaños diferentes; el sol conserva su forma circular y la luna va de lúnula a círculo; esta tiene cráteres. Para el movimiento, adiciona un elemento contextual que complementa su explicación inicial, expresando que el sol sube en el día y en la noche se esconde en las montañas de donde sale la luna. De manera similar hace uso de los edificios, el sol está sobre ellos en el día y la luna debajo, en la noche, intercambian posiciones (como se muestra en la **Figura 16**); este aspecto llama la atención ya que no fueron usados desde el principio, y en el contexto del estudiante son elementos muy representativos; ello da indicios de una elaboración más formal del modelo por parte del estudiante; sin embargo, también evidencia la fuerza de sus ideas previas y el paso gradual del modelo mental al formal (Harlen, 2008, citado en Furman, 2016; Vosniadou, 1994).

La experiencia indirecta está presente de manera notoria desde un inicio en las explicaciones del estudiante, ello se hace evidente cuando señala que el sol, la luna y la tierra son esféricos, y que esta última presenta un movimiento de rotación y por ello se da el día y la noche, ocurriendo en diferentes momentos en distintos países; sin embargo, también explica el fenómeno desde el movimiento de traslación de la tierra y la luna alrededor del sol. Además, agrega puntos cardinales como norte y sur para el movimiento del sol y la luna. Hacia el final de la intervención conserva la explicación referente a la rotación de la tierra y la ocurrencia del día y la noche en diferentes momentos según la ubicación del país, asimismo conserva la forma de los astros y el movimiento de traslación de la luna.

En cuanto a los elementos disociados, en el momento inicial menciona el sol, la luna, la tierra, las estrellas y las nubes; al final, conserva los tres iniciales, adicionando las montañas y los edificios. Cada uno de estos es funcional para el estudiante y por tanto son incluidos en diferentes sesiones para la explicación del fenómeno.

Con los elementos anteriores se establecen relaciones teniendo en cuenta los operadores semánticos, de este modo, se realizaron modificaciones, asociaciones y se ajustaron las respuestas a lo demandado, que tiene que ver con la explicación del fenómeno. En cuanto a la modificación, tanto en el momento inicial como en el final, realiza cambios en el movimiento y la forma de los astros que son significativos puesto que pasa de movimientos que observa en la luna y el sol, a unos más abstractos como el de rotación de la

tierra y la traslación de esta y la luna alrededor del sol, en relación con ello la forma de los astros pasa de ser plana a esférica.

Para las asociaciones, están presentes de manera principal los operadores semánticos movimiento, forma y tamaño; ya que el día y la noche se dan porque la luna y el sol suben y bajan, y las nubes y las estrellas se esconden, la tierra rota. Asocia la forma de los astros con cuerpos y figuras geométricas, el sol es representado con rayos y triángulos; el tamaño de este último es vinculado a los momentos del día, pues en la mañana es más pequeño que al medio día y en la tarde. En el momento final sucede de manera similar con los operadores mencionados.

En cuanto al ajuste al sistema, desde el inicio el estudiante proporciona diversas explicaciones relacionadas con el movimiento, en especial se resaltan aquellas que tienen que ver con la rotación de la tierra y lo que ello conlleva en términos de exposición de sus caras al sol, estas explicaciones se conservan hasta el final de las sesiones.

Las representaciones verbales y gráficas se complementan desde el inicio, su carácter es explicativo y descriptivo. Allí representa formas, tamaños, movimientos haciendo uso de flechas; adiciona elementos como las nubes, las estrellas, edificios, los cráteres de la luna, rayos y triángulos alrededor del sol, y océanos y continentes para la tierra.

5.3.2 Estudiante 2: Sara

Sara es una estudiante de siete años de edad que se caracteriza por participar activamente en su proceso académico, manifiesta agrado por las Ciencias Naturales, actividades propuestas y el trabajo en grupo; se muestra espontánea y analítica. A continuación, se presenta el proceso de construcción y evolución del modelo mental de Sara, iniciando con la **Tabla 15** donde se sintetizan los momentos de la intervención en relación con los operadores semánticos, las categorías y subcategorías.

Tabla 15
Operadores semánticos, categorías y subcategorías (Estudiante 2)

Momentos	Operadores semánticos					Categorías/Subcategorías						
	Movimiento (M)	Forma (F)	Tamaño (T)	Elementos contextuales (EC)	Otras características (OC)	RPPC ³⁰		RRMAI ³¹			EVG ³²	
						ED ³³	EI ³⁴	DN ³⁵	MN ³⁶	AN ³⁷		AS ³⁸
Inicial	M1 El sol y la luna se van, llegan, se ocultan, se esconden.	F1 La luna cambia de forma.	T1 La tierra es grande.	EC1 Sol, tierra, luna, montañas, nubes, estrellas.	OC1 El sol y las estrellas brillan.	M1	M2	EC1	M1	OC1	EC1	M1
	M2 La luna y el sol salen, se esconden, corren, llegan, se van.	F2 El sol y la tierra son circulares planos.	T2 El sol es grande, la tierra		OC2 La luna es blanca y el día es azul.	T1	T2				F2	M3
	M3 El sol da vueltas, se queda quieto.	F3 La tierra y el sol son redondos.	mediana y la luna		OC3 El sol es representado con ojos y boca.	EC1	OC3				F3	M4
	M4 La tierra rodea al sol, se mueve en círculo, gira alrededor del sol.	F4 El sol tiene triángulos a los lados, sus puntas son como las de un tetradecaedro	pequeña.			OC1	M3				F4	M5
	M5 La luna se oculta en las montañas, no se mueve, se mueve de lado a lado.	F4 El sol tiene triángulos a los lados, sus puntas son como las de un tetradecaedro o como pirámides, tiene rayas alrededor, es como un plato.				F2	F4				F5	F1
	F5 La luna es como un cuarto de esfera.				OC2	M4				F5	F2	
						F5	M5				F3	F4
											F5	F5
											T1	T1
											T2	T2
											EC1	EC1
											OC1	OC1
											OC2	OC2
											OC3	OC3

³⁰ Relación entre percepción y primitivos conceptuales

³¹ Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa

³² Externalizaciones verbales y gráficas

³³ Experiencia directa

³⁴ Experiencia indirecta

³⁵ Disociación

³⁶ Modificación

³⁷ Asociación

³⁸ Ajuste al sistema

5.3.2.1 Primera categoría: Relación entre percepción y primitivos conceptuales.

En esta categoría se muestran los elementos de la experiencia directa que la estudiante utiliza para elaborar conceptos iniciales para explicar el fenómeno, los cuales se van transformando con la experiencia indirecta.

5.3.2.1.1 Experiencia directa. A lo largo de la intervención la estudiante hace uso de elementos que forman parte de su percepción sensorial. Se refiere al movimiento y forma de la tierra, el sol y la luna; para esta última explicita una forma dinámica; en cuanto al tamaño solo se refiere en sesiones iniciales a que la tierra es grande.

Menciona elementos contextuales como las montañas, las nubes, el sol, las estrellas y la luna; citando características relacionadas con el brillo del sol y las estrellas, el color de la luna, del día, de la noche y el calor que se produce con el sol.

La estudiante ha acumulado vivencias contextuales de las que ha hecho uso para dar cuenta de elementos del fenómeno (Vygotsky, 2003); estas siguen vigentes hasta el final de la intervención; ya que le son útiles para elaborar el modelo mental; de manera que dichas vivencias se constituyen en las bases de sus explicaciones y la acompañan durante su aproximación al pensamiento formal.

5.3.2.1.2 Experiencia indirecta. En cuanto al movimiento, menciona aspectos que están presentes durante todas las sesiones y otros que va adquiriendo; por ejemplo, en las sesiones iniciales no hace uso del concepto de rotación de la tierra; en lugar de ello se refiere a movimientos del sol y la luna para explicar el fenómeno. Además, alude a movimientos de traslación para la tierra y de rotación para el sol.

Si bien el elemento “montañas” hace parte de su experiencia directa, también lo utiliza para referirse a que la luna se oculta “en ellas”; esta explicación es transferida de lo que observa del sol ya que la estudiante difícilmente puede verlo para la luna. Cuando prescinde del componente “montaña”, simula los movimientos para el sol realizando un ascenso curvo de 90 grados y un descenso en línea recta, lo que obedece a la experiencia indirecta.

La estudiante también hace alusión a la forma de los astros, reconoce en la luna, a diferencia de la tierra y el sol, una forma cambiante, que ella explica en términos de crecer y voltearse, pero no de las fases lunares.

Para el tamaño, durante toda la intervención afirma que el sol es grande, la tierra mediana y la luna pequeña; desde su experiencia perceptiva es difícil que pueda dar estas apreciaciones, lo que evidencia que son ideas previas; ya que desde la segunda sesión expresa dichas nociones, sin estas haber sido abordadas en la primera. Además, expresa que la montaña donde se esconden el sol y la luna no es la misma, porque en la que lo hace la luna es más “chiquita”; en realidad este es un elemento difícil de percibir, pero como ya fue mencionado, lo transfiere a partir de lo que observa respecto al sol, elaborando explicaciones abstractas. En este punto se pone en evidencia que su pensamiento no se limita a lo concreto; ya que va más allá de su experiencia perceptible, dando cuenta de algo que no ve pero que a la hora de explicar le resulta lógico y útil (Egan, 2018).

Los elementos contextuales continúan siendo los mismos, pero ya desde otra perspectiva, en la que no actúan directamente los sentidos. Para otras características, integra relatos animistas y elementos de ese mismo carácter como el sol y las nubes con ojos y boca; se refiere a que el sol siempre está con las nubes, que la luna siempre está con las estrellas y que no tiene luz propia (**Figura 20**).

Figura 20

Características del sol y la luna (Estudiante 2)



Para esta subcategoría se observa que la estudiante hace uso de los elementos de la experiencia indirecta al retomar elaboraciones de otros sujetos, de libros de texto, videos y programas de televisión, para realizar las propias; en este sentido, trasciende su experiencia directa, situación que es notoria cuando se compara la entrevista de la primera sesión y la última, en la cual utiliza componentes que al inicio no estaban presentes. En este sentido, se identifica un enriquecimiento del modelo mental, el cual integra factores que poseen carácter simbólico y mítico que le son funcionales, y le permiten exteriorizarlo y explicarlo (Egan, 2018). Lo anterior se evidencia en la elaboración de representaciones que iba sofisticando

mediante la inclusión de nuevos elementos, dejando de lado los que “no le eran útiles” y generando de esta manera explicaciones que le posibilitan un mayor conocimiento del mundo.

Las experiencias directas e indirectas se conjugan de manera simultánea en muchas de sus explicaciones; el hecho de obtener nuevos elementos no desdibuja los que trae; estos últimos son altamente significativos, ya que obedecen a observaciones directas que se convierten en ideas estables. En este sentido, se presenta una situación similar a la adquisición de los tipos de pensamiento, en la que alcanzar uno nuevo no implica dejar de lado el anterior (Egan, 2018); de este modo, las experiencias directas e indirectas en conjunto, le permiten a la estudiante ampliar sus posibilidades explicativas y sofisticar el modelo mental.

5.3.2.2 Segunda categoría: Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa. Para esta categoría se presentan las relaciones que la estudiante establece, mediante los operadores semánticos, entre los elementos proporcionados en la categoría anterior; dichas relaciones llevan implícitos cambios, en términos de adiciones, supresiones o replanteamientos que se dan dentro de los procesos de la imaginación creadora.

5.3.2.2.1 Disociación. Desde un inicio la estudiante separa los elementos del conjunto, para este caso el fenómeno, que desde su percepción y carga emocional e histórica le son funcionales en la explicación del mismo; estos están ligados a la experiencia directa e indirecta (**Tabla 10**); es a partir de ellos que empieza el proceso del mecanismo de la actividad imaginativa y realiza la revisión recursiva, lo cual le permite enriquecer el modelo mental.

5.3.2.2.2 Modificación. Se observa que la estudiante realiza cambios que implican adicionar, suprimir y alterar elementos en términos de los operadores semánticos enunciados en la **Tabla 10**. Respecto al movimiento para astros como la luna y el sol, considera que estos llegan y se van, se esconden o salen de las montañas para hacerse de día o de noche, aspectos que, si bien se conservan durante toda la intervención, se modifican en términos del contexto en el que los usa; es decir, en el local o a nivel global.

Para países de diferentes continentes, dice que la luna se esconde lejos (en otros países) y el sol “sale por acá” (Rionegro) y que luego sucede lo contrario; pero posteriormente recurre de nuevo al elemento montaña de su contexto directo, para explicar el fenómeno a este nivel global. Además, menciona que, si aquí es de día, en países como China y Estados Unidos es de noche; ya que “el sol no puede estar en las dos partes”; lo que pone en evidencia que no tiene definido el concepto de longitud; pero se indica la conciencia de que no en todos los países es de noche o de día al mismo tiempo. Este asunto puntual es abordado por Egan (2018), para quien es importante que diferentes campos de saber, como la geografía en este caso, sean trabajados desde edades tempranas ya que permiten otras comprensiones y la articulación del conocimiento.

También, se refiere a que la tierra no rota, sino que la luna se mueve de lado a lado (ámbito global) e intercambia posición con el sol para hacerse de día en un contexto local, expresando que cuando uno está detrás de las montañas el otro está en el cielo; además, que el sol sale y se oculta en las *mismas* montañas (**Figura 21**). Estas afirmaciones dan indicios de la incidencia de la experiencia indirecta en la elaboración de su modelo mental, ya que modifica lo dicho inicialmente respecto a los movimientos de los astros.

Figura 21

Movimientos del sol y la luna para hacerse de día y de noche (Estudiante 2)



Los cambios en los estados de movimiento que plantea para la luna y el sol, se deben a las nuevas perspectivas que ofrecen las fuentes secundarias; por ejemplo, en una de las sesiones se muestra que el sol está en una condición de quietud aparente para el fenómeno día-noche. En otra se hizo alusión a que la luna le daba siempre la misma cara a la tierra, por lo que expresa que esta “no pierde de vista a la tierra” y que se mueve alrededor de la tierra.

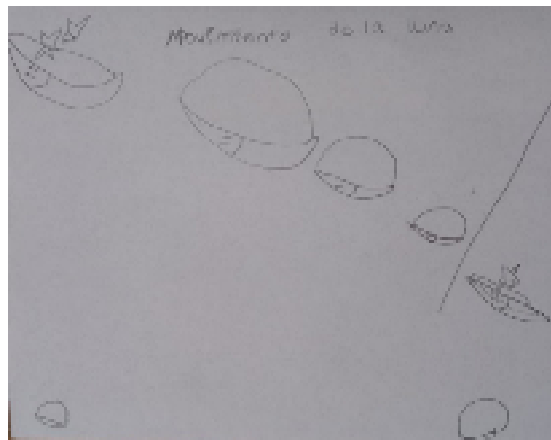
En un momento pone en duda si el sol se oculta o no en las montañas, lo cual puede generarse a partir de la observación indirecta de la rotación de la tierra.

El movimiento es un operador semántico crucial para la explicación del fenómeno, por parte de la estudiante, que se sofisticada mediante la inclusión de nuevos elementos desde la experiencia indirecta y a través de la revisión recursiva durante la intervención.

Para la forma de la tierra, el sol y la luna, expresa que los dos primeros son redondos; sin embargo, cuando se indaga sobre qué entiende por redondo, alude a la forma circular plana. En cuanto a la luna hace alusión a una forma cambiante; es decir, que durante la noche pasa de ser “como un banano” o “una rayita” a completamente circular, descripción que se conserva a lo largo de las sesiones (**Figura 22**).

Figura 22

Forma cambiante de la luna (Estudiante 2)



La forma de la luna pasa de ser bidimensional a tridimensional: la luna “es como un banano gordito”; la tierra y el sol, por su parte, de ser circulares planos a esféricos. Sin embargo, aún en las sesiones finales, adiciona elementos bidimensionales para el sol como rayos, puntas y triángulos a los lados. Si bien dice que los cuerpos son esféricos, en la sesión de elección de objetos similares a los astros (**Figura 23**), elige un cuarto de esfera para la luna y un tetradecaedro para representar el sol indicando que sus vértices son los rayos; también, selecciona para el sol un plato y una pirámide, anotando que esta es para sus rayos. En estas elecciones se evidencia la dualidad entre lo plano y lo tridimensional; su experiencia indirecta le permitió aproximarse al concepto de lo esférico, aspecto que se constata desde

los ejemplos que proporciona para la forma de los astros a partir de objetos con volumen, y que señala la importancia de fortalecer conceptos geométricos desde los niveles iniciales de escolaridad, en tanto permite una mejor comprensión del fenómeno.

Figura 23

Representación de astros mediante objetos (Estudiante 2)



Otro elemento que transforma, tiene que ver con la luz de los astros; luego de la sesión en que se muestra que la luna refleja la luz del sol, expresa que esta no tiene luz propia; pero luego, retoma su experiencia directa expresando que “la luna tiene su brillo natural”; sin embargo, lo hace sin recurrir de nuevo a elementos analógicos como la linterna de la que hace uso inicialmente

Puede evidenciarse que en las modificaciones que realiza para los operadores semánticos, se combina la experiencia directa e indirecta formal e informal; dichos cambios son efectuados atendiendo a la revisión recursiva y permitiendo un enriquecimiento de su modelo mental. De acuerdo con Egan (2018), que la experiencia formal e informal se conjuguen, puede deberse a que la estudiante ha desarrollado sus pensamientos somático y mítico, y va progresando hacia el romántico que incluye elementos escriturales y más formales; lo que genera un escenario propicio para la evolución de su modelo mental. Es importante anotar que los cambios que implica lo anterior no se presentan de manera abrupta, es por eso que la estudiante va y viene entre los elementos que trae y las nuevas adquisiciones.

5.3.2.2.3 Asociación. La relación de los diferentes elementos es permitida por la experiencia directa e indirecta; desde un inicio la estudiante establece vínculos entre los

astros y propiedades como brillar; y entre sus movimientos y el fenómeno día-noche. Hace uso de características naturales como el color, aludiendo a que el día es blanco y la noche negra; también, asocia el día y la noche con la presencia de elementos que le son propios como el sol para el primero y la luna para la segunda.

Vincula a las nubes con el sol y las estrellas con la luna, como se muestra en la **Figura 24**; las montañas juegan un papel relevante ya que permiten explicar la ausencia de los astros, pues es allí donde “se esconden” cuando no están en el firmamento; sin embargo, las nubes también ocultan a la luna en el día.

Figura 24

Elementos que acompañan al sol y la luna (Estudiante 2)



Realiza asociaciones de carácter mítico cuando dice que la luna existe para ayudarle al sol y que este se lo pidió para poder descansar; aquí pretende dar una explicación causal, en la que se evidencian elementos fantásticos y una naturaleza binaria en la que el sol es al día-luz como la luna es a la noche-oscuridad, estos componentes poseen una naturaleza afectiva y permiten que la estudiante se aproxime al mundo, ya que a su edad el pensamiento mítico es un tipo de comprensión que se le facilita (Egan, 2018).

El criterio que la estudiante utiliza para realizar las asociaciones es objetivo y tiene su base en la demanda de explicar el fenómeno; aunque están presentes el pensamiento mítico y elementos subjetivos en algunas de las sesiones, sus asociaciones permiten el progreso de su modelo mental y siguen teniendo un fin explicativo.

5.3.2.2.4 Ajuste al sistema. Si bien las explicaciones que da la estudiante no se ajustan a la teoría formal, tienen que ver con un proceso lógico cuyo origen se encuentra en su experiencia perceptiva directa y que avanza con las experiencias elaboradas por otros, lo que le permite reelaborar sus concepciones iniciales y aproximarse a la explicación científica.

Durante la intervención la estudiante realizó varias explicaciones del fenómeno que se ajustaban a lo solicitado desde sus posibilidades, estas se presentan a continuación guardando el orden de aparición:

- Se hace de día cuando la luna se va y de noche cuando el sol se va ocultando.
- Es de día cuando la luna se oculta en las montañas y de noche cuando el sol está por abajo.
- Es de noche en otros países porque la luna se esconde por allá y por acá sale el sol.
- Es de noche en otros países porque la luna corre para allá, después se va para otro lado y llega el día y acá la noche.
- En la noche el sol se esconde detrás de las montañas y la luna va saliendo, y en el día el sol sale de la montaña y la luna se va escondiendo en otra montaña más chiquita.
- Es de día y de noche en diferentes momentos en los diferentes países porque la luna y el sol “se turnan y después vuelven y cambian”.
- La tierra rota y es de día donde está blanco y de noche donde está negro.
- El sol se va moviendo por la galaxia y le da luz a la tierra y a la luna, la tierra va rotando y es de día donde está blanco y de noche donde está negro.
- La tierra se va moviendo y la luna se mueve a su alrededor y va cambiando de la noche al día.
- El sol está en la montaña y la luna está arriba, cuando el sol va subiendo, la luna va bajando y así se va haciendo el día y la noche.
- Cuando la tierra está en medio de la luna y el sol, es de día en la parte de la tierra que da al sol y es de noche en la parte que da a la luna.
- El sol en la noche se va moviendo con los otros planetas y cuando está para el otro lado, le sigue dando la luz a la tierra y si está de noche no se puede ver porque el sol es muy brillante y en la noche es muy oscuro, entonces no se puede ver.

- Es de día en la parte de la tierra donde dan los rayos del sol y al otro lado no dan porque el sol no le puede dar la vuelta, es de noche al otro lado donde no le está dando los rayos a la tierra.
- En la noche el sol se va para otro...digamos que la luna está en China y el sol está acá en Colombia y cuando la luna venga para acá para Colombia el sol se puede ir para otro país que es...para China o para Estados Unidos.
- Para el día y la noche la tierra solamente hace un “circulamiento”, mientras el sol y la luna hacen su trabajo.
- Cuando en Rionegro es de día, en China es de noche, y cuando en Rionegro es de noche, allá en China es de día, porque cómo va a estar el sol, si no hay muchos soles, solamente hay un sol que le da luz solamente a un país y después cuando la luna está en otro país el sol se puede ir para otro lado, pero si están en el mismo lugar a veces que... están en el mismo lugar, pero como el sol, porque el sol no puede estar de allá para acá porque le cuesta mucho trabajo, entonces por eso es que existió la luna para ayudarle al sol, porque antes en un tiempo el sol era de allá para acá, entonces como estaba la luna, mejor el sol le dijo a la luna que si le ayudaba para que no estuviera de allá para acá, porque el sol se cansaba de moverse tanto.

Las anteriores explicaciones son el resultado del proceso de la actividad imaginativa en el que se disocian, modifican, asocian y ajustan al sistema la experiencia perceptiva directa y la indirecta; el ajuste al sistema lo realiza fácilmente, ya que proporciona razonamientos de acuerdo a lo que es demandado teniendo en cuenta los elementos de los cuales dispone. En la evolución del modelo mental se muestra una actitud reflexiva y consciente en la que el sentido de la lógica juega un papel muy importante, buscando la funcionalidad, pero sin dejar de lado las creencias, experiencias y conocimientos.

5.3.2.3 Tercera categoría: Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa. En esta categoría la estudiante realiza representaciones simbólicas de tipo verbal y gráfico (escritos y dibujos), en las que muestra un fuerte vínculo con el lenguaje popular, ya que continuamente son utilizadas expresiones como: el sol y la luna salen y se ocultan; poniéndose en evidencia el

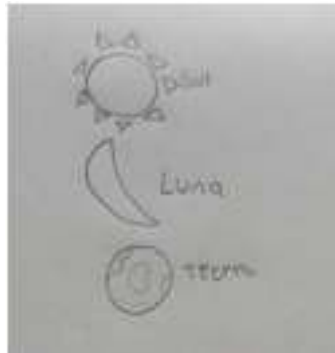
planteamiento de Egan (2018), en el que establece que la mente y el lenguaje poseen un vínculo estrecho con la cultura.

Desde el inicio de la intervención se pide a la estudiante que *explique* sus concepciones acerca del fenómeno, mediante representaciones simbólicas que son cercanas a ella como las verbales y las gráficas (Egan, 2018). A medida que adquiere más vivencias va modificando y adicionando operadores semánticos, sin desligarse de sus conocimientos iniciales. Las experiencias adquiridas las utiliza para rectificar sus explicaciones en las que cada vez elabora y ejemplifica más, yendo de lo contextual a lo global y espacial.

En cuanto a las representaciones gráficas que usa para *explicar*, inicialmente dibuja los tres astros sin relación aparente como se muestra en la **Figura 25**, pero al final de las sesiones incluye flechas, tamaños y posiciones que evidencian una sofisticación en su modelo mental (**Figura 21**).

Figura 25

Representación de la tierra, la luna y el sol (Estudiante 2)



En la última sesión, ubica a los tres astros en un plano horizontal y explica el fenómeno en términos de la incidencia de los rayos solares (**Figura 26**). Dibuja la luna en diferentes posiciones alrededor de la tierra y grafica los rayos del sol sobre la primera, lo cual puede generar cambios en su idea de la presencia de la luna solo en la noche y por tanto modificar su explicación del fenómeno, al ver que para el elemento “luna” también existe una incidencia de los rayos solares que en algunas ocasiones permite su visibilidad en el día. Además, explica que si la tierra está en medio del sol y la luna, es de día en la parte de la tierra que da al sol, y de noche en la que da a la luna. Es importante anotar que sus

representaciones gráficas tienen una inclinación hacia lo explicativo más que a lo descriptivo, aspecto que se hace evidente cuando se le pide que dé cuenta de las mismas.

Figura 26

Posición relativa de los tres astros (Estudiante 2)



En cuanto a la *descripción*, se refiere a la forma de los astros; específicamente para la luna señala un cambio que atribuye a momentos de la noche y no a las fases lunares, lo que elabora en abstracto ya que no es algo que ella observe. En uno de los momentos finales realiza una representación gráfica que no estaba dentro de las opciones de respuesta (**Figura 27**), de este modo presenta la descripción del sol y de la luna atendiendo a elementos de la experiencia indirecta; representación que difiere en gran medida de la que realizó en la primera entrevista. Tiene idea de la forma de la tierra vista desde el exterior de la misma, ya que, dibuja los océanos y los continentes; en este sentido, el tener una concepción de la tierra como un cuerpo que está en el espacio, puede ser un elemento significativo para iniciar una explicación formal del fenómeno. También describe los tamaños de los astros y su color.

Figura 27

Representación gráfica del sol (Estudiante 2)



La descripción verbal que realiza de los movimientos de los astros en ocasiones va acompañada del desplazamiento de sus brazos y cuerpo en conjunto, aspecto que incorpora después de la sesión en que se realiza el juego de roles, actividad que le sirvió para extender sus posibilidades descriptivas. En este acto se ponen en evidencia algunas características de la comprensión somática como la intencionalidad, la capacidad de comunicación y las señales autogeneradas; las cuales posibilitan la interacción, así como la expresión de ideas y pensamientos (Egan, 2018).

En cuanto a las representaciones *analógicas*, son pocas; hace uso de ellas para referirse a la forma de la luna, de la cual expresa que “es como un banano gordito”, circular, esférica, como una rayita y como un cuarto de esfera; y para el brillo de la misma: “se ve como si estuviera una linterna ahí”. Establecer analogías permite la asociación (Vygotsky, 2003) e implica el conocimiento de características y propiedades de diferentes elementos que pueden ser atribuibles a otros; en este sentido ampliar la experiencia en esta dirección influye en las posibilidades descriptivas y explicativas.

Las representaciones verbales y gráficas también permitieron la evolución de su modelo mental, ya que la exteriorización de sus ideas generaba un análisis de las mismas, posibilitando además modificaciones y replanteamientos de estas.

En este punto de la exteriorización mediante representaciones se cierra el ciclo completo de imaginación, en el que estuvieron presentes de manera particular para la estudiante elementos perceptivos, racionales y la necesidad de explicar el fenómeno. Se evidencia en ella una capacidad de pensar y analizar las situaciones por sí misma, procesos que inician de manera empírica y se van formalizando en la medida del contacto con experiencias indirectas más elaboradas y próximas a la explicación científica. También se nota en la estudiante la curiosidad, la capacidad de formularse preguntas, la apertura a otras explicaciones posibles y su competencia para comunicarlas, las cuales son algunas de las habilidades presentes en el pensamiento científico (Furman, 2008).

De este modo, las actividades grupales en las que primó la interacción con sus compañeros, permitieron que la estudiante expresara de manera clara sus ideas en relación con las de los otros, y además debatiera y tomara nuevos elementos para enriquecer su modelo mental. Pudo establecer relaciones entre lo pensado, observado y brindado desde la experiencia indirecta, potenciando su pensamiento científico (Furman, 2016); ya que, no solo

ordenó y clasificó; procesos a los que en ocasiones se reduce el pensamiento científico de los niños, sino que trascendió las explicaciones dadas desde sus creencias, mostrando así la importancia de la educación formal en ciencias desde etapas educativas iniciales.

Si bien la estudiante añadió nuevos elementos, no se desligó de sus concepciones anteriores, las cuales son estables y conviven con las científicas, sobre todo en este caso particular en el que el fenómeno es contraintuitivo (Harlen, 2008, citado en Furman, 2016). De manera que la transición de su modelo mental al científico es gradual, en la medida en que ella desarrolla los diferentes tipos de pensamiento y adquiere el lenguaje científico (Márquez, 2005); lo que permite la articulación entre las elaboraciones propias y lo que viene de afuera, dando como resultado aprendizajes significativos (Rodríguez, 2008).

De este modo sus explicaciones se tornaron cada vez más abstractas y de mayor complejidad, ya que a partir de sus experiencias elaboró formas de expresión en las que hace uso de las nuevas imágenes que posee, estas últimas se convierten en un recurso importante para plantear situaciones en las que prescinde de la presencia de los objetos, ampliándose su comprensión del fenómeno. Sin embargo, a pesar de aproximarse a la racionalización, a lo largo de la intervención la estudiante regresa a un periodo de autonomía en el que se está libre de lo racional, haciendo uso de elementos míticos (Egan, 2018; Ribot, 1901).

Siguiendo a Egan (2018) y los tipos de pensamiento planteados, la estudiante posee herramientas del pensamiento somático, mítico, romántico y se aproxima al filosófico; lo que le permite construir sentido y acercarse a la comprensión del mundo; en esta dirección, el estado de elaboración de sus explicaciones hace evidente el desarrollo de la comprensión romántica en la cual lo mítico y lo racional están presentes de manera simultánea. Además, cuando hace un intento por aproximarse a lo formal, distanciándose de la emoción, incursiona en el pensamiento filosófico; dado que trata de generalizar y esquematizar, revisando, transformando y enriqueciendo lo inicialmente planteado, llevando a cabo de este modo una revisión recursiva (Egan, 2018; Johnson-Laird, 1988, Rodríguez, 2008). En este contexto, el lenguaje juega un papel fundamental y hablar de ciencia permitió que la estudiante argumentara, comparara, observara, describiera, analizara y adquiriera términos propios del contexto científico, lo que facilita su aprendizaje (Caamaño et al., 2003)

En conclusión, pudo evidenciarse que a lo largo de las sesiones se dio un enriquecimiento del modelo mental planteado por la estudiante; las experiencias directas e

indirectas, las relaciones establecidas por medio del mecanismo de la actividad imaginativa, la retroalimentación desde la revisión recursiva y la sofisticación de sus representaciones dan cuenta de ello; asimismo, permitieron una mayor comprensión el fenómeno no solo desde su experiencia perceptiva sino también desde lo conceptual. El modelo mental construido por la estudiante posee un carácter funcional en términos de la lógica que ella exterioriza; adicionalmente, es predictivo ya que ella observa la regularidad del fenómeno y en ese sentido plantea una identidad entre la estructura de este y la de su explicación.

La evolución del modelo mental de Sara se pone de manifiesto desde las diferentes categorías y subcategorías de análisis. Puede notarse cómo en sus descripciones iniciales hace uso de elementos de la experiencia directa, los cuales disocia y conserva hasta el final de las sesiones conjugándolos con las experiencias indirectas para generar de este modo un enriquecimiento del modelo.

Los operadores semánticos se transforman. Respecto a la forma, aunque continúa realizando representaciones de los astros sin sensación de profundidad, al final, cuando elige dibujos de terceros se inclina por las formas esféricas las cuales concuerdan con sus representaciones verbales; así, se evidencia una transformación de la asociación de las formas de los astros con figuras planas, por la de cuerpos; modificando el concepto de lo redondo, desde lo circular plano hacia lo esférico. El tamaño también se modifica ya que inicialmente representa los astros con una dimensión similar y luego plantea desde lo gráfico y verbal que el sol es más grande, la tierra mediana y la luna de menor tamaño.

Si bien inicialmente hace referencia de manera verbal a las montañas como elemento contextual importante a la hora de dar cuenta del fenómeno, no lo representa gráficamente, pero sí lo hace con las nubes y las estrellas, las cuales no están presentes al final, ya que recurre a otros elementos explicativos desde la experiencia indirecta. A medida que avanza en las sesiones, explica de manera verbal el movimiento como aspecto primordial para dar cuenta del fenómeno; elementos como subir, bajar, salir y ocultarse, son modificados para dar paso al concepto de rotación y a la relación entre exposición o no de las caras de la tierra hacia el sol, teniendo en cuenta características como brillo y colores. Sin embargo, es de destacar que al final recurre de nuevo al elemento montañas, el cual en este momento es plasmado en su representación gráfica en la que adiciona nuevos componentes como las flechas y varias posiciones del sol y la luna (**figuras 28 y 29**). Este aspecto da cuenta de una

sofisticación de sus representaciones gráficas y verbales, las cuales van de lo descriptivo a lo explicativo, de manera que permiten además de explicar el fenómeno, una adquisición de habilidades propias del pensamiento científico como la observación, la comparación, la descripción, el análisis y la argumentación (Furman, 2018).

Figura 28

Representaciones iniciales para los astros y el día y la noche (Estudiante 2)



Figura 29

Representaciones finales para los astros y el día y la noche (Estudiante 2)



5.3.3 Estudiante 3: Mateo

Mateo es un estudiante de siete años de edad, se caracteriza por su buen rendimiento académico, responsabilidad y gusto por las Ciencias Naturales. En las sesiones individuales se mostró muy tímido y fue complejo obtener información de su parte, ya que evidenciaba inseguridad manifestando que no sabía la respuesta a lo que se le preguntaba; sin embargo, en las sesiones grupales era altamente participativo, evidenciando su capacidad de análisis. A continuación, se presenta el proceso de construcción y evolución del modelo mental de Mateo, iniciando con la **Tabla 16** donde se muestran de modo sintético los momentos de la intervención en relación con los operadores semánticos, las categorías y subcategorías.

Tabla 16
Operadores semánticos, categorías y subcategorías (Estudiante 3)

Momentos	Operadores semánticos					Categorías/Subcategorías						
	Movimiento (M)	Forma (F)	Tamaño (T)	Elementos contextuales (EC)	Otras características (OC)	RPPC ³⁹		RRMAI ⁴⁰			EVG ⁴¹	
						ED ⁴²	EI ⁴³	DN ⁴⁴	MN ⁴⁵	AN ⁴⁶	AS ⁴⁷	
Inicial	M1 El sol, la luna y las estrellas salen por el cielo.	F1 La tierra es cuadrada, el sol redondo y la luna como un banano.	T1 El sol cambia de tamaño a lo largo del día.	EC1 Sol, luna, tierra, lluvia, arcoíris, estrellas.	OC1 La tierra es café y dura. OC2 El sol alumbraba, no es tan fuerte en las mañanas, al medio día asolea más, por la tarde alumbraba más, está en el día y no en la noche. OC3 El amanecer y la noche son oscuros. OC4 La luna y las estrellas solo se ven en la noche. OC5 La luna también sale en el día. OC6 El sol y la luna tienen nariz, ojos y boca, el sol tiene rayos. OC7 Ubica en un plano horizontal al sol en medio de la tierra y la luna. OC8 El sol en la noche se va a dormir. OC9 La tierra tiene océanos y continentes. OC10 Cuando llueve y hace sol sale el arcoíris. OC11 El sol está en el día.	M1 M2 M3 F1 EC1 OC1 OC2 OC3 OC4 OC5	M3 F2 F3 F4 T1 OC6 OC7 OC8 OC9	EC1	M2 M3 F1 F2 F3 F4 OC7	F1 F2 F3 F4 T1 EC1 OC2 OC3 OC9 OC10	M1 M2 T1 EC1 OC4 OC7	M1 M2 M3 F1 F2 F3 F4 T1 EC1 OC1 OC2 OC3 OC4 OC6 OC7 OC8 OC9 OC10 OC11

³⁹ Relación entre percepción y primitivos conceptuales

⁴⁰ Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa

⁴¹ Externalizaciones verbales y gráficas

⁴² Experiencia directa

⁴³ Experiencia indirecta

⁴⁴ Disociación

⁴⁵ Modificación

⁴⁶ Asociación

⁴⁷ Ajuste al sistema

5.3.3.1 Primera categoría: Relación entre percepción y primitivos conceptuales.

Para esta categoría se muestran los elementos de la experiencia directa e indirecta que el estudiante utiliza para dar cuenta del fenómeno, considerándose el vínculo de estas dos con los conceptos base de sus explicaciones, así como la evolución de dicha relación a lo largo de las sesiones.

5.3.3.1.1 Experiencia directa. Para esta subcategoría el estudiante hace referencia a operadores semánticos como la forma, el movimiento, el tamaño, elementos contextuales y otras características relacionadas con propiedades de los astros que se constituyen en las bases para la explicación del fenómeno.

Para los componentes contextuales menciona la lluvia, el arcoíris y las estrellas; a medida que avanza en las sesiones adiciona elementos como árboles, nubes y montañas. Para otras características de los astros hace alusión a colores, dureza, intensidad, luminosidad, oscuridad, asolear, calor, frío e incluye la presencia de elementos animistas.

Los elementos de la experiencia directa se conservan a lo largo de las sesiones; si bien se observan nuevas adquisiciones, estos poseen un lugar muy importante en sus explicaciones, evidenciándose de este modo la estabilidad de sus ideas y la coexistencia con las científicas (Harlen, 2008, citado en Furman, 2016).

5.3.3.1.2 Experiencia indirecta. Para la forma de los astros señala que son tridimensionales como cubos, esferas, y fracciones de estas, pirámides, cilindros y toros (**Figura 30**); para la luna agrega una forma circular plana y oralmente expresa que es rectangular. A medida que avanzan las sesiones se pregunta por la forma de la tierra, la luna y el sol, ya que contrasta las nuevas adquisiciones con las de su experiencia personal; hasta el final presenta dualidad entre las formas planas y las tridimensionales.

Figura 30*Formas de los astros (Estudiante 3)*

Respecto al movimiento expresa que los astros no se mueven, pero luego en sus explicaciones da cuenta de que sí lo hacen, evidenciando de este modo una ambivalencia para este operador semántico. Incluye los puntos cardinales para describir el movimiento del sol; además, anota que al medio día el sol está en la mitad y que va descendiendo hasta ocultarse, agregando que este sale y se oculta por las mismas montañas. En el momento inicial de la intervención, para el tamaño, señala que el sol va aumentando su dimensión a medida que avanza el día (**Figura 31**); hacia el final de las sesiones expresa que la tierra es más grande que el sol y la luna.

Figura 31*Tamaño del sol en el día (Estudiante 3)*

En cuanto a otras características, expresa que la luna no tiene luz propia y alude a actitudes animistas para el sol como que se va a dormir; dibuja la tierra con océanos y

continentes y el sol con triángulos y rayos. Además, inicialmente representa la luna en medio del sol y la tierra, y hacia el final de la intervención, a la tierra en medio del sol y la luna. Elabora la tierra con plastilina de manera circular plana refiriéndose a que es esférica y la acompaña de otros planetas; a pesar de poder realizar esferas con el material proporcionado, su representación puede estar limitada por el hecho de brindarle una hoja para plasmarla. Además, elabora una línea horizontal para el suelo; es decir, no se desprende de la idea de la tierra plana, ya que, en este caso la tierra esférica “necesita” dónde posarse; de este modo las dos concepciones de la tierra coexisten no solo entre sesiones, sino en la misma (**Figura 32**).

Figura 32

Tierra esférica y plana (Estudiante 3)



Cuando se contrasta el momento inicial y el final, se encuentra que el uso de experiencias indirectas aumenta; el estudiante asume con facilidad los elementos nuevos que son brindados en las diferentes sesiones, ya que se convierten en herramientas útiles para la explicación del fenómeno que enriquecen su modelo mental; sin embargo, conviven con sus experiencias directas, ya que estas últimas siguen siendo funcionales para él. El paso de la explicación intuitiva a la que incluye elementos contraintuitivos requiere de una intervención con mayor profundización, la cual puede llevar a una mejor interiorización de los nuevos conceptos.

5.3.3.2 Segunda Categoría: Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa. En esta categoría se ponen de manifiesto las relaciones que establece

el estudiante con los elementos de la experiencia directa e indirecta; a partir de ellas y la transformación de las mismas inicia la generación y modificación de su modelo mental, y una aproximación a la explicación formal del fenómeno.

5.3.3.2.1 Disociación. En esta subcategoría el estudiante presenta los elementos de los que hace uso para explicar el fenómeno, como la tierra, la luna, el sol, la lluvia, el arcoíris, las estrellas y las nubes; estos poseen carácter contextual y son el punto de partida para el mecanismo de la actividad imaginativa y la revisión recursiva que el estudiante lleva a cabo.

5.3.3.2.2 Modificación. Para esta subcategoría se presentan cambios en los operadores semánticos y primitivos conceptuales exteriorizados por el estudiante. Para el operador semántico movimiento, el estudiante va y viene entre condiciones de quietud y movimiento según sus necesidades explicativas, dando cuenta de una coexistencia de su experiencia directa e indirecta. Es un estudiante que cuenta con un muy buen acompañamiento familiar y en ese sentido da mucho peso a las explicaciones que le proporciona su madre, lo cual se hace evidente en el caso concreto del movimiento del sol en el que agrega los puntos cardinales, señalando que es de ese modo porque “su mamá se lo dijo”.

En cuanto a la forma, representa los astros en sus dibujos de manera plana tanto al inicio como al final de la intervención; sin embargo, en la segunda sesión elige varios cuerpos tridimensionales como media esfera, un cuarto de esfera, un cono doble y un toro como semejantes a la luna, refiriéndose a esta como esférica (circular), pero también “de otras formas” (fases lunares); para el sol selecciona un ping-pong, y en coherencia con ello, al final de la intervención opta por la forma esférica para este, pero al representarlo en dibujo, lo hace circular plano, con triángulos y rayos, y sin sensación de profundidad; para la tierra elige una esfera, una pirámide triangular, un cilindro y un cubo. La representación en dibujo de manera plana puede deberse a la falta de técnica para dar sensación de profundidad, y a que, como se mencionó antes, se le proporciona hojas para ello; pero también a la dualidad entre su percepción y las concepciones adquiridas de manera indirecta.

La elección de cuerpos tan diferentes para la tierra puede estar relacionada con que de esta no realiza una observación de manera externa como si puede hacerlo para el sol y la

luna. En este sentido, un aspecto a resaltar, es que Mateo cambia de manera abrupta la forma de la tierra ya que en un inicio dice que es cuadrada y al final que es esférica; sin embargo, la representa circular mediante un dibujo sin sensación de profundidad en el que incluye océanos y continentes.

La posición relativa de los astros es diferente al inicio y al final de la intervención, en primera instancia el sistema es sol-luna-tierra y al final sol-tierra-luna, dando idea de la concepción del movimiento entre estos y de este modo de la aproximación a una explicación formal del fenómeno (**figuras 33 y 34**).

Figura 33

Representación inicial de los astros (Estudiante 3)

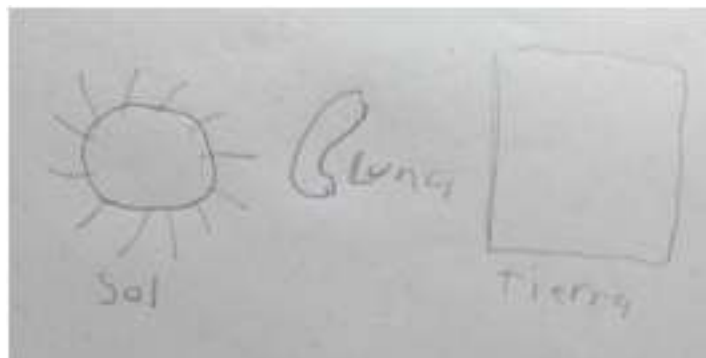


Figura 34

Representación final de los astros (Estudiante 3)



Si bien las modificaciones que realiza el estudiante en las relaciones establecidas mediante los operadores semánticos son considerables en algunos casos, como por ejemplo la forma de la tierra y el movimiento de esta misma, siguen conviviendo con sus ideas iniciales, evidenciándose que los cambios en su modelo mental son graduales (Vosniadou, 1994) y que desprenderse de las ideas intuitivas para dar paso a las explicaciones formales requiere de una profundización mayor en el tema y en el análisis del fenómeno por parte del

estudiante. En sus modificaciones están presentes elementos animistas referentes al pensamiento mítico, pero también se inicia con un componente racional, relacionado con el pensamiento romántico, de este modo se muestra una adquisición de instrumentos intelectuales que le permiten refinar sus explicaciones (Egan, 2018).

5.3.3.2.3 Asociación. Para esta subcategoría, el estudiante establece vínculos entre movimientos del sol y momentos del día como salir y hacerse de día; asocia la lluvia y el sol al mismo tiempo con la aparición del arcoíris. También liga la característica alumbrar al sol, y le atribuye a este elementos y actitudes animistas, como boca, nariz y ojos; expresando además, que en la noche el sol no está porque se va a dormir; la intensidad de este la relaciona directamente con los momentos del día: “en la mañana el sol no es tan fuerte, al medio día asolea más, por la tarde el sol alumbrará más”; de manera similar, afirma que su tamaño va cambiando a medida que el sol asciende y transcurre el día; al medio día el sol se ubica en toda la mitad y cuando empieza a descender se da el atardecer. Este tipo de asociaciones muestra la capacidad del estudiante de explicar fenómenos científicos en términos de combinaciones, causas y consecuencias.

Incluye la sensación térmica, expresando que en el día hace calor y en la noche frío. También relaciona la luna en una posición fija, las estrellas y el color negro con la noche, y el amanecer con ser oscuro. Vincula las formas de los astros con figuras y cuerpos geométricos. Su representación en dibujo para el sol, siempre va acompañada de rayos y triángulos, elementos que obedecen a su pensamiento mítico en relación con experiencias indirectas que muestran este astro con dichas características. Asocia el fenómeno con eventos meteorológicos como hacer sol o llover, diciendo que “cuando acá está lloviendo, allá (otros países) puede estar haciendo sol” y que cuando llueve no sale el sol.

A medida que avanzan las sesiones y cuenta con más elementos de experiencia indirecta, incluye en sus explicaciones el movimiento de rotación y el alcance de los rayos del sol para hacerse de día y de noche en diferentes países. Las asociaciones que realiza Mateo, están ligadas tanto a sus experiencias directas como indirectas; ello pone en evidencia la coexistencia de los pensamientos somático, mítico y romántico, donde se vislumbra una conciencia de la realidad fenomenológica, pero con la presencia de elementos fantásticos (Egan, 2018).

El estudiante realiza asociaciones que guardan coherencia para él, tanto desde la experiencia directa como de la indirecta; estas están relacionadas con las preguntas que se le formulan acerca del fenómeno; desde este proceso de asociación del mecanismo de la actividad imaginativa, el estudiante apunta hacia una explicación con sentido.

5.3.3.2.4 Ajuste al sistema. El estudiante intenta desde el momento inicial dar explicaciones acordes a lo demandado; primero desde su experiencia perceptiva y luego integrando elementos nuevos y provenientes de otras fuentes, pero siempre tratando que estas fueran consistentes con el fenómeno. A continuación, se presentan las explicaciones concretas que el estudiante da a lo largo de las sesiones, en su orden de aparición.

- Es de día cuando sale el sol y de noche cuando sale la luna.
- El sol no está en la noche porque se oscurece antes de las 6.
- El sol cambia de medida, aumentando de tamaño cuando avanza el día porque es como nosotros uno pequeño, uno mediano y uno va creciendo, pero esto no sucede todos los días porque algunas veces llueve y no sale el sol.
- El sol cuando sale por la mañana está bajito; sale por el oriente y se oculta por el occidente.
- Al medio día el sol está en toda la mitad, en la tarde se va bajando, se va yendo y se va ocultando.
- El sol sale y se esconde por las mismas montañas.
- Cuando acá es de día, en Chile es de noche, en Croacia también es de noche, ¿uno en Francia y otro acá? (Sol); no puede ser de día en todas partes, porque en los otros países no son los mismos continentes.
- Cuando la tierra gira, en la parte que estaba de noche es de día, y en la que estaba de día, es de noche.
- De día se hace con sol, de noche se hace con la luna.
- Con el sol cuando está más fuerte está más arriba, y cuando se está oscureciendo va bajando.
- Para hacerse de día el sol va subiendo.
- La luna en la noche se queda en la misma parte.
- El sol en la noche se esconde en el oeste.

- EL sol sale por el sur y se esconde por el oriente.
- Cuando en Rionegro es de noche en algunas partes no es de noche porque como los rayos del sol no alcanzan a llegar a todos los países.
- Si acá es de día, en otras partes puede ser de noche y viceversa.

Puede observarse en la secuencia de estas explicaciones que el estudiante se moviliza entre la experiencia directa e indirecta; por momentos realiza aproximaciones a lo formal, y retorna a lo que le es familiar; es decir, a su experiencia contextual. Se evidencia de este modo su proceso gradual en la sofisticación del modelo mental, ya que, atendiendo a una de las características de estos, el estudiante conserva los elementos y explicaciones que le son funcionales (Rodríguez, 2008).

5.3.3.3 Tercera categoría: Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa. Las representaciones realizadas por Mateo son verbales y gráficas (escritos y dibujos); poseen carácter explicativo, descriptivo y analógico. Estas guardan relación tanto con su experiencia directa como indirecta.

Para las representaciones *verbales*, el estudiante demuestra timidez en las sesiones individuales, mientras que en las grupales participa con mayor fluidez. Estas son explicativas y descriptivas en mayor proporción. Por su parte, las representaciones *gráficas* son en su gran mayoría descriptivas; sin embargo, a algunas también les da un carácter explicativo; además, establece ciertas analogías.

En cuanto al carácter *explicativo* de las representaciones verbales, el estudiante se refiere al cambio de tamaño del sol a lo largo del día, a la ausencia de este en la noche, a la imposibilidad de la simultaneidad del fenómeno en diferentes países. Hacia el final de la intervención complejiza sus explicaciones incorporando el concepto de rotación y el alcance de los rayos del sol para ser de día en otros países. Para las representaciones gráficas, en la historia que cuenta en una de las sesiones, explica desde su nivel de comprensión el fenómeno del arcoíris, en esta conjuga la presencia del sol y de la lluvia en simultáneo.

Para las representaciones *descriptivas* verbales, alude a características de los astros como forma, color, dureza y luminosidad; también, se refiere a la intensidad del sol, a la

sensación térmica, y a particularidades del día y la noche en cuanto a la posición y presencia de los astros. Para las representaciones gráficas también se refiere a este último aspecto, adicionando el operador semántico movimiento; recurre a formas planas y cuerpos geométricos para representar los astros. El sol y la luna poseen elementos animistas como ojos y boca (**Figura 35**).

Figura 35

Elementos animistas en el sol y la luna (Estudiante 3)



En lo que a las representaciones *analógicas* se refiere, establece un vínculo entre el proceso de crecimiento del ser humano y el cambio del tamaño del sol a lo largo del día que según él experimenta este astro: “el sol cambia de tamaño porque es como nosotros uno pequeño, uno mediano y uno va creciendo” pero “el sol no cambia de tamaño todos los días porque algunas veces llueve y no sale el sol”; también señala que la luna tiene forma de banano.

Los operadores semánticos están presentes en cada uno de los tipos de representaciones verbales y gráficas, es a partir de ellos y de los primitivos conceptuales que se da vida al proceso de la imaginación creadora, plasmándolo y dando cuenta de la revisión recursiva realizada. Las representaciones muestran la evolución del modelo mental de Mateo, ya que estas se van sofisticando en la medida en que avanzan las sesiones.

Con las representaciones se da la materialización del modelo mental, el inicio de la sofisticación o el cierre del ciclo de la actividad imaginativa. Al final de todas las sesiones, pudo evidenciarse que el estudiante hace uso de la percepción, la fantasía y la razón; en relación con esto último, muestra un esfuerzo para dar respuestas lógicas; si bien expresa en algunas de estas la influencia de su familia, analiza y llega a conclusiones individuales cada vez más elaboradas. Es un estudiante que posee habilidades del pensamiento científico, ya

que es curioso, cuestiona sus respuestas, se realiza preguntas y es analítico (Furman, 2008); lo cual se pone en evidencia en las sesiones grupales e individuales, aunque en estas últimas no se comunica de manera fluida, aspecto que es importante trabajar.

En las actividades grupales el estudiante expresó sus puntos de vista de forma clara, opinando y cuestionando los de sus compañeros; ello le permitió fortalecer y reconsiderar sus posiciones, al igual que trascender los planteamientos realizados desde su experiencia. En este sentido, el estudiante pudo fortalecer su pensamiento científico, ya que estableció vínculos entre lo observado, analizado y las experiencias de otros.

Como se mencionó anteriormente, el estudiante no se desliga por completo de sus experiencias directas, las cuales se mantienen hasta el final de manera simultánea con las explicaciones formales. Esto hace evidente que el paso de su modelo mental al conceptual es gradual, lo que a su vez permite que los aprendizajes adquiridos en el proceso de la elaboración sean significativos (Rodríguez, 2008). Sus explicaciones transitaron de lo concreto a lo abstracto en la medida en que adquirió nuevas experiencias; sin embargo, conserva elementos animistas y míticos (Egan, 2018).

Mateo, elabora sus explicaciones recorriendo los pensamientos somático, mítico, romántico y filosófico; sin embargo, tiende a una racionalización de dichas explicaciones en la que se distancia de la emoción y de este modo se aproxima al pensamiento filosófico, construyendo esquemas y generalizaciones (Egan, 2018). Así, se evidenció un enriquecimiento en su modelo mental y en este sentido una mejor comprensión del fenómeno.

Recapitulando, puede decirse que en el modelo mental del estudiante la experiencia directa se sostiene en sus explicaciones a lo largo de las sesiones. Para la forma de los astros expresa que es plana; para el movimiento del sol y la luna anota que estos salen, bajan y suben. En cuanto al tamaño, desde un inicio plantea la analogía entre el cambio de tamaño del sol a lo largo del día y el crecimiento de los seres humanos. Adiciona elementos como el cambio de intensidad del sol a lo largo del día, y el ser caliente; la presencia de las estrellas en la noche y de la luna algunas veces en el día. Las relaciones establecidas por los operadores semánticos también se mantienen durante toda la intervención.

No obstante, se hace evidente en el modelo mental la adición de elementos de la experiencia indirecta, y el mayor uso de esta a medida que avanza el trabajo en las sesiones. En un momento inicial, selecciona formas tridimensionales para los astros; sin embargo, para

la tierra y la luna elige algunos cuerpos con caras planas; presentando hasta el final esta ambivalencia entre las formas para los cuerpos. Es de notar que, en su representación inicial de los astros, la tierra posee forma cuadrada y está ubicada a la derecha del sol y la luna; en el momento final la construye en medio y de forma circular; la luna y el sol conservan su forma. Adiciona rayos al sol y realiza detalles para la tierra como los océanos y los continentes.

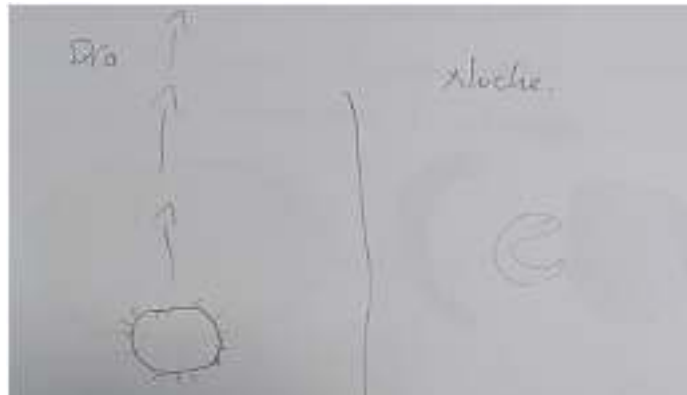
En cuanto al movimiento, inicialmente plantea que los astros se quedan quietos, pero luego adiciona los puntos cardinales para indicar el movimiento del sol; además, afirma que este rota y que la tierra también lo hace para hacerse de día y de noche. Asimismo, alude al alcance limitado de los rayos del sol en los diferentes países, razón por la cual no puede ser de día en todas partes.

Los elementos que el estudiante disocia y que utiliza para explicar el fenómeno son el sol, la tierra y la luna, los cuales están presentes tanto al inicio como al final de la intervención. En las sesiones iniciales, hace mayor énfasis en el movimiento del sol y la luna, y en las finales en el giro de la tierra, sin abandonar sus primeras concepciones. También menciona las estrellas, las montañas y las nubes, como componentes en la explicación del fenómeno.

El principal operador semántico que el estudiante modifica en las sesiones iniciales es el de movimiento, anotando que el sol y la luna se mueven y luego expresando que no lo hacen; sin embargo, al final realiza flechas para representar el movimiento ascendente del sol (**Figura 36**). En el momento final para dar cuenta del fenómeno expresa que la tierra gira, lo que en un momento inicial no era mencionado, ya que la explicación la daba desde el movimiento del sol y la luna. La forma de la tierra deja de ser cuadrada y pasa a ser esférica, también su posición respecto a los dos astros es diferente al final.

Figura 36

Movimiento de los astros (Estudiante 3)



Tanto en el momento inicial como en el final de la intervención, el estudiante asocia las formas de los astros con las de figuras y cuerpos geométricos; así como elementos contextuales con los momentos del día; por ejemplo, las estrellas y la luna con la noche, y el sol con el día; también el movimiento de los astros con el fenómeno.

Desde el inicio el estudiante da cuenta del fenómeno haciendo uso de los elementos que posee, a medida que avanzan las sesiones agrega otros nuevos, pero sin desprenderse de sus ideas iniciales, ya que le resultan funcionales, son intuitivas y por tanto significativas. Pasa de explicar el fenómeno desde el movimiento del sol y la luna, a hacerlo desde el movimiento de rotación de la tierra, lo cual es contraintuitivo y lo lleva a conservar en cierta medida su experiencia contextual.

Las representaciones verbales dadas por Mateo en las sesiones iniciales se inclinan hacia la descripción haciendo referencia a los operadores semánticos forma y movimiento; al final no deja de lado las descripciones, pero son en su mayoría explicativas y aluden al movimiento. Por su parte, las representaciones gráficas también presentan, en mayor medida un carácter descriptivo, pero estas se mantienen así durante toda la intervención refiriéndose a la forma, el tamaño y el movimiento.

En la **Tabla 17**, se presentan algunos aspectos que merecen ser resaltados a partir del análisis de los diferentes casos.

Tabla 17*Conclusiones globales del análisis de los casos*

Categoría	Subcategoría	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3
Relación entre percepción y primitivos conceptuales	Experiencia directa	Se mantiene durante todas las sesiones, su papel no es el principal, pero influye en las explicaciones.	Se mantiene durante todas las sesiones, juega un papel principal, influyendo en las explicaciones.	Se mantiene durante todas las sesiones, juega un papel importante en las explicaciones.
	Experiencia indirecta	Está presente desde el inicio, su papel es principal en la explicación del fenómeno.	Presenta un aumento gradual a medida que avanzan las sesiones, juegan un papel importante en la explicación del fenómeno.	Aumenta a lo largo de las sesiones, la asume en la medida de la funcionalidad que representa para él.
Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa	Disociación	Los elementos son contextuales y se mantienen a lo largo de la intervención.	Los elementos son contextuales y se mantienen a lo largo de la intervención.	Los elementos son de carácter contextual y se mantienen a lo largo de la intervención.
	Modificación	Transforma relaciones entre los operadores semánticos y los elementos disociados; conserva las relaciones referentes a su experiencia indirecta.	Realiza cambios en las relaciones establecidas entre los operadores semánticos y los elementos disociados a medida que adquiere experiencias indirectas y de manera gradual.	Realiza cambios considerables en algunas relaciones establecidas entre los operadores semánticos y los elementos disociados; sin embargo, la mayoría de sus ideas iniciales permanecen.
	Asociación	Realiza asociaciones principalmente entre el operador semántico movimiento y la explicación del fenómeno; estas son en gran proporción de carácter objetivo.	Establece vínculos entre los elementos de la experiencia directa e indirecta y los diferentes operadores semánticos. Están presentes la objetividad y la subjetividad, esta última se hace evidente en el uso de elementos míticos y fantásticos.	Establece relaciones entre los elementos de la experiencia directa e indirecta y los operadores semánticos; conjuga elementos subjetivos y objetivos.
	Ajuste al sistema	Desde el inicio sus afirmaciones se direccionan a la explicación formal del fenómeno haciendo uso de elementos de la experiencia indirecta.	Sus explicaciones se van transformando a medida que avanzan las sesiones, transitando de lo cotidiano y contextual a lo abstracto y formal.	Sus explicaciones están encaminadas desde el principio a dar cuenta del fenómeno de manera coherente, haciendo uso de la experiencia directa e indirecta para aproximarse a lo formal.
Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa.		Son explicativas en mayor proporción.	Son explicativas en mayor proporción; hace uso de analogías.	Son explicativas y descriptivas en mayor proporción; establece analogías.

5.3.4 Relación entre percepción y primitivos conceptuales: Influencia de la experiencia directa y del contexto indirecto

Las ideas iniciales de los estudiantes se encuentran en estrecha relación con las experiencias sensoriales y directas que tienen con el contexto (Arillo et al., 2013; Calderón et al., 2006). Estas tienen gran relevancia en sus explicaciones y permanecen hasta que las nuevas experiencias adquiridas se tornen lo suficientemente significativas y puedan ser asimiladas y de este modo utilizadas en la transformación de sus ideas anteriores (Vosniadou, 1994); ejemplo concreto de ello es la concepción de los astros esféricos, pero que en sus representaciones siguen siendo planos, aspecto que también fue encontrado en la investigación de Calderón et al. (2006).

Los estudiantes en un inicio dan una explicación del fenómeno desde una perspectiva interna de la tierra o topocéntrica, pero sin rigor científico. La experiencia directa posee un peso importante sobre la enseñanza y el aprendizaje escolar; ya que, a pesar de ser presentados otros elementos para la explicación del fenómeno, los niños continuaron haciendo uso de sus percepciones cotidianas; lo que pone en evidencia la importancia de enseñar el fenómeno durante tiempo más prolongado y también darle la dimensión de complejidad que merece tanto desde la perspectiva interna como externa o espacial (Galperin et al., 2013; Galperin et al., 2017; Galperin, Alvarez, Heredia, Saéz & Milner, 2020).

El contexto indirecto, por su parte, influye en las explicaciones de los estudiantes, estos aluden a diferentes fuentes de información, siendo capaces de replicar y asimilar esta última de manera gradual, ya que la presencia de los elementos de la experiencia directa sigue desempeñando un papel importante en sus explicaciones. Se evidenció de modo especial la influencia de imágenes provenientes de cuentos, videos y libros de ciencias donde se caricaturizan los cuerpos implicados en la explicación del fenómeno, estando presentes además errores conceptuales y didácticos; así mismo, el contexto familiar, las concepciones de los profesores, y el uso por parte de estos últimos de los recursos antes mencionados, juegan un papel importante en la formación de las ideas científicas de los estudiantes, lo cual en ocasiones da lugar a la formación de concepciones alternativas en sus modelos mentales (Calderón et al., 2006; Galperin et al., 2014; Galperin & Raviolo, 2017; Galperin, Alvarez, Heredia & Haramina, 2020; Vega, 2005).

Para el caso concreto de la presente investigación, las experiencias indirectas brindadas en cada una de las sesiones permitieron una sofisticación en los modelos mentales de los estudiantes,

la cual fue más evidente en los casos de Sara y Mateo, que en el de Julián, ya que para este último la presencia de elementos indirectos se da desde el principio y en ese sentido el contraste no es evidente; lo anterior pone de relieve la importancia de la influencia de diferentes experiencias proporcionadas por la familia y las interacciones con otros.

En las explicaciones dadas por los estudiantes se pone de manifiesto que, desde las primeras etapas escolares, los niños son capaces de establecer relaciones causales para dar cuenta del fenómeno día-noche, las cuales según Vega (2005), “están sustentadas en estructuras cognitivas bien definidas, organizadas y coherentes, originadas antes de comenzar la escolaridad” (p. 93). Su aproximación a las ideas científicas es gradual, esto pudo evidenciarse en el uso de elementos de su experiencia directa hasta el final de la intervención; a pesar del trabajo realizado en las sesiones que les brindaban elementos formales, su cambio de concepción depende en parte de la asimilación de los nuevos conceptos, lo cual requiere tiempo y por tanto considera implícitamente la edad del estudiante (Calderón et al., 2006; Fernández, 2004). Si bien en el sistema educativo actual los procesos son acelerados y se pretende que los estudiantes aprendan rápidamente conceptos complejos, que la historia de la ciencia misma ha tomado muchos años en elaborar, esto no sucede de ese modo; los modelos mentales se forman de manera gradual y el hecho de presentar imágenes y videos que muestren la tierra rotando, no implica la generación de una representación mental semejante (Moreira et al., 2002, citados en Galperin, 2013).

Resulta importante contextualizar los fenómenos que van a ser trabajados con los estudiantes para que no estén aislados de su vida cotidiana; además, es pertinente reforzar en ellos habilidades para la observación y la descripción; y en la explicación de los fenómenos por parte de los docentes contemplar asuntos de carácter histórico y epistemológico, ya que ello aporta a una buena actitud hacia la ciencia por parte de los estudiantes (Vilchez & Ramos, 2015); asimismo, es necesario propiciar vivencias reales y diseñar situaciones que permitan lograr profundidad conceptual.

5.3.5 Revisión recursiva a la luz del mecanismo de la actividad imaginativa: Capacidad de modificar sus ideas en el proceso de la imaginación creadora

Los estudiantes muestran flexibilidad en la aceptación de nueva información; sin embargo, esta coexiste con sus ideas previas; en este sentido las modificaciones realizadas cuentan con

elementos de la experiencia directa e indirecta. Antes de elaborar un modelo mental consistente y próximo al científico, los estudiantes construyen varios modelos intermedios (Calderón et al., 2006; Vosniadou, 1994), en los que se hace evidente la presencia de los subprocesos de la actividad imaginativa, los cuales se dan de manera no lineal.

Las actividades llevadas a cabo en la intervención permitieron mejorar el aprendizaje y comprensión del fenómeno (Cardenete, 2011, citado en Vilchez & Ramos, 2015); sin embargo, el tiempo fue una limitante para profundizar en el mismo, por lo que una mayor cantidad de sesiones aportaría a mejores resultados (Malone, 2011 y Sharp, 1996, citados en Vilchez & Ramos, 2015).

Aunque algunas investigaciones consideran que los contenidos referentes al fenómeno día-noche no son aptos para estudiantes de primeros grados de escolaridad por su nivel de complejidad (Vilchez & Ramos, 2015); para Egan (2018), muchos contenidos pueden ser adaptables desde estas etapas recurriendo a la narración, atendiendo a los tipos de pensamiento y llevando a cabo un proceso de transposición didáctica para el nivel cognitivo de los estudiantes.

5.3.6 Externalización verbal y gráfica de los modelos mentales como producto del proceso de la actividad imaginativa: Maneras de representar la explicación de los fenómenos

Las representaciones realizadas por los estudiantes están en correspondencia con su habilidad para comunicarse de manera escrita, oral, o por medio de dibujos (Ardila, 2019; Lema Villegas, 2020); estas permiten dar cuenta de la evolución de su modelo mental (Arillo et al., 2013); sin embargo, en algunas ocasiones se hizo necesario realizar las mismas preguntas varias veces y hacer aclaraciones que los niños solicitaron. En este sentido se evidencia un grado de dificultad en la recolección de la información cuando se trabaja con niños de los primeros grados de escolaridad, dado que sus respuestas en la mayoría de ocasiones son cortas y cerradas a diferencia de las de un adulto, quien normalmente amplía su discurso (Ardila, 2019; Arillo et al., 2013; Calderón et al., 2006; Fernández, 2004).

6 Conclusiones

En este apartado se presentan las conclusiones finales de la investigación teniendo en consideración los objetivos de la misma; adicionalmente se hace alusión a algunas limitaciones presentadas durante el desarrollo de la intervención, así como a posibles perspectivas para investigaciones futuras en este campo y ciertos vacíos encontrados en la literatura.

Atendiendo al objetivo general de la investigación referente al análisis de las relaciones teórico-prácticas que pueden establecerse entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales sobre el fenómeno día-noche; se encuentra que estas relaciones se basan en el ensayo psicológico sobre “La imaginación y el arte en la infancia” de Vygotsky (2003) y en la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird (1983); tanto el ensayo como la teoría se enmarcan dentro de las ciencias cognitivas. Allí, se hace el intento de explicar el proceso de la imaginación creadora y el funcionamiento de la mente, en aras de establecer explicaciones de fenómenos, reconociendo la influencia del contexto en el pensamiento y la relevancia de las elaboraciones mentales de los sujetos y su repercusión sobre el mundo.

La intervención realizada y los referentes teóricos brindaron información que permitió analizar algunas relaciones teórico-prácticas establecidas entre el proceso de la actividad imaginativa y la construcción de modelos mentales. Diferenciar y comprender los procesos implícitos en la imaginación creadora y los principales elementos de la Teoría de los Modelos Mentales posibilitó identificar nexos teóricos entre conceptos como percepción y primitivos conceptuales; mecanismo de la revisión recursiva y procesos de la actividad imaginativa; y la materialización de la actividad imaginativa con la externalización de los modelos mentales. Se identificó además que estos vínculos conceptuales conllevan relaciones prácticas que se hacen evidentes en la elaboración y exteriorización de los modelos por parte de los niños, ejemplo de ello es que en sus explicaciones iniciales los estudiantes hacían uso de conceptos elaborados a partir de su experiencia directa; la modificación de algunos operadores semánticos como el movimiento de los astros y las representaciones explicativas.

En cuanto a la definición de la relación entre la percepción y los primitivos conceptuales de los modelos mentales construidos por los niños, se empieza por describir las definiciones de percepción y primitivos conceptuales, lo que permite establecer la relación entre estos conceptos. En este sentido, los elementos percibidos por los niños mediante la experiencia directa se

constituyen en la base para la construcción de los primitivos conceptuales; es decir, de aquellos conceptos que los estudiantes usan para comenzar el proceso de la actividad imaginativa y para edificar la explicación inicial del fenómeno, la cual se fue modificando a medida que se fortalecía la experiencia indirecta. La percepción entonces, permite construir conceptos y modelos del mundo, estableciendo un enlace entre la mente y el contexto (Johnson-Laird, 1983; Rodríguez, 2008).

Los primitivos conceptuales construidos por los estudiantes se mantienen hasta el final de las sesiones, mostrando el papel relevante de la percepción en la elaboración de los modelos mentales. El pensamiento formal y la comprensión de los fenómenos contraintuitivos se construyen después, mediante la adquisición de experiencias indirectas (Harlen, 2008, citado en Furman, 2016); sin embargo, es necesario permitir que los niños den explicaciones desde su experiencia directa, lo cual les resulta cargado de sentido, propiciando un paso gradual y significativo a la formalización (Márquez, 2005; Rodríguez, 2008; Vosniadou, 1994).

Referente a la descripción del mecanismo de la revisión recursiva de la Teoría de los Modelos Mentales a la luz de los procesos de la actividad imaginativa, se encontró que la revisión recursiva permite el mapeo de los modelos mentales, constituyéndose en una herramienta que está al tanto e influye en cada uno de los procesos de la actividad imaginativa. En este sentido, los elementos disociados por los estudiantes guardan una relación estrecha con las demandas en términos de la explicación del fenómeno; si bien estas últimas poseen matices fantásticos, estos se van modificando a medida que se realizan las actividades de la intervención y los participantes adquieren más elementos formales; esos mismos elementos disociados se asocian, presentando variaciones cuando se realiza una aproximación y una comprensión mayor del fenómeno. En todas estas tareas del mecanismo de la actividad imaginativa, la revisión recursiva está presente encaminando la toma de decisiones, para de ese modo realizar los ajustes pertinentes en términos de las expectativas en cuanto a la formulación del modelo mental.

En lo relativo a la relación existente entre la materialización de la actividad imaginativa y la externalización de los modelos mentales en los niños, se halló que ambos elementos son creaciones que se expresan por medio de representaciones simbólicas como el discurso hablado (instrumento cognitivo más desarrollado por los participantes) y escrito, dibujos, pinturas y esquemas (Ardila, 2019; Arillo et al., 2013; Lema Villegas, 2020); tales representaciones hacen visibles las relaciones teóricas en el ámbito práctico.

En este sentido, las actividades desarrolladas permitieron que los niños exteriorizaran sus modelos mentales e hicieran evidentes los procesos imaginativos; estos procesos pueden valerse de representaciones que no obedezcan a un contexto formal, pero, para el caso de la ciencia, la exteriorización de la actividad imaginativa puede formalizarse para ajustarse a la explicación de los fenómenos (Egan, 1994). Mediante dichas representaciones pudo evidenciarse que en el contexto práctico los procesos de la actividad imaginativa no se dan de una manera secuencial; además, que la disociación presenta pocas variaciones en términos de los elementos iniciales, y la modificación y la asociación se encaminan al ajuste al sistema (aspecto en el que aportan las actividades realizadas en las diferentes sesiones), aunque en algunas ocasiones se conservan elementos fantásticos.

No obstante, la imaginación creadora a diferencia de la fantasía, permite llevar a lo concreto la actividad mental del sujeto, que de otra manera sería imposible dilucidar. La connotación negativa de la imaginación en ciencias, puede estar ligada a una concepción de sinonimia con la fantasía, la cual es considerada distante de la realidad y de la acción (Lane et al., 2016; Moreno, 2013); sin embargo, es importante establecer los matices de cada concepto y comprender que, aunque se relacionan, cada uno de estos puede ser llevado a un nivel diferente dependiendo de necesidades específicas, asunto que resulta interesante profundizar.

La imaginación creadora es un proceso de pensamiento que, permite realizar explicaciones formales que tienen repercusión en el ámbito educativo (Egan, 1994). Dichas explicaciones dependen del contexto y de este modo, de las necesidades y exigencias que se hagan al sujeto (Vygotsky, 2033). Por lo tanto, la imaginación se constituye en un proceso que puede ser utilizado para la enseñanza de las ciencias trabajando de manera explícita cada uno de sus componentes; además, cuando se vincula con los modelos mentales adquiere un carácter explicativo de fenómenos naturales concretos.

El trabajo con modelos mentales permite romper con una manera de enseñar ciencia en la que prima una visión de esta como conocimiento acabado y dado (Ruíz, 2009); y en este sentido propicia una aproximación gradual a los conceptos y una explicación de los fenómenos que parte de los elementos que posee el estudiante, lo que posibilita que los aprendizajes tengan sentido (Rodríguez, 2008; Vosniadou, 1994).

En cuanto a las narraciones como herramienta potente y motivadora para la enseñanza y el aprendizaje ligada a la imaginación (Egan, 1994; Hadzigeorgiou, 2012), es pertinente centrar la

atención en los conceptos que quieran abordarse y a la forma del relato, ya que, dependiendo del nivel de abstracción y del tipo de pensamiento desarrollado, los estudiantes pueden o no asimilar los conceptos, tomando los elementos fantásticos de manera literal; de este modo, se corre el riesgo de que se fortalezcan o generen concepciones alternativas.

Referente a los tipos de pensamiento, estos poseen una relación implícita con el lenguaje; el desarrollo del lenguaje y la alfabetización llevan al progreso de los diferentes tipos de comprensión, transitando el cuerpo, la emoción y la razón para dar explicaciones del mundo. Por tanto, el pensamiento y el lenguaje son elementos transversales en el proceso de la actividad imaginativa y en la generación de los modelos mentales toda vez que proporcionan instrumentos intelectuales (corporeidad, oralidad, lecto-escritura, abstracciones y duda epistémica) que están en correspondencia con cada tipo de pensamiento, y que permiten dar explicaciones cada vez más sofisticadas (Egan, 2018).

6.1 Vacíos encontrados en la literatura

De la revisión de literatura realizada en el marco de esta investigación, puede concluirse que existen pocas investigaciones en el campo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Física en la Educación Básica Primaria en Colombia; lo cual sugiere que la investigación en esta área y contexto necesita fortalecerse, y de esta manera contar con fuentes de información suficientes y pertinentes que se conviertan en referentes de profundización y así mejorar los procesos enseñanza y aprendizaje.

En concordancia con las pocas revisiones de literatura encontradas sobre el tema, se cuenta con un escaso material que permita conocer el estado actual de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria en Colombia; además, se identifica que las propuestas de investigación son pocas, algunas de ellas sin fundamento teórico y sin aplicación en el aula; lo que lleva a considerar la imperante necesidad de generar aportes en el campo de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en un contexto tan vulnerado en nuestro país, como el de la Educación Básica Primaria.

6.2 Algunas limitaciones identificadas en el desarrollo de la intervención

El estudio de los procesos mentales relacionados con la imaginación y los modelos mentales es complejo en la medida en que estos no pueden conocerse en sí mismos, sino a través de las representaciones que los sujetos realicen; por tanto, se presentan limitaciones referentes a las destrezas de los sujetos y a las interpretaciones de los investigadores.

La obtención de la información en la investigación con niños fue un asunto que generó dificultades, dado que sus respuestas fueron muy cortas, concretas y cerradas; lo que conllevó a que en varias ocasiones tuvieran que reformularse las preguntas con el fin de ampliar la información; sin embargo, en la mayoría de los casos, sus respuestas no variaban sustancialmente.

De otro lado, se presentaron algunos inconvenientes para realizar la intervención en horario extraclase, por lo que fue llevada a cabo durante la jornada escolar; de tal manera que a los estudiantes se les permitía salir del aula para hacer parte de las actividades de cada una de las sesiones; este proceso tomó alrededor de dos meses, ya que no se pudieron realizar las sesiones de la intervención de manera frecuente debido a las dinámicas institucionales.

6.3 Aportes de la investigación

Este estudio brinda elementos teóricos y prácticos que permiten aportar a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria. Comprender el proceso de la imaginación creadora permite profundizar en cada uno de sus subprocesos, los cuales ligados a la generación de modelos mentales repercuten en el ámbito explicativo de los fenómenos naturales. En este sentido, considerar la imaginación como un proceso mental ligado a la construcción de modelos mentales, fortalece la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Tener una aproximación a la manera en que los niños elaboran sus explicaciones y reconocer el potencial de la Actividad Imaginativa ligada a los modelos mentales como proceso formal, pero también como elemento motivador para los estudiantes, da luces para el diseño de las actividades. De esta manera, las guías propuestas para las sesiones prácticas se constituyen en un material que puede ser utilizado por los docentes de Educación Básica Primaria para la enseñanza del fenómeno día-noche, así como para la elaboración de sus propias actividades de clase.

6.4 Perspectivas abiertas para futuras investigaciones

Se considera pertinente continuar profundizando en cada uno de los procesos de la actividad imaginativa y explorar estrategias en las que estos se expliciten y fortalezcan, brindando además herramientas concretas para enriquecer los modelos mentales mediante el trabajo práctico, los procesos de enseñanza y aprendizaje, y las exteriorizaciones; potenciando la aproximación a conceptos y modelos científicos. De este modo es conveniente trascender la reflexión teórica e ir al campo de lo práctico.

Enseñar haciendo uso del proceso de la actividad imaginativa permite presentar un abanico de posibles soluciones a situaciones científicas; en este sentido, se muestra oportuno seguir explorando su incidencia práctica; además de profundizar en el vínculo entre emoción y motivación en relación con la imaginación.

El campo de la formación científica en los primeros años de escolaridad está abierto a la exploración; en concordancia con ello, abordar la enseñanza de las Ciencias Naturales desde edades tempranas podría generar una mayor apropiación de las mismas en etapas posteriores; además del desarrollo de competencias que permitan una mejor interacción del estudiante con su contexto (Furman, 2008). Esto se presenta como una posibilidad para realizar trabajos de investigación que centren la mirada en la formación de docentes de Ciencias Naturales para las etapas iniciales; siendo necesario realizar un diagnóstico en el contexto colombiano que permita conocer aspectos clave acerca de la formación docente para este ámbito, ¿cómo se están potenciando las habilidades científicas? y ¿hacia dónde se proyecta la formación en ciencias?, entre otros aspectos relevantes en las etapas iniciales de la formación escolar.

Los vínculos teórico-prácticos establecidos en la presente investigación entre los referentes teóricos se muestran como un camino abierto a seguir profundizando en aras de establecer otro tipo de relaciones entre los mismos y con otros referentes, esclareciendo los procesos de pensamiento científico en los niños y motivando al estudio de los mismos en población de otras edades.

Referencias

- Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science teaching*, 49(8), 1035-1055.
- Acosta, J., Gutiérrez, P., & Rodríguez, A. (2010). La recreación en la escuela: un campo de exploración y gestión de la imaginación. *Lúdica Pedagógica*, 2(15), 27-33.
- Akerson, V., Buzzelli, C., & Donnelly, L. (2010). On the nature of teaching nature of science: Preservice early childhood teachers' instruction in preschool and elementary settings. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(2), 213-233. <https://doi.org/fr3d2b>
- Alcaraz, M. (2016). Is there a Specific Sort of Knowledge from Fictional Works? *Teorema: Revista Internacional de Filosofía*, 35(3), 21-46. <https://bit.ly/3POxxLy>
- Ames, P., Rojas, V., & Portugal, T. (2010). *Métodos para la investigación con niños: lecciones aprendidas, desafíos y propuestas desde la experiencia de Niños del Milenio en Perú*. GRADE.
- Anaconda, M., Trujillo, S., & Navarro, A. (2015). La enseñanza de la fauna en educación inicial, una propuesta alternativa. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, (Extra), 1447-1459. <https://doi.org/hwr9>
- Andrade, M., & Martins, F. (2011). O ensino de física nas séries iniciais do Ensino Fundamental na Rede Municipal de Ensino do Recife segundo os seus docentes. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(4), 4313-4313.
- Andrews, G., Halford, G. S., Murphy, K., & Knox, K. (2009). Integration of weight and distance information in young children: The role of relational complexity. *Cognitive development*, 24(1), 49-60.
- Ardila Macias, M. (2019). *Ambiente de aprendizaje como estrategia para la enseñanza del fenómeno natural del Día y la Noche, para estudiantes del grado 4° del Colegio Santo Tomás de Aquino*. [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional Bogotá]. <https://acortar.link/b5EInS>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Episteme.
- Arillo, M., Ezquerro, Á., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., de Juanas, Á., Reyero, C., & San Martín, C. (2013). *Las ideas «científicas» de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. GAMAR.
- Assaraf, O., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(5), 540-563.
- Astudillo, C., Rivarosa, A., & Ortiz, F. (2011). Formas de pensar la enseñanza en ciencias. Un análisis de secuencias didácticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 567-586. <https://bit.ly/3IRm4Nw>

- Ayala, A. (2010). Las Competencias dentro de la Investigación científica Escolar en Primaria. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (27), 130-133. <https://bit.ly/3wVUi8Z>
- Baena, F. (2004). Fantasía, infancia y escuela. O DEL PODER DEL TALISMÁN. *Un estudio de caso a partir de relatos y acciones de niños y niñas de preescolar*. [Tesis de Universidad de Antioquia, Medellín].
- Barreto, M. (2011). Consideraciones  tico-metodológicas para la investigación en educación inicial. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 2 (9), 635-648. <https://bit.ly/3wNCV92>
- Bel, J. (2017). Fantasía e imaginación: Estrategias para el trabajo del pensamiento histórico en educación primaria. En R. Martínez., R. García., & C. García, *Investigación en didáctica de las ciencias sociales. Retos preguntas y líneas de investigación* (pp. 341-348). Universidad de Córdoba.
- Belchior, P., & Brefere, M. (2013). Física dos anos iniciais: estudo sobre a queda livre dos corpos através da metodologia da media o dial tica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(3), 1-8.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International journal of science education*, 32(3), 349-377. <https://doi.org/cwrgdb>
- Benavides, J. (2018). Habilidades pragmáticas, imaginación y comprensión de los estados mentales en los niños. *Infancias imágenes*, 17(1), 90-99. <https://doi.org/hwsc>
- Betancur, M. (2013). Análisis e interpretación de spots con contenido científico como recurso para la implementación de una estrategia didáctica. *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, (Extra), 564-581.
- Boaventura, D., Faria, C., Chagas, I., & Galvão, C. (2013). Promoting science outdoor activities for elementary school children: Contributions from a research laboratory. *International Journal of Science Education*, 35(5), 796-814.
- Boerma, I., Mol, S., & Jolles, J. (2016). Reading Pictures for Story Comprehension Requires Mental Imagery Skills. *Frontiers in psychology*, 7, 1-10. <https://doi.org/f88mdr>
- Borrero, Y., & Barros, E. (2017). Incremento del dominio conceptual escolar con base en la interdisciplinariedad. *Educación Física y Ciencia*, 19(1), 1-16.
- Byrne, J., Rietdijk, W., & Cheek, S. (2016). Enquiry-based science in the infant classroom: ‘letting go’. *International Journal of Early Years Education*, 24(2), 206-223.
- Caamaño, A., Márquez, C., & Roca Tort, M. (2003). El lenguaje de la ciencia. *Cuadernos de pedagogía*, (330), 76-80.
- Calagua, V., Silva, L., & Zavala, G. (2016). Enseñanza de la naturaleza de la ciencia como vía para mejorar el conocimiento pedagógico del contenido. *Revista iberoamericana de educación*, 70(1), 97-114.
- Calderón, E., Palafox, G., Flores, F., & Gallegos, L (2006). Las ideas infantiles sobre el Sistema Solar. *Ethos educativo*, (35), 41-61.

- Calderón, E., Flores, F., & Gallegos, L. (2013). Elementary students' mental models of the Solar System. *Astronomy Education Review*, 12(1), 1-17. <https://doi.org/hwsd>
- Calvo, Z. (2017). Aprovechamiento en el estudio de las ciencias en estudiantes de grado cuarto de educación básica primaria a partir de estilos de aprendizaje basados en la teoría de Alonso, Gallego y Honey. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 10(19), 2-43.
- Campos, B., Fernandes, S., Ragni, A., & Souza, N. (2012). Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. *Revista Brasileira de ensino de Física*, 34(1), 1-15.
- Carbonell, C. (2015). Aristóteles imagina 'lo que es'. Dialéctica y phantasia en el origen del conocimiento. *Pensamiento. Revista de Investigación e Información Filosófica*, 71(267), 645-658. <https://doi.org/hwsg>
- Carrión, G. (2013). Ingenio e imaginación: crítica al racionalismo y propuestas gnoseológico-antropológicas en Giambattista Vico y Adam Smith. *Philosophia: anuario de Filosofía*, 2(73), 39-59. <https://bit.ly/3NIoNFa>
- Casaban, E., & Candel, M. (2013). Imaginación e intelección. Mecanismos de la construcción del conocimiento: un problema científico-filosófico recurrente. *Daimon Revista Internacional de Filosofía*, (58), 81-94. <https://bit.ly/3NGcjOm>
- Castoriadis, C. (1997). Hecho y por hacer. Pensar la imaginación. Ed. Eudeba, 1998.
- Castoriadis, C. (2007). La institución imaginaria de la sociedad. Buenos Aires: Tusquest.
- Cavagnetto, A., Hand, B. M., & Norton, L. (2010). The nature of elementary student science discourse in the context of the science writing heuristic approach. *International Journal of Science Education*, 32(4), 427-449.
- Cegarra, J. (2012). Fundamentos teórico epistemológicos de los imaginarios sociales. *Cinta de moebio*, (43), 01-13. <https://doi.org/d8tk>
- Chu, H., Treagust, D., Yeo, S., & Zadnik, M. (2012). Evaluation of students' understanding of thermal concepts in everyday contexts. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1509-1534.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71.
- Colectivo filosofar con chicos. (2017). ¡Qué aridez de imaginación pedagógica! pensar la escuela más allá de lo (im)posible. *Childhood & Philosophy* 13(26), 105-128. <https://doi.org/hwsh>
- Cordero, S., Montenegro, J., & Traverso, V. (2014). Programación de la enseñanza en la escuela primaria. ¿Qué se enseña de Física?. *Revista Iberoamericana de Educación*, 64(1), 1-12.
- Criado, A., Cruz, M., García, A., & Cañal, P. (2014). ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la Ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 32(3), 249-266.

- Corrêa, S., & Kojy, E. (2013). Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do ensino fundamental com uso de experimentação virtual. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(3), 1-11.
- Cuevas, J. (2010). Imagen, imaginación y materia. *Área abierta*, (26), 1-12. <https://bit.ly/3N5mRGY>
- Cuvi, N., Georgii, C., Guarderas, P., & Arce, M. (2013). El camarote de Darwin: un Club de Lectura para aprender sobre la vida de Charles Darwin y su teoría de la evolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 242-256.
- Dankenbring, C., & Capobianco, B. (2016). Examining elementary school students' mental models of sun-earth relationships as a result of engaging in engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 825-845. <https://doi.org/f8zt89>
- Daza, E., & Moreno, J. (2010). El pensamiento del profesor de ciencias en ejercicio: Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 9(3), 549-568. <https://bit.ly/3wV8Qod>
- Díaz, M., & Muñoz, A. M. (2013). Los murales y carteles como recurso didáctico para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(3), 468-479.
- De Pro, A., & Rodríguez, J. (2014a). Desarrollo de la propuesta “Si se necesita más energía... que no se hagan más centrales” en un aula de educación primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 267-284.
- De Pro, A., & Rodríguez, J. (2014b). Ahorrando energía en Educación Primaria: estudio de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(2), 151-170.
- Dorsch, F. (2016). Knowledge By Imagination—How Imaginative Experience Can Ground Factual Knowledge. *Teorema: Revista Internacional de Filosofía*, 35(3), 87-116. <https://bit.ly/3PLEHAr>
- Dreher, J. (2012). Reflexiones sobre creatividad: el poder de subjetivación del ser humano. *Cuadernos de Filosofía Latinoamericana*, 33(106), 15-25. <https://bit.ly/3NJExrc>
- Echeverri, J. (2013). Imaginación y libertad. *Revista CES Psicología*, 6(2), 170-176. <https://bit.ly/3PNP3zL>
- Egan, K. (1994). *Fantasia e imaginación, su poder en la enseñanza primaria: una alternativa a la enseñanza y el aprendizaje en la educación infantil y primaria* (Vol. 30). Ediciones Morata.
- Egan, K. (2010). La imaginación: una olvidada caja de herramientas del aprendizaje. *Praxis Educativa*, 14(14), 12-16. <https://bit.ly/3NIqrXm>
- Egan, K. (2018). *Mentes educadas ¿Cómo las herramientas cognitivas dan forma a nuestro entendimiento?* Editorial Universidad Finis Terrae.
- Egan, K., & Judson, G. (2012). Imaginación, herramientas cognitivas y alumnos renuentes. *Praxis Educativa (Arg)*, XVI (2), 9-18. <https://bit.ly/3Grp24W>

- Egan, K., & Judson, G. (2016). *Imagination and the engaged learner: Cognitive tools for the classroom*. Teachers College Press.
- Eisner, E. W. (1998). ¿Qué hace cualitativo un estudio? En *El ojo ilustrado: Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Cap. 2, (pp. 26-42). Ed. Paidós.
- Espinosa, D., Mesa, D., Parra, S., Ramírez, F., & Pedraza, Y. (2014). Observando el mundo con ojos de científicos. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis, (Extra)*, 651-656. <https://bit.ly/3PQG3JY>
- Espinosa, J. (2017). De juegos y metáforas hacia una filosofía de la educación con rostro de niñez. *Intus Legere Filosofía, 11(2)*. 29-43. <https://bit.ly/38tGA3P>
- Fernández, M. (2004). Concepciones del día y la noche. Un estudio transcultural. *Anuario de psicología, 35(3)*, 309-330.
- Fleer, M. (2011). Kindergartens in cognitive times: Imagination as a dialectical relation between play and learning. *International Journal of Early Childhood, 43(3)*, 245-259. <https://doi.org/c6p973>
- Flórez, C., Cristancho, N., & Barón, J. (2014). Simulación interactiva para la apropiación de la ciencia y la tecnología. *Infancias imágenes, 13(2)*, 176-181.
- Flotts, M., Manzi, J., Jiménez, D., Abarzúa, A., Cayuman, C., & García, M. (2016). *Tercer estudio regional comparativo y explicativo*. Informe de resultados. TERCE, UNESCO.
- Foncubierta, J., & Rodríguez, J. (2016). El ABC del aprendizaje del español: Imaginación y pensamiento narrativo. *marcoELE. Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera, (23)*, 1-13. <https://bit.ly/3z5uBVa>
- Franco, C., Justo, E., & Fernández, J. (2009). Aplicación de un programa de relajación e imaginación en niños de educación infantil y su incidencia sobre sus niveles de creatividad verbal. *Bordón. Revista de pedagogía, 61(3)*, 47-58.
- Frappart, S., Raijmakers, M., & Frède, V. (2014). What do children know and understand about universal gravitation? Structural and developmental aspects. *Journal of experimental child psychology, 120*, 17-38. <https://doi.org/hwsj>
- Frejd, J. (2018). "If It Lived Here, It Would Die." Children's Use of Materials as Semiotic Resources in Group Discussions About Evolution. *Journal of research in childhood education, 32(3)*, 251-267.
- Furman, M. (2008). *Ciencias Naturales en la escuela primaria: Colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico*. IV Foro Latinoamericano de Educación, Aprender y Enseñar Ciencias: desafíos, estrategias y oportunidades.
- Furman, M. G. (2012). ¿Qué ciencia estamos enseñando en escuelas de contextos de pobreza? *Praxis & Saber, 3(5)*, 15-52.
- Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico*. XI Foro Latinoamericano de Educación.

- Galán, P., & Martín, R. (2013). La clasificación de la materia viva en Educación Primaria: Criterios del alumnado y niveles de competencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 372-391. <http://reec.uvigo.es/>
- Galera, M., & Reyes J. R. (2015). Influencia de Concept Cartoons en la motivación y resultados académicos de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3),419-440.
- Gallegos, C., Sagaz, M., Sánchez, A., Huerto, M., & Sánchez, M. (2013). Desarrollo de un proyecto de ciencia basado en el uso de diversas inteligencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 100-109.
- Galperin, D., Raviolo, A., Señorans, L., & Prieto, L. (2013). *El día y la noche: dificultades para la comprensión de un fenómeno muy cotidiano* [Exposición oral]. Simposio de Investigación en Educación en Física, Esquel, Argentina.
- Galperin, D. J., Raviolo, A., Prieto, L., & Señorans, L. (2014). Análisis de imágenes presentes en textos de enseñanza primaria: día y noche y movimiento diario del Sol. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(Extra),121-129.
- Galperin, D., & Raviolo, A. (2017). Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 12(1), 1-11. <https://bit.ly/3t3jGaD>
- Galperin, D. J., Alvarez, M. A., Heredia, L., Saéz, R., & Milner, A. (2020). Comparación de modelos mentales de estudiantes y docentes sobre las causas del día y la noche, las estaciones y las fases lunares: un análisis a partir de los sistemas de referencia astronómicos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(Extra), 117-124.
- Galperin, D. J., Alvarez, M. A., Heredia, L., & Haramina, J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(Extra), 125-133.
- García, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 8, 370-392.
- García, A., & Criado, M. (2013). Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 87-102.
- García, A., Criado, A., & Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 139-157.
- Gómez, J. (2012). El grupo focal y el uso de viñetas en la investigación con niños· Focal groups and vignettes in research with children. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, (24), 45-66. <https://bit.ly/3t51hKq>
- Gómez, A. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 11-28.

- Gómez, M., Martín, M., & Gutiérrez, M. (2012). El papel de la imaginación y la creatividad en la construcción del conocimiento científico. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (72), 20-27. <https://bit.ly/3m0ft3n>
- González, C., García, S., & Martínez, C. (2015). Qué contenidos y qué habilidades cognitivo-lingüísticas emplea el profesorado de primaria y secundaria en la enseñanza de la astronomía. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 71-89.
- Greca, I., & Moreira, M. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis*, 1(2), 107-120. <https://bit.ly/3M5rLm0>
- Gurgel, I., & Pietrocola, M. (2011a). O papel da imaginação no pensamento científico: análise da criação científica de estudantes em uma atividade didática sobre o espalhamento de Rutherford. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 91-122. <https://doi.org/c7tn3r>
- Gurgel, I., & Pietrocola, M. (2011b). Uma discussão epistemológica sobre a imaginação científica: a construção do conhecimento através da visão de Albert Einstein. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 1-12. <https://bit.ly/3NJ0ZB2>
- Hast, M., & Howe, C. (2013). Towards a complete commonsense theory of motion: The interaction of dimensions in children's predictions of natural object motion. *International Journal of Science Education*, 35(10), 1649-1662.
- Henderson, J. B., MacPherson, A., Osborne, J., & Wild, A. (2015). Beyond construction: Five arguments for the role and value of critique in learning science. *International Journal of Science Education*, 37(10), 1668-1697.
- Hernández Villalobos, L. (2014). Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 68-82, 2014. <https://acortar.link/nCeOQJ>
- Herrmann, C., & DeBoer, G. (2018). Investigating a learning progression for energy ideas from upper elementary through high school. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 68-93.
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación*. Señal Editora.
- Howe, C., Devine, A., & Taylor, J. (2013). Supporting conceptual change in school science: A possible role for tacit understanding. *International Journal of Science Education*, 35(5), 864-883.
- Isler, A., & Pinto, M. (2018). Mediação pedagógica e imaginação na educação infantil. *Childhood & Philosophy*, 14(29), 279-305. <https://doi.org/hwtt>
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental Models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1988). Freedom and constraint in creativity. *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*, 202, 202-219.

- Johnson-Laird, P. N. (1998). Imagery, visualization, and thinking. En J. Hochberg (Ed.), *Perception and Cognition at the Century's End* (pp. 441-467). Academic Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2010). Mental models and human reasoning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(43), 18243-18250.
- Jones, G., Robertson, L., Gardner, G. E., Dotger, S., & Blanchard, M. R. (2012). Differential use of elementary science kits. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2371-2391.
- Judson, E. (2011). The impact of field trips and family involvement on mental models of the desert environment. *International Journal of Science Education*, 33(11), 1455-1472. <https://doi.org/c4n2qt>
- Judson, G., & Egan, K. (2013). Engaging students' imaginations in second language learning. *SSLLT*, 3 (3), 343-356. <https://doi.org/hwtw>
- Kallery, M., Psillos, D., & Tselfes, V. (2009). Typical Didactical Activities in the Greek Early-Years Science Classroom: Do they promote science learning? *International Journal of Science Education*, 31(9), 1187-1204.
- Kallunki, V. (2013). How to Measure Qualitative Understanding of DC-Circuit Phenomena Taking a Closer Look at the External Representations of 9-Year-Olds. *Research in Science Education*, 43(2), 827-845. <https://doi.org/f4s3np>
- Karagöz, Ö., & Sağlam, A. (2012). Analysis of Primary School Students' Mental Models Relating to The Structure of Atom. *Journal of Turkish Science Education*, 9(1), 143-145.
- Köksal, Ö., & Sodian, B. (2018). The development of scientific reasoning: Hypothesis testing and argumentation from evidence in young children. *Cognitive Development*, 48, 135-145.
- Koscianski, R., Dias, E., & Fraga, F. (2018). O encontro infância e poesia: ludicidade, imaginação e (co) autoria. *Poiésis-Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação*, 12, 26-44. <https://doi.org/hwt2>
- Lamas, R. H. (2013). La Phantasia estructurante del pensamiento y de la subjetividad. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (43), 21-31. <https://bit.ly/3PNASdW>
- Lane, J., Ronfard, S., Francioli, S., & Harris, P. (2016). Children's imagination and belief: Prone to flights of fancy or grounded in reality? *Cognition*, 152, 127-140. <https://doi.org/f8pcdr>
- Lapoujade, M. N. (2014). La imaginación y sus imaginarios como paideia. *Temas antropológicos: Revista científica de investigaciones regionales*, 36(1), 55-72.
- Lee, Y. J., Kim, M., & Yoon, H. G. (2015). The intellectual demands of the intended primary science curriculum in Korea and Singapore: An analysis based on revised Bloom's taxonomy. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2193-2213.
- Lema Villegas, A. (2020). *Diseño y construcción de un material de enseñanza por comprensión sobre los tópicos día-noche, eclipses y fases lunares para quinto grado* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://acortar.link/z81BuZ>

- Longhini, M., Tenório, M., & Alves, G. (2011). Flutuação dos corpos: elementos para a discussão sobre sua aprendizagem em alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(3), 1-8.
- López, J. (2017). Surcando la imaginación. *Infancias imágenes*, 16(1), 147-149. <https://doi.org/hwt3>
- López-Valentín, D. M., & Guerra-Ramos, M. T. (2013). Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para educación primaria utilizados en México. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 0173-191.
- Loxley, P. M. (2009). Evaluation of three primary teachers' approaches to teaching scientific concepts in persuasive ways. *International journal of science education*, 31(12), 1607-1629.
- Lucero, M., Valeke, M., & Schellens, T. (2013). Teachers' beliefs and self-reported use of inquiry in science education in public primary schools. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1407-1423.
- Magid, R., Sheskin, M., & Schulz, L. (2015). Imagination and the generation of new ideas. *Cognitive Development*, 34, 99-110. <https://doi.org/hwt4>
- Malla Curricular Versión 4. (2018). *Programa de Licenciatura en Educación Infantil*. Universidad Pedagógica Nacional. <https://bit.ly/3MZ5Yxz>
- Malleus, E., Kikas, E., & Kruus, S. (2016). Students' understanding of cloud and rainbow formation and teachers' awareness of students' performance. *International Journal of Science Education*, 38(6), 993-1011.
- Marcondes, M. (2010). O imaginário infantil como trabalho-em-processo. *Childhood & Philosophy*, 6(12), 281-295. <https://bit.ly/3GugUk8>
- Marín, N. (2014). Enseñanza de las ciencias desde el punto de vista del constructivismo orgánico. *Enseñanza de las ciencias*, 32(2), 0221-237.
- Márquez, C. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educar*, 33, 27-38.
- Martarelli, C., Mast, F., Läge, D., & Roebbers, C. (2015). The distinction between real and fictional worlds: Investigating individual differences in fantasy understanding. *Cognitive development*, 36, 111-126. <https://doi.org/hwv4>
- Martín, R., & Galán, P. (2012). Los criterios de clasificación de la materia inerte en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(2), 213-230.
- Martín-Díaz, M. J. (2013). Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. *Revista eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 291-306.
- Massimi, M. (2011). Imagens e imaginação nas tradições filosóficas transmitidas no Brasil colonial. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 63(3), 117-129. <https://bit.ly/3wY7zNi>
- Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, 29, 43-55.

- Melero, R. (2014). *Modelos Mentales en los procesos iniciales de aprendizaje en Educación Infantil y Primaria*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España].
- Méndez, A. T., & Mora, C. (2011). Actividades Inquisitivas y Actividades Dinámicas para la enseñanza de la física a nivel de primaria. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 5, (2), 578-581.
- Mendivil, L. (2011). El arte en la educación de la primera infancia: una necesidad impostergable. *Educación*, 20(39), 23-36. <https://bit.ly/3ISn2JF>
- Merlinsky, G. (2006). La entrevista como forma de conocimiento y como texto negociado. *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, (27). 248-255. <https://bit.ly/3GCN25m>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia [MEN]. (1998). *Lineamientos curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. <https://bit.ly/3z6liUY>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia [MEN]. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. <https://bit.ly/3LXq0aq>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia [MEN]. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales*. <https://bit.ly/3GvkL0o>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia [MEN]. (2017). *Mallas de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, primero a quinto*. <https://bit.ly/3aj01Ni>
- Moreira, M. A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre*, 1(3), 193-232. <https://bit.ly/3NCOarM>
- Moreno, A. (2013). Nuevos creadores: imaginación y ocio contemporáneos. *Razón y Palabra*, 18(82), 1-13. <https://bit.ly/3GxwD1K>
- Nava, C. (2015). Imaginería: ideas relativas a una filosofía de la imaginación como estrategia de enseñanza superior del diseño. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 12(43), 92-110. <https://bit.ly/3LSqkqV>
- Navarro, M. (2011). Enseñanza y aprendizaje de astronomía diurna en primaria mediante «secuencias problematizadas» basadas en «mapas evolutivos». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(2), 163-174.
- Navarro, M. (2015) El mapa evolutivo de las estaciones del año. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(3), 23-42.
- Nudelman, N. S. (2015). Educación en ciencias basada en la indagación. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 10(28), 11-22.
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking skills and creativity*, 10, 265-279.
- Öztürk, A., & Doğanay, A. (2013). Primary School 5th and 8th Graders' Understanding and Mental Models about the Shape of the World and Gravity. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(4), 2469-2476. <https://bit.ly/3GxxFe8>

- Peña, W., & Cortés, G. (2013). Desarrollo, sistematización e implementación de una unidad didáctica, desde la práctica pedagógica. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, (Extra), 877-884.
- Pérez, P. (2013). Estudios de lo imaginario: orígenes y trayectos. *Praxis & Saber*, 4(8), 135-156. <https://doi.org/hwv6>
- Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*, 3(1), 1-42.
- Pires, E., Bim, C., Schiavinato, J., & Heleno, R. (2009). Disco de Newton multisensorial. *Física na Escola*, 10(2), 36-37
- Plummer, J., Kocareli, A., & Slagle, C. (2014). Learning to explain astronomy across moving frames of reference: Exploring the role of classroom and planetarium-based instructional contexts. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1083-1106.
- Poland, S., Colburn, A., & Long, D. (2017). Teacher perspectives on specialisation in the elementary classroom: implications for science instruction. *International Journal of Science Education*, 39(13), 1715-1732. <https://doi.org/hwv7>
- Potvin, P., Sauriol, É., & Riopel, M. (2015). Experimental evidence of the superiority of the prevalence model of conceptual change over the classical models and repetition. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(8), 1082-1108.
- Ramírez, J. (2013). Educación sin imaginación. En M. Ballesteros., y F. Ries, *International Conference Re-conceptualizing the professional identity of the European teacher. Sharing Experiences* (pp. 817-828). Copiarte.
- Rapley, T. (2014). *Los análisis de conversación, de discurso y de documentos en investigación cualitativa* (Vol. 7). Morata.
- Rey, J., & Candela, A. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. *Educación y Educadores*, 16(1), 41-65. <https://bit.ly/3N6QK9S>
- Ribot, T. A. (1901). *Ensayo acerca de la imaginación creadora*. Librería de Victoriano Suárez.
- Rico, J., & Tovar, L. (2014). El CEDEPCI. Una propuesta para incentivar el pensamiento científico en la escuela. *Nodos y Nudos, Colombia*, 4(36), 79-90.
- Rincón, L., & Robledo, J. (2010). Discusión acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales y análisis de Unidades Didácticas en relación con la integración de las Ciencias Naturales, en el ciclo dos de enseñanza. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, 3(5), 20-39.
- Rodríguez, C., Herrera, L., & Lorenzo, O. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIO TAM*, XV(2), 133-154. <https://bit.ly/3PMCFQz>
- Rodríguez, G., Gil, J., & García, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa* (2ª ed.). Aljibe.

- Rodríguez, M. L. (2008). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird. En, Rodríguez, M. L, Moreira, M. A, Caballero, M. C, & Greca, I. M, *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*, (pp. 46-87). Editorial Octaedro.
- Rodríguez, W., & Hernández, R. (2015). Trabajos Prácticos: una reflexión desde sus potencialidades. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 10(2), 15-34.
- Rodrigues, M. J., & Marques, R. (2014). Formação continuada dos educadores de infância: análise sobre o papel da brochura "Despertar para a ciência: atividades dos 3 aos 6". *Revista Ibero-Americana de Educação*, 2, 1-13.
- Rodríguez, J. (2017). Imaginación, creatividad y aprendizaje por descubrimiento a través del arte en educación infantil. *Tercio creciente*, (12), 97-120. <https://doi.org/c6gx>
- Rodríguez, L., y Rosas, C. (2016). Hacia una enseñanza de la epistemología de la física a través de sus instrumentos: una visión cognitiva. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(4), 1-17. <https://bit.ly/3wYxLXY>
- Rodríguez, M. (2010). El olvido de la imaginación y fantasía en la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias Sociales. Educación Infantil y Primaria. *Revista de estudios extremeños*, 66(3), 1201-1216.
- Rojas, S. (2009). Las preguntas y la ciencia escolar: una experiencia con la segunda infancia. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (Extra), 147-156.
- Roncancio, N. (2012). Revisión sistemática acerca de las competencias investigativas en primera infancia. *Horizontes Pedagógicos*, 14(1), 119-134.
- Ruíz, J. (2009). Totalizing of the didactic teaching-learning process of physics: an alternative for the development of student. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 13-18.
- Ruíz, F., Tamayo, O., & Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3), 629-645.
- Rybska, E., Tunnicliffe, S., & Sajkowska, Z. (2017). Children's ideas about the internal structure of trees: cross-age studies. *Journal of Biological Education*, 51(4), 375-390. <https://doi.org/hwwn>
- Sánchez, M. (2012). De la habilidad técnica a la competencia poética de la imaginación. *Pensamiento y Cultura*, 15(1), 45-59. <https://doi.org/hwwp>
- Sanmartino, M., Mengascini, A., Menegaz, A., Mordeglia, C., & Ceccarelli, S. (2012). Miradas Caleidoscópicas sobre el Chagas. Una experiencia educativa en el Museo de La Plata. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 265-273.
- Silva, S., & Serra, H. (2013). Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas s ries iniciais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ci ncias, Brasil*, 13(3), 9-23.
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Ediciones Morata.

- Spektor-Levy, O., Baruch, Y. K., & Mevarech, Z. (2013). Science and Scientific Curiosity in Pre-school—The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226-2253.
- Stake, R. (2010). *Investigación con estudio de casos*. (5ª ed.). Ediciones Morata.
- Suárez, M. (2009). La experiencia de la imaginación creadora como elemento primordial de la creación poética en la infancia. *Civilizar*, 9 (17), 169-180. <https://doi.org/hwwq>
- Suárez, C., Ojeda, M., Martínez, J., & López, C. (2016). El impacto de la divulgación de la ciencia en el desempeño escolar. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(2), 10.
- Tamayo, Ó. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (36), 25-45.
- Thurston, A., Topping, K. J., Tolmie, A., Christie, D., Karagiannidou, E., & Murray, P. (2010). Cooperative Learning in Science: Follow-up from primary to high school. *International Journal of Science Education*, 32(4), 501-522.
- Torrecilla, S. (2018). Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76(1), 9-22.
- Torres, H. (2013). Un applet como escenario para el aprendizaje de la flotabilidad con estudiantes de cuarto grado de primaria. *Revista Iberoamericana de Educación, España*, 61(4), 1-12.
- Trifilio, J. (2016). Infância em Gaston Bachelard: reflexões sobre o ensino de geografia. *Revista da Abordagem Gestáltica: Phenomenological Studies*, 22(2), 162-170. <https://bit.ly/3Gz7FiD>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas (s.f.). *Plan de estudios, Licenciatura en Pedagogía Infantil*. <http://licpedagogiainfantil.udistrital.edu.co:8080/plan-de-estudios>
- Universidad de Antioquia (s.f.). *Plan de estudios, Licenciatura en Pedagogía Infantil*. <https://bit.ly/3wTwbqh>
- Universidad de Antioquia (s.f.). *Plan de estudios, Licenciatura en Ciencias Naturales*. <https://bit.ly/3wXsmlj>
- Van Aalst, J., & Truong, M. (2011). Promoting knowledge creation discourse in an Asian primary five classroom: Results from an inquiry into life cycles. *International Journal of Science Education*, 33(4), 487-515.
- Varma, K. (2014). Supporting scientific experimentation and reasoning in young elementary school students. *Journal of science Education and Technology*, 23(3), 381-397.
- Vásquez, S., Difabio, H., & Noriega, M. (2016a). La función cognoscitiva de la imaginación. Su rol en el aprendizaje. Parte 1: Perspectivas filosófica y psicogenética. *Revista de orientación educacional*, 30(57), 95-112.
- Vásquez, S., Difabio, H., & Noriega, M. (2016b). La función cognoscitiva de la imaginación. Su rol en el aprendizaje. Parte 2: Perspectivas neobiológica y neurocognitiva. *Revista de orientación educacional*, 30(58), 89-104.

- Vilchez, J. M., & Ramos, C. (2015). La enseñanza-aprendizaje de fenómenos astronómicos cotidianos en la Educación Primaria española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 2-21.
- Vilchez, J., & Escobar, T. (2014). Uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza en Primaria: Percepción de los futuros maestros durante sus prácticas docentes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 222-241. <https://bit.ly/3t4Vox0>
- Vega, A. (2005). Buscando la Luna en la escuela. *Revista Currículum*, 18, 75-99. <https://bit.ly/3z2TJM3>
- Vieweg, K. (2009). La fuerza suave sobre las imágenes: La concepción filosófica de Hegel de la imaginación. *Revista latinoamericana de filosofía*, 35(2), 207-225. <https://bit.ly/3t3lpf5>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. <https://bit.ly/3MYvp2j>
- Vygotsky, L. S. (2003). *La imaginación y el arte en la infancia* (Vol. 87). Ediciones Akal. <https://acortar.link/xR1MvQ>
- Walerich, A. (2015). La imaginación en la tradición metafísico-mística: de Platón a Marsilio Ficino. *Veritas*, (33), 123-142. <https://acortar.link/86uIaV>
- Weisberg, D., Ilgaz, H., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R., Nicolopoulou, A., & Dickinson, D. (2015). Shovels and swords: How realistic and fantastical themes affect children's word learning. *Cognitive Development*, 35, 1-14. <https://bit.ly/3LTzqU5>
- Werner, C., Becker, Á., Darroz, L., & Samudio, A. (2013). Estudio de conceitos físicos no ensino fundamental: Atividades experimentais e modelagem matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 63(2), 2-8.
- West, E., & Wallin, A. (2013). Students' learning of a generalized theory of sound transmission from a teaching-learning sequence about sound, hearing and health. *International Journal of Science Education*, 35(6), 980-1011.
- Williamson, T. (2016). Knowing by imagining. En A. Kind., y P. Kung, *Knowledge through imagination*, (pp. 113-23). Oxford University Press. <https://acortar.link/A6PUZn>
- Yin, R. (1994). Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos. *Applied social research methods series*, 5(2). 1-35. <https://acortar.link/66gXQ2>
- Zea, L., & Hernández, R. (2015). Comprensión del ser vivo a partir de los registros semióticos en estudiantes de básica primaria: una forma de transformar sus relaciones con el medio ambiente. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, (Extra), 799-808. <https://doi.org/hwwr>
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223.
- Zona, J, y Giraldo, J. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), 13(2), 122-150. <https://acortar.link/9jIha3>