

*El papel del artefacto en las Situaciones de Resolución de
Problemas que involucran sistemas de engranajes: Un aporte
desde el análisis del objeto*

*El papel del artefacto en las Situaciones de Resolución de
Problemas que involucran sistemas de engranajes: Un aporte
desde el análisis del objeto*

Angie Olmos Carmona

Angie Olmos Carmona

Trabajo de Grado para optar al título de Diseñador
Industrial

Directora
Tatiana Cuellar
Diseñadora Gráfica
Ms.C Artes visuales

Universidad del Valle
Facultad de Artes Integradas
Departamento de Diseño
Santiago de Cali
2013

Universidad del Valle
Facultad de Artes Integradas
Departamento de Diseño
Santiago de Cali
2013

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Programas en cumplimiento de los requisitos exigidos por el Departamento de Diseño de la Universidad del Valle.

Oscar Murillo
Jurado Diseñador

Luisa Fernanda Macías
Jurado Asesor

Oscar Ordoñez
Jurado Especialista

Directora del proyecto
Tatiana Cuéllar Torres

A Dios, por la perseverancia y coraje, por alentarme de mil maneras a continuar en los momentos de dificultad.

A mis padres, por creer en mí todos los días, por la fortaleza de su amor, sus palabras de ánimo y el apoyo incondicional que me han brindado, gracias a ellos por darme lo mejor para ser mejor.

A mi hermana, por interesarse por mi trabajo, por su amor, por las risas, dictados y transcripciones.

A mi Amore, porque siempre creyó en mí, porque nunca fue una muleta sino un trampolín, por su comprensión y amor día tras día.

A mis amigos, por el ánimo en los momentos difíciles, por las charlas y debates que enriquecieron todo este proyecto.

A mi directora Tatiana Cuellar, por invitarme a este mundo de la investigación, por el impulso a seguir a pesar de la corriente, a pesar de mi terquedad, gracias por su orientación y disposición siempre.

Al profesor Ms.C en psicología Oscar Ordoñez, por permitirme conocer un mundo del que me enamoraría.

A los niños y niñas que me permitieron aprender más de ellos, que me ayudaron a construir el puente entre estas dos pasiones.

Y a todos aquellos, que de alguna u otra manera contribuyeron a que este no solo sea un trabajo de grado, sino un motivo de orgullo.

Santiago de Cali, 06 de Septiembre de 2013



ÍNDICE

RESUMEN.....	5	2.6.2. El objeto como mediador de la actividad resolutoria del niño	51
INTRODUCCIÓN.....	6	2.6.3. Un abordaje al artefacto desde la teoría del diseño	54
1. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8	3. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	59
1.1. Planteamiento del problema.....	8	3.1. GENERALIDADES Y FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
1.2. Justificación.....	9	3.1.1. Selección de la Situación de Resolución de Problemas (SRP)	61
1.3. Estado del Arte	10	3.1.1.1. Criterios de Selección.....	62
1.4. Objetivos	13	3.1.1.2. Evaluación de los estudios.....	63
1.4.1. Objetivo General	13	3.1.1.3. Resultados.....	67
1.4.2. Objetivos Específicos	13	3.1.1.4. Análisis de tarea de la SRP seleccionada	68
2. MARCO CONCEPTUAL DE REFERENCIA	14	3.1.1.5. Entrevista realizada a la autora de la SRP Buscando a Nemo.....	92
2.1. LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	14	3.1.2. Análisis del artefacto de la SRP seleccionada.....	94
2.1.1. El problema y su resolución	14	3.1.2.1. Definiciones teóricas para el análisis.....	94
2.1.2. Una perspectiva histórica	14	3.1.2.2. Categorías de análisis.....	96
2.1.3. Tipología de las Situaciones Problema	17	3.1.1.1.1. Instrumento y Análisis Nivel Sintáctico.....	104
2.1.4. El proceso de resolución de problemas.....	19	4.1.1.1.1. Instrumento y Análisis Nivel Semántico I.....	124
2.2. PENSAMIENTO CIENTIFICO EN EL NIÑO	25	3.1.2.3. Conclusiones del Análisis Entitativo del artefacto	137
2.2.1. Pensamiento científico en el niño y causalidad	25	3.1.3. Aplicación de la SRP Buscando a Nemo	139
2.2.2. Del niño como científico a la racionalidad mejorante..	26	3.1.3.1. Participantes	139
2.2.3. Las herramientas científicas de la racionalidad mejorante	29	3.1.3.2. Diseño.....	139
2.3. LAS SITUACIONES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INFANTILES	30	3.1.3.3. Implementación de la SRP	139
2.3.1. Definición de las Situaciones de Resolución de Problemas (SRP).....	30	3.1.3.4. Instrumentos de registro.....	140
2.3.2. Características de las SRP	31	3.1.3.5. Codificación de la información.....	140
2.3.3. El análisis de tareas	33	3.1.3.6. Categorías de análisis y Resultados de los desempeños de los niños.....	141
2.3.4. Casos de Situaciones de Resolución de problemas infantiles 36		3.1.3.7. Conclusiones generales de la aplicación.....	148
2.4. EL NIÑO COMO RESOLUTOR DE PROBLEMAS.....	38	4. CONCLUSIONES FINALES	152
2.4.1. El niño entre los 2 y 5 años como resolutor de problemas.....	38	5. REFERENCIAS	156
2.4.2. ¿Cómo soluciona el niño las SRP?.....	40	6. ANEXOS.....	162
2.5. LAS SITUACIONES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON SISTEMAS DE ENGRANAJES.....	40		
2.5.1. Sobre los sistemas de engranajes.....	40		
2.5.2. Aportes de estudios relevantes.....	41		
2.5.3. La comprensión de las SRP con sistemas de engranajes	48		
2.6. RELACIÓN SUJETO-OBJETO	51		
2.6.1. La lectura del objeto y su relación con el sujeto	51		

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. The Candle Problem. Duncker (1945).....	16
Figura 2. Situación del equilibrio de bloques.	26
Figura 3. Situación de los dinosaurios y las comidas.....	36
Figura 4. Situación del trasteo.....	37
Figura 5. Engranaje cilíndrico recto	41
Figura 6. Materiales de la tarea.	45
Figura 7. Configuraciones de la tarea.	
Figura 8. Corrector de rodillo.....	47
Figura 9. Tipos de sistemas de engranajes usados..	48
Figura 10. Triada de Pierce.....	57
Figura 11. Esquema del Objeto como Signo. Elaboración propia.....	58
Figura 12. Situación de Resolución de Problemas Buscando a Nemo...69	
Figura 13. Artefacto de la Situación de Resolución de Problemas.....	70
Figura 14. Zona de los personajes – la cadena dentada y engranaje fijo	70
Figura 15. Zona de configuración del sistema de engranajes	71
Figura 16. Vista frontal del engranaje mediano	71
Figura 17. Cadena – Engranaje mediano final y dos engranajes movibles concatenados.....	71
Figura 18. Dirección de giro de los engranajes.....	72
Figura 19. Punto de partida de Marly propuesto por la autora	72
Figura 20. Punto de partida de Marly, Equidistante al recorrido. Propuesto para esta investigación.	75
Figura 21. Vistas del artefacto de la SRP Buscando a Nemo.....	95
Figura 22. Estructura básica del análisis semiótico del artefacto Buscando a Nemo	136
Figura 23. Convenciones de color para las transcripciones de las aplicaciones	141

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de SRP con sistemas de engranajes físicos.....	67
Tabla 2. Relación de transmisión entre el engranaje inicial y final	72
Tabla 3. Cantidad de vueltas del engranaje inicial fijo y el punto de llegada	73
Tabla 4. Relación de vueltas engranaje final y estaciones de llegada de Marly.....	77
Tabla 5. Relación transmisión de vueltas – engranaje inicial y final.....	81
Tabla 6. Sistema organizado con dos engranajes	83
Tabla 7. Sistema configurado con tres engranajes.....	84

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de autorización de padres de familia	162
---	-----

RESUMEN

En torno a las Situaciones Resolución de Problemas (SRP) que involucran artefactos con engranajes, el propósito de esta investigación fue determinar las relaciones entre las características del artefacto desde el campo disciplinar del diseño y el uso de las herramientas cognitivas de formulación de hipótesis y experimentación, en el proceso de comprensión del funcionamiento de un sistemas de engranajes, capturando el punto de vista del niño y del objeto durante este proceso de resolución. Para esto, se trabajó con la Situación de Resolución de Problemas Buscando a Nemo desarrollada por Claudia Patricia Navarro Roldán (2008), con 10 niños de grado transición de una Institución Educativa de la Ciudad de Cali.

Se utilizó una metodología, que se enmarca en un tipo de investigación descriptiva con un enfoque cualitativo, que tiene como propósito describir la relación que se da entre la comprensión que construye el niño con las características del artefacto, este último analizado desde la teoría del objeto como signo, desde una dimensión sintáctica, semántica y pragmática, aludiendo a su carácter comunicativo y signifiante para el niño. A partir del análisis del artefacto desde estas dimensiones y la aplicación de la SRP con los niños, se determina que existen características salientes del artefacto, que tienen un papel decisivo en las relaciones iniciales que el niño establece entre los elementos del artefacto y la formulación de sus hipótesis, evidenciados principalmente en los procesos de experimentación de la fase de familiarización.

Palabras claves: Situaciones de Resolución de problemas, procesos cognitivos, artefacto, diseño, objeto, herramientas científicas, semiótica, evidencia, signo, niños.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación partió de la inquietud originada en el trabajo de pasantía realizado en el grupo de investigación “Cognición y desarrollo representacional” de la Universidad del Valle, donde se trabaja con las Situaciones de Resolución de Problemas (SRP) como medio para elicitación e identificar las herramientas cognitivas que el niño usa para resolver el problema, permitiendo así, observar a través de sus acciones y procedimientos su funcionamiento mental. En este grupo hay dos líneas de investigación, una es sobre el humor en el niño y otra sobre el razonamiento científico en el niño, es por esta última línea que me interesé. Ya que, las SRP son representadas en escenarios o dispositivos bi o tridimensionales, en el caso de las Situaciones de Resolución de Problemas de razonamiento físico-mecánico, que en su mayoría implican tener en cuenta el funcionamiento de un mecanismo; es decir, abordan el razonamiento en términos de la causalidad física, como es el caso de las SRP que involucran sistemas de engranajes.

El uso de un artefacto dotado de cualidades formales, funcionales, estéticas e incluso simbólicas de acuerdo a las características de este tipo de situaciones, coloca de plano una relación entre el sujeto y el objeto, en un proceso de mediación en pro de la resolución del problema. Para el diseño de situaciones problemas, existe un método denominado, análisis de tareas, este método es esencialmente cualitativo, y tiene como objetivo no solo analizar las exigencias cognitivas que propone la tarea, sino su estructura, en la que se vincula el artefacto o material utilizado, con el fin, de determinar el papel que cumple cada elemento del artefacto en la situación problema, las posibilidades que le brinda al niño, si hacen parte de las restricciones o no.

Sin embargo, la manera como se realiza en la psicología cognitiva el análisis del artefacto no requiere profundizar en el proceso de diseño

del objeto, pues el análisis se centra en como los elementos estructurantes de la tarea se organizan en función de lo que se desea indagar en cuanto al funcionamiento mental del niño. A pesar de esto, desde la disciplina del diseño, no se puede desconocer que el lenguaje formal del objeto, así como la disposición de sus elementos, y sus cualidades estéticas, simbólicas y formales comunican funciones, usos y aportan información a la construcción de significados por parte del niño. De manera que es de total interés para el diseño industrial, no solo el proceso de conceptualización y fabricación del objeto desde sus inicios, sino, evidenciar las cualidades del artefacto que intervienen en ese proceso de resolución de problemas, durante el uso del objeto.

De modo que, el interés de esta investigación se centró en determinar la relación entre las características formal-estéticas, simbólicas y funcionales del artefacto, de una Situación de Resolución de Problemas (SRP), que intervienen en el proceso de comprensión del funcionamiento de un sistema de engranajes, al aplicar la SRP con niños de grado transición. Analizando, los desempeños de los niños frente a las características del objeto y frente a las exigencias cognitivas propias de la tarea, teniendo en cuenta otros indicadores de su actividad cognitiva, además de las acciones, tales como, las verbalizaciones, las expresiones no verbales y gestos.

El abordaje teórico para el análisis del objeto, se realizó desde la perspectiva del análisis de tareas; aporte metodológico fundamental de la psicología cognitiva y desde la teoría del diseño abordando al objeto como signo; como mensaje, configurado desde tres niveles, el sintáctico, semántico y pragmático. El primero de ellos se refiere a los aspectos conformativos de la forma y sus manifestaciones sensibles o estéticas, el segundo se relaciona con aspectos denotativos y connotativos del objeto y el tercero analiza el uso del artefacto en contexto.

La investigación se enmarca en un tipo de investigación descriptiva con enfoque cualitativo. Esta investigación estará

enmarcada en cinco capítulos. El primer capítulo muestra los aspectos generales de la investigación; como son, el planteamiento del problema, la justificación, una revisión del estado del arte, en donde se expone de manera general los aportes que se tuvieron en cuenta de la documentación bibliográfica base para esta investigación. En una sección del marco conceptual, se hace una revisión de estudios importantes sobre situaciones problemas trabajadas con engranajes. Y finalmente se exponen el objetivo general y los objetivos específicos a lo que esta investigación responde.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco conceptual, que aborda conceptos de la disciplina de la psicología, empezado con la definición de problema, una breve revisión histórica sobre cómo se ha abordado la resolución de problemas y perspectivas de diversos autores sobre el proceso de resolución de las mismas. Partiendo de esa revisión general, se limita más el estudio de las situaciones problemas, y se vincula al pensamiento científico en el niño, y al estudio de las herramientas cognitivas que usa para mejorar su realidad, partiendo del uso de Situaciones de Resolución de Problemas, estas situaciones ya mucho más específicas y ajustada a un contexto infantil con unos objetivos particulares. Es así como, se definen, se exponen sus características y tipología. Posteriormente se abre un espacio para observar las características del niño frente a este tipo de situaciones y se ejemplifican algunas de ellas.

Para pasar, a particularizar el enfoque de esta investigación con las Situaciones de Resolución de problemas que involucran sistemas de engranajes, definiendo conceptos sobre este tipo de sistemas, abordando estudios relevantes e identificando el proceso de comprensión que el niño realiza cuando trabaja con este tipo de situaciones.

Finalmente en el marco conceptual se identifican aspectos importantes de la relación sujeto-objeto, del proceso de lectura que el

niño realiza del objeto y el papel mediador de éste en la actividad resolutoria del niño.

En el tercer capítulo, se exponen los aspectos metodológicos tenidos en cuenta de acuerdo a los objetivos de la investigación, y se desarrollan las 3 fases llevadas a cabo en este proyecto; estas son: la selección de la Situación de Resolución de Problemas con la que se trabajó, El análisis del artefacto, y la aplicación de la SRP, cada una con su corpus teórico, análisis y conclusiones.

Finalmente, el cuarto capítulo está destinado a exponer las conclusiones del trabajo y los aportes que esta investigación puede realizar a ambas disciplinas, tanto al diseño industrial como a la psicología cognitiva, en particular, en el diseño de SRP.

Vale la pena aclarar que esta investigación se enmarca dentro de la propuesta del Grupo de Investigación “Cognición y desarrollo representacional” del centro de Investigaciones, Psicología y Cultura de la Universidad del Valle- Cali, específicamente en la línea de investigación de la racionalidad en el niño. Esta investigación aporta a los objetivos del grupo en la medida en que advierte un conocimiento más a fondo sobre el diseño de los artefactos desde una disciplina acorde, como es el diseño industrial, teniendo en cuenta una de las premisas del grupo y es comprender al niño como un sujeto en positivo, que piensa y aprende por sí mismo.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los niños disfrutan resolviendo problemas, dando rienda suelta a su imaginación, para Thornton (2000) la resolución de problemas es lo que se hace cuando se tiene una meta y no se sabe cómo alcanzarla. Para los niños¹, resolver un problema nuevo puede llegar a ser más estimulante que frustrante. Estas actividades de resolución de problemas inmersas ya sean en actividades de juego libre o en actividades estructuradas, para ser aplicadas en ámbitos educativos o experimentales. Lleva a los niños a valorar sus esfuerzos e iniciativas, a descubrir nuevos conceptos e inventar estrategias de solución (Thornton, 2000). Sin embargo, la autora expresa que, para que los niños pequeños resuelvan un problema, más allá de las destrezas lógicas o de razonamiento que el niño tenga, las destrezas para la resolución de problemas se desprenden de la comprensión que él tiene del mundo que lo rodea, de descubrir y utilizar la información que el problema le brinda para construir su interpretación.

La resolución de problemas para Buteler & Gangoso (2001) abarca procesos de diferente índole, como son los procesos de percepción, atención, memoria y de razonamiento. Estas actividades de resolución de problemas, se configuran en situaciones presentadas para los sujetos de diferentes maneras; por ejemplo, a manera de problemas escritos, usando materiales bi o tridimensionales, etc. Todo depende de la temática del problema, la manera en que se quiere presentar y de los procesos cognitivos que se quieren evidenciar de la actividad resolutoria del sujeto. Estas Situaciones de Resolución de Problemas o conocidas también como SRP, tienen ciertas características que las diferencian, por ejemplo, de un ejercicio y de actividades memorísticas o dicotómicas; entre las características más relevantes, López (2007) señala que las SRP están conformadas por

“una meta, un obstáculo que dificulte su logro, varias posibilidades de acción para apresarla y una identificación o reconocimiento del problema como tal” (p.6). Por otra parte, existen SRP enfocadas en distintos dominios de conocimiento, uno de ellos es el dominio físico, donde se pueden encontrar situaciones problema enfocadas en el razonamiento físico-mecánico que involucran problemas, desde planos inclinados, poleas, engranajes, sistemas hidráulicos, entre otros.

En este tipo de problemas un componente fundamental, es el artefacto o dispositivo; es decir, el objeto físico que representa la situación problema, que el niño manipula y sobre el cual despliega sus acciones para alcanzar la meta u objetivo. Estas situaciones completamente manipulativas, le exigen al niño el despliegue de estrategias orientadas a una meta, pues como lo menciona Puche-Navarro (2005) las SRP están pensadas dentro de una relación de medios y fines, supone una relación sujeto – objeto mediada por obstáculos y/o alternativas que le impiden o permiten lograr la meta prevista. Esta relación sujeto – objeto no solo media la consecución de la meta, sino que, el artefacto le ofrece evidencia al niño para guiar el proceso de comprensión de su funcionamiento.

La interacción del niño(a) con los objetos no solo se establece en un nivel de usabilidad sobre las piezas del artefacto, sino que, los niños le atribuyen un significado a las características formales, estéticas y funcionales que abstraen del objeto y sus partes. Sobre estos aspectos, en particular el funcional, según Matan y Carey (2001 citado por Evangelou, Dobbs-Oates, Bagiati, Liang & Choi, 2010) “los niños organizan su entendimiento sobre los artefactos, en torno a nociones de la función original: para qué se hicieron los objetos” (p.2). Este sentido de uso que el niño construye sobre los artefactos, en el contexto de las SRP esta mediado por la situación problema que se le presenta, donde debe tener en cuenta, ciertas restricciones para resolver el problema.

¹ Para esta investigación, la palabra niño (s) hace referencia a niño(s) y niña (s).

Todos los componentes físicos del artefacto, presentados de manera visual y con diversas características, son analizados y procesados por el sistema perceptual que en conjunción con la información verbal que se le ha dado del problema, almacenada en la memoria, los conocimientos previos y el uso de herramientas científicas como la formulación de hipótesis y experimentación, determinan la actuación y desempeño del niño, respecto de la tarea y del problema que esta plantea.

Analizar una situación de resolución de problemas físico-mecánica y el proceso en el que el niño se involucra para resolverla desde la disciplina del diseño, implica centrarse en el artefacto y en la relación niño-artefacto que se desarrolla durante la resolución del problema. Sin embargo, si el artefacto es el medio de representación de una situación problema, dicha situación diseñada para evidenciar el uso de herramientas cognitivas por parte del niño que resuelve el problema, no se puede entonces, desligar al objeto de las acciones del niño guiadas por el uso de diversas herramientas cognitivas de las que el niño se vale, para resolver dicho problema.

El artefacto le ofrece evidencia al niño sobre sus hipótesis tras experimentar con él, evidencia que incorpora en la construcción de las diversas representaciones que tiene del problema a lo largo del proceso de resolución. Ahora bien, como lo expresa López (2007) “toda la información podría no ser relevante para la construcción de una representación adecuada de la situación. Así, en función de la riqueza con que se haya realizado la codificación se elaborará una comprensión más o menos completa del problema.”(p.9) si la construcción adecuada de la representación del problema, está influenciada por distintos factores, dentro de ellos, por la información vía procesos perceptuales que brinda el artefacto, y dicha representación conduce a la comprensión de la situación problema. Se plantea entonces la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la relación entre los aspectos formal, estético, simbólico, y funcional del artefacto que intervienen en la comprensión del funcionamiento de un artefacto, en marcado en una Situación de Resolución de Problemas, trabajada con niños de grado transición de una institución educativa de la ciudad de Cali?

1.2. Justificación

Cuando los niños en edad preescolar indagan en las relaciones causales de algún fenómeno, permiten ver las capacidades y destrezas tempranas que desarrollan sobre la comprensión de fenómenos físicos al hacer inferencias, experimentar, formular hipótesis y re-elaborar constantemente su conocimiento; las situaciones de resolución de problemas (SRP) donde hay una meta que lograr y unos obstáculos que no lo dejan alcanzar la meta tan fácilmente, permiten el uso de herramientas cognitivas.

El problema presentado a través de los artefactos físicos, tiene una evidente carga funcional, pero en sí, son todas las características del artefacto como sus aspectos formales, estéticos, simbólicos y funcionales los que le brindan información al sistema perceptual del niño(a) para elaborar la representación del problema que guía el proceso de solución. Es pertinente entonces para el diseño industrial abordar el proceso de diseño de estos artefactos donde las cualidades estéticas, formales, funcionales y simbólicas le dan información al niño para construir las representaciones internas de las relaciones entre los componentes del artefacto, que le permitan comprenderlo; esa comprensión dará paso a la selección de estrategias y la exigencia del uso de herramientas cognitivas para la solución, lo que permite así conocer el funcionamiento mental del niño(a), aspecto importante tanto a nivel psicológico como pedagógico, pues el conocer cómo los niños comprenden los problemas y cómo se aproximan a solucionarlos, pone en reconocimiento las habilidades con

las que cada niño(a) cuenta y como se pueden diseñar estrategias de enseñanza, centradas en el saber y saber- hacer de los niños(as).

La interdisciplinariedad bajo la cual se concibió el desarrollo de esta investigación, busca mediante los conocimientos y herramientas que aporta la disciplina de la psicología, junto con el corpus teórico y herramientas del diseño, aportar conceptualmente al diseño de objetos para trabajar el razonamiento de una manera más dinámica, que tengan en cuenta la manera cómo los niños se relacionan con ellos, cómo se representan los objetos y todos los procesos cognitivos que se originan en el proceso de interacción con cada una de las características del objeto; como son los aspectos formales, funcionales, simbólicos y estéticos; aspectos que trascienden mucho más allá de la mente del diseñador que los concibe y cómo estos pueden limitar o ampliar la comprensión que construye el niño del funcionamiento del objeto.

1.3. Estado del Arte

En el presente apartado se exponen el conjunto de documentos que aportan a la delimitación conceptual, al modelo metodológico y diseño de instrumentos utilizados en esta investigación, enmarcada como un proyecto que sitúa a la disciplina del diseño como enfoque. Se pretende entonces estudiar un fenómeno, en este caso; de la cognición infantil, indagar en el funcionamiento de la mente del niño, por medio del lenguaje de la forma que comporta el objeto, como medio que comunica y a la vez demanda, diversos procedimientos por parte del niño para visualizar dicho funcionamiento cognitivo. Las preguntas de esta investigación intentan comprender el fenómeno de la resolución de problemas en niños y su razonamiento físico, por medio del estudio del objeto vinculado a la interacción que el niño realiza. Este objeto es llamado artefacto en el contexto de las SRP; y es el que representa la situación

problema, con alternativas y obstáculos, exigiéndole al niño el despliegue de estrategias para la resolución.

De modo que, estos son los dos enfoques conceptuales que aborda esta investigación: primero, la conceptualización del objeto como mediador de una situación problema, teniendo en cuenta las funciones relativas al objeto como las formales, estéticas, simbólicas y funcionales; de igual modo, la función comunicativa, ubicando al objeto como signo, que comunica usos, significados, funciones, creencias y permite su significación por parte de quien lo usa. El segundo enfoque, se centra en el estudio teórico y empírico de las situaciones de resolución de problemas en dominios de razonamiento físico, particularmente engranajes, aunque la construcción teórica como tal, aborda las SRP desde la definición de problema, y se va desglosando hasta llegar a la especificidad de situaciones con sistemas de engranajes.

Para referirse al primer enfoque, Castillo (2009) expone el ejercicio proyectual del diseño de material lúdico-didáctico estableciendo criterios y relaciones a partir de conceptos de otras disciplinas como la psicología cognitiva y evolutiva, la didáctica, el aprendizaje, la lúdica; considerando al diseño como el organizador y configurador de estos conceptos en la materialización del objeto. De manera que, el concepto es el que direcciona la proyección de los objetos. La autora no solo expone a nivel conceptual las dos grandes vertientes del proyecto, como son la didáctica y la lúdica. Sino que a partir de la teoría construye el significado propio de objeto de lúdico-didáctico. También teoriza sobre el desarrollo y aprendizaje en los niños, las dimensiones psicomotoras, sociales y cognitivas, para luego establecer las relaciones del niño con el objeto, sobre lo que aprende de él y como lo aprende.

Aborda el objeto desde la síntesis de la forma, como estructura material que sintetiza los conceptos del proyecto – llámese proyecto a la creación objetual- organizándolos en una forma integrada que se

configura tridimensionalmente, representando el concepto. Estas acepciones son retomadas de Sánchez (2005) otro de los autores que han servido de base para esta investigación. Así pues, Castillo (2009) descompone al sistema objeto en los elementos que lo constituyen, agrupándolos en tres vectores; el vector de la expresión (aspectos perceptuales, formal-estéticos y de significación), el vector de la función (aspectos ergonómicos y de mecanismos), el vector técnico (materiales, procesos, costos) y adicionalmente tiene en cuenta aspectos comerciales. Sin embargo, solo desarrolla los tres primeros vectores, analizando las relaciones sistémicas entre ellos. Señala también un aspecto que ha sido importante para esta investigación, y es la postura de estudiar al niño como lector del objeto.

Después del desarrollo teórico-conceptual, elabora una matriz de análisis que permitirá por medio de la observación analizar estos vectores en tres objetos, que fueron seleccionados por la autora por su complejidad conceptual. Vale la pena mencionar el análisis riguroso que realiza de los tres casos de objetos lúdico – didácticos, no obstante, se centra mucho en esa descripción y aspectos teóricos que soportan el objeto diseñado, dejando de lado una descripción en relación a los múltiples usos que pueden surgir y las diferentes significaciones que el niño puede construir.

Sánchez (2005) en su libro, *Morfogénesis del Objeto de uso*, desarrolla diversas hipótesis sobre el origen de la forma y aspectos significativos de ella, desde diferentes enfoques como el cultural y estructural. Al mismo tiempo que aborda el objeto de uso, desde otras perspectivas, más allá de la funcional, que el autor considera ya abunda en la literatura sobre la creación del objeto. De este autor, se tuvieron en cuenta muchos de sus postulados para este proyecto. Como la perspectiva estructural del objeto, que permite analizar las relaciones Intraformal e interformal del este. Pero sin duda, el mayor aporte, está en el campo significativo de la forma o semiótica, de donde se toman elementos para construir la estructura del análisis del objeto.

Entre ellos el enfoque que construye el autor del objeto-signo y el objeto como mensaje tridimensional, destacando la capacidad de los objetos de transmitir sus usos mediante la comunicación y la significación de la forma.

Olguín y cols (2009) abordan la morfología como base del proceso de diseño, la forma íntegra y articula los elementos que finalmente participan en el proceso de materialización de un objeto. Se analizan aspectos perceptivos y significativos de la forma que están determinados, desde el aparato perceptivo común a todos, pasando por la interpretación y la influencia de lo social y cultural en nuestra manera de ver y percibir el mundo. la lectura de los objetos tiene en este documento un especial enfoque, porque no solo es la lectura interpretativa que hace el sujeto que recibe al objeto, sino la lectura que gesta el diseñador al ordenar y dar normas a la forma para pasar de un campo abstracto (geométrico) a uno concreto. A partir de este concepto de lectura de los objetos, es que se definen unos aspectos conformativos y sensibles de la forma que configuran la totalidad del objeto, por lo menos desde lo que concibe el diseñador en el proceso proyectual, estos aportes son la base teórica del análisis sintáctico del artefacto de la SRP.

Cantú (2003) al igual que Nikiel (2010) se centran en la función comunicativa del objeto diseñado, reconocen al objeto como signo, por lo que lo analizan desde la teoría del signo de Peirce. Por su parte Nikiel (2010) abordar las tres dimensiones semióticas encargadas de estudiar los signos y aplica dichos conocimientos a los productos, reconoce que usualmente desde el diseño solo se aborda la semántica de los objetos dejando de lado la sintaxis y la pragmática, por lo que ella construye esas relaciones diádicas y posteriormente lo aplica a diversos casos de estudio. En el caso de Cantú (2003) a partir de la teoría del objeto, la teoría semiótica y la triada de Pierce, y las dimensiones semióticas del objeto, construye todo un marco de referencia, para luego abordar el análisis de un objeto específico

(máquina de afeitar) desde los tres signos planteados por Peirce; el icono, índice y símbolo.

El enfoque de las situaciones de resolución de problemas y el razonamiento físico en el niño, en primera instancia se aborda desde las investigaciones y desarrollos teóricos de Puche- Navarro (2003, 2003a, 2005) y otros trabajos desarrollados en el centro de Investigaciones de Psicología, Cognición y Cultura de la Universidad del valle como son (Puche y Ordoñez, 2005; Puche- Navarro, Ossa, y Guevara, 2006; Puche-Navarro, Colinvaux, y Dibar, 2001). direccionados a desplegar la mente del niño, a comprender su funcionamiento mental teniendo en cuenta el punto de vista del niño, otorgándole importancia a sus acciones y procedimientos observables, saliéndose un poco del esquema de laboratorio que usaba Piaget. Y diseñando situaciones de resolución de problemas más cercanas al contexto del niño, que tocan sus intereses y motivaciones.

En el caso de Mounoud (1977) su interés radica en el papel del instrumento en la actividad mental del niño, a través de las situaciones de resolución de problemas, centrado en la acción del niño sobre el artefacto, dándole ese carácter de instrumento. En el caso de Herrera, su investigación no se centra en como el niño estructura el instrumento sino en algo que él considera déficit de la investigación de Mounoud y es el papel del adulto en ese proceso de interacción con el objeto o signo como él lo llama, tiene en cuenta también el carácter semiótico del objeto.

Una diferencia que se identifica entre el trabajo de Puche-Navarro y el de Mounoud es este aspecto de capturar el interés y la atención del niño desde la perspectiva de Puche, se enfatiza en la tematización de la tarea, de hacerlo agradable y significativo para el niño y por ellos en los instrumentos utilizados para las SRP se evidencia un carga simbólica en este caso la historia-los personajes permiten que el niño se ancle mucho más ella. En el caso de Mounoud las situaciones son más sintéticas por decirlo de alguna manera, en los

instrumentos no se hace énfasis en tematizaciones o capturar el interés del niño así sean experimentos tipo laboratorio.

Los estudios empíricos revisados sobre situaciones de resolución de problemas, que usan sistemas de engranajes, comprenden dispositivos tanto físicos como virtuales, esta revisión tuvo como objetivo conocer la teoría desde la psicología cognitiva que subyace los procesos de resolución sobre sistemas físico-mecánicos, diagnosticar también que papel se le otorga al objeto en la resolución del problema, esta indagación también se realizó en las investigaciones desarrolladas en el Centro de Investigaciones de Psicología y Cultura. Y el papel más relevante que se identificó con relación al objeto está en la evidencia que este arroja cuando el niño interactúa con él y cómo esta evidencia afecta la construcción de la representación del niño y así sus estrategias de resolución. Vale la pena, hacer claridad sobre la poca información que se encuentra en los artículos empíricos sobre el diseño del artefacto y/o dispositivo de la tarea, esto se convirtió en una dificultad metodológica con la que se tuvo que trabajar.

Es evidente que en los estudios hay una conceptualización del problema como tal, sin embargo en algunos de ellos (Boucheix & Guignard, 2005; Schwartz & Black, 1996) esta conceptualización está centrada en identificar los procesos de cambio representacional y de comprensión del mecanismo de transmisión de movimiento del sistema de engranajes, restándole importancia al diseño del artefacto, pues básicamente en estos estudios virtuales o físicos, el centro de atención ya está dado por la estructura del engranaje, y el fin u objetivo del problema se queda en el movimiento de ellos, y no en que esa transmisión se relacione con otros elementos, generando otras dinámicas. Por eso están importante el aporte de Puche-Navarro sobre la tematización, estudios como los de Navarro (2008), Figueroa y Rodríguez (2009), Avendaño, Bonilla y González (2004), Metz (1985) y Dixon & Bangert (2002), dan cuenta del uso de una tematización, al diseñar y/o usar situaciones de resolución de problemas con artefactos

que recrean un contexto de referencia que sea significativo para el niño, esto le permite representar la situación problema anclada y adherirse mejor a la actividad. Para un mayor conocimiento y comprensión de estos estudios en uno de los capítulos se hizo una breve reseña de cada uno de ellos.

Adicional a los documentos mencionados, la revisión bibliográfica también conto con otras fuentes como libros, tesis de pregrado, maestría y doctorado, artículos empíricos y teóricos sobre la resolución de problemas infantiles en áreas del conocimiento como la física, ciencias y matemáticas con niños, el razonamiento en niños y aprendizaje del mundo físico, formación de representaciones y modelos mentales. En el campo del diseño se abordaron autores como Löbach (1961) y Bürdek (2002) que también aportaron elementos teóricos al diseño del análisis del objeto, otros autores y fuentes como artículos y tesis de maestría, todos ellos consignados en el aparte de la bibliografía de este documento.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar las relaciones entre los aspectos formal, estético, simbólico y funcional que intervienen en la comprensión del funcionamiento del mecanismo, del artefacto de la SRP *Buscando a Nemo*, por parte de un grupo de niños de grado transición de una institución educativa de la ciudad de Cali.

1.4.2. Objetivos Específicos

-Caracterizar los aspectos formal, estético, funcional y simbólico del artefacto utilizado en la SRP físico-mecánica *Buscando a Nemo* aplicado en el trabajo de campo.

-Identificar las acciones, verbalizaciones y expresiones no verbales del niño que denotan comprensión sobre el funcionamiento

del mecanismo, relacionadas con los aspectos formal, estético, simbólico y funcional del artefacto.

-Describir las estrategias de solución usadas por los niños en el proceso de resolución del problema de la SRP.

2. MARCO CONCEPTUAL DE REFERENCIA

2.1. LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

2.1.1. El problema y su resolución

Un problema puede ser definido como una situación nueva, inquietante, prevista o espontánea (Inzunza & Brincones, 2010; Perales, 1993; Pozo, 1995) que reúne ciertas características; primero, un estado inicial que genera un interrogante, el cual no se sabe cómo resolver y que su solución no está directamente al alcance, a pesar de conocerse el estado final o deseado (solución), no hay una vía clara, ni única para llegar a él, por lo que se debe recurrir al pensamiento para hallar una vía entre ambos estados (Duncker, citado por Domenech, 2004).

La incertidumbre o inquietud que produce un problema, origina una conducta en el sujeto, que tiende hacia la búsqueda de la solución (Perales, 1993), esta conducta inicialmente busca definir el problema, comprenderlo, identificar los elementos que lo conforman para luego solucionarlo, mediante estrategias de resolución, estas estrategias aluden a acciones y conocimientos, que permitan mediar entre los dos estados (Duncker, citado por Figueroa & Rodríguez, 2009) o como lo expresarían Chi y Glaser (citado por Varela, 1994) “Un problema es una situación en la que se intenta alcanzar un objetivo y se hace necesario un medio para conseguirlo” (p.15).

Para Perales (1993) la sola expresión “resolución de problemas” sugiere el proceso a través del cual, la situación incierta es aclarada, e implica la utilización de procedimientos y conocimientos por parte del sujeto (niño ó adulto) que soluciona el problema, esto es, desplegar la actividad mental y poder observar su funcionamiento a partir de dichas acciones y procedimientos. Ausubel (citado por Varela, 1994) vincula dos puntos importantes, en la resolución de problemas, el primero de ellos es la información nueva y actual a la que se enfrenta el sujeto cuando conoce el problema y la segunda son los

esquemas previos de conocimiento que el sujeto posee, entonces, el sujeto al relacionar estas informaciones crea nuevos significados, que afectan la forma en que él resuelve el problema.

Finalmente Polya (citado por Mayer, 1986) propone que la resolución de problemas incorpora procesos cognitivos como la percepción, planeación, ejecución y evaluación que hacen uso de recursos que han sido destinados para tal fin, se interpreta que los recursos son los medios físicos/virtuales en que se formaliza la situación de resolución de problemas, para ser accesible al solucionador.

2.1.2. Una perspectiva histórica

A partir de la revisión bibliográfica, específicamente de tesis de maestría y doctorales (Varela, 2002; Perales, 1993; Domenech, 2004 y López, 2007) se encontraron distintas perspectivas históricas sobre la resolución de problemas. Esta investigación no tiene la intención de adherirse particularmente a ninguna de estas corrientes psicológicas, sin embargo, se reconoció la utilidad teórica de conocer el surgimiento de ellas, y poder tomar elementos que permitan enriquecer el marco conceptual de esta investigación.

La resolución de problemas y sus procesos implicados, han sido estudiados incluso desde antes de que naciera la psicología, por otras disciplinas como la filosofía, tema central de discusiones abordadas por Aristóteles o Hume sobre el procesamiento del pensamiento desde teorías asociacionistas, que estaban vigentes a finales del siglo XIX, esta es entonces la primera perspectiva a abordarse.

En la perspectiva asociacionista, los procesos de resolución de problemas se enfatizan en conductas automáticas basadas en el ensayo/error y las asociaciones que entre dos ideas constituyen la unidad de pensamiento. Todo el conocimiento deviene de la experiencia sensorial, de manera que mediante los sentidos se hace

una reproducción exacta del mundo tal y como es percibido, construyendo imágenes o algún modo de experiencia sensorial. A partir de la opinión de diversos autores, como el “grupo de Wurzburg” en la primera década del siglo XX, se concluyó que este tratamiento de la resolución de problemas no solo es superficial, sino que demostraron en sus investigaciones, que el pensamiento es guiado por objetivos, que la experiencia no se reproduce en el pensamiento como se da en el exterior y su mayor aporte, al estudiar experimentalmente los procesos cognitivos, fue determinar que cuando los participantes daban sus respuestas sobre asociación libre de ideas, ellos no manifestaban tener conscientemente alguna imagen en las asociaciones que realizaban. Sin embargo, a este grupo le fue criticado el hecho de que su método de recogida de datos no se basaba en datos observables, por el contrario, se basó en la experiencia subjetiva de los sujetos, a partir de sus respuestas verbales al preguntarle por los procesos implicados en sus respuestas.

Uno de los trabajos más importantes que marca el inicio de la resolución de problemas, y que no sigue la doctrina asociacionista, es el de Otto Selz en 1912, considerada por Simon (1982, citado por Doménech, 2004) como una obra pionera en la psicología cognitiva moderna. Pues a través de su trabajo Selz logro:

...reemplazar las asociaciones simples por asociaciones directas. Estas últimas asociaciones son más complejas que las simples y serán usadas por las teorías del procesamiento de la información.

-Selz considera que un problema consiste en formar una estructura y no una cadena de asociaciones automáticas, siendo esta la idea base del esquema en la psicología cognitiva.

-Selz señala que resolver un problema implica utilizar como medios, conexiones causales que fueron observadas en el pasado, de modo que los procesos mentales estaban basados en parejas de condición-acción y no en asociaciones de

estímulo-respuesta. Estas ideas son la base de la técnica de análisis medio-fin (means-ends analysis) actual. (Doménech, 2004, p.90)

Por otro lado, aparece la Escuela de la Gestalt (Gestalt, viene del alemán “forma” o “estructura”) quienes se centraron en la re-estructuración del problema y sus objetivos en diversas etapas para luego solucionarlas. Una de las obras más importantes sobre este enfoque es *On problem-solving* de Duncker (1945), donde señala la importancia de la re-estructuración del objetivo del problema así como de los materiales que tiene a su disposición para encontrar la solución. Desde la perspectiva del diseño, este enfoque es el que más abiertamente le brinda un papel, de mediador al objeto o materiales que están a disposición para resolver la situación problema. Para la psicología de la Gestalt la resolución de problemas, no se limita al uso de experiencias previas de forma mecánica, para ellos, el proceso de resolución radica en comprender la estructura del problema, al relacionar unos elementos con otros, considerando que, todos los elementos dados en la situación encajan, deben ser reordenados y tenidos en cuenta para alcanzar el objetivo. Este énfasis en que todos los elementos encajan y forman la estructura del problema, según Mayer (1986) es coherente con el enfoque de los psicólogos de la Gestalt al estudiar los procesos perceptivos en la resolución de un problema, pues la reorganización de los elementos se hace a nivel perceptivo.

Duncker (1945) señaló que, frente a un problema, el sujeto utiliza los objetos y/o materiales que tiene a su disposición asignándoles la función más común, siendo muy difícil luego cambiar esta función por otra. Esto es lo que Duncker llamo, pre- utilización o lo que en otros textos se conoce como fijación funcional. Para verificar este postulado, Duncker (1945) aplico dos experimentos, llamado ‘el problema de la vela’ o conocido también como ‘Candle Problem’, este problema consistía en sujetar una vela a la pared de manera que no

gotee cera al piso, utilizando los elementos que se le dan al sujeto (véase Figura 1). El primer experimento consistía en darle a los sujetos una vela, una caja de chinches, y una caja de fósforos. En el segundo experimento, los materiales eran los mismos, pero estaban fuera de la caja, es decir las cajas estaban vacías.

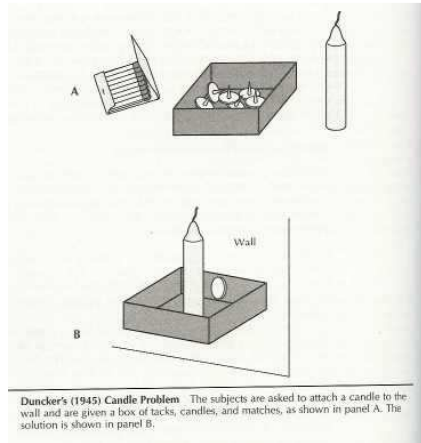


Figura 1. The Candle Problem. Duncker (1945)
Fuente: Recuperado de Wikipedia el 04 de Enero de 2012

La solución de este problema, como lo muestra la imagen consiste en coger la caja como soporte de la vela, al colgarla en la pared usando los chinches, esto implica, que la función de contenedor de la caja se pierde y pasa a tener la función de plataforma. Los resultados mostraron que los sujetos que se enfrentaron al segundo experimento (con las cajas vacías) lo resolvieron mucho mejor, que los sujetos del primer experimento. Puesto que, según el autor, esta idea preconcebida del uso de la caja, es lo que dificulta abandonar la fijación funcional y buscarle un nuevo uso. Una crítica que se le hace a este tipo de problemas (De vega, 1993) es que en este caso la experiencia previa que se ha tenido con los objetos, no solo, no facilita la resolución del

problema; sino que esta fijación hacia una función establecida de los objetos, obstaculiza la solución.

Direccionándonos hacia el contexto infantil, interés principal de esta investigación. Se encontró con una aplicación del experimento de Duncker (1945), German y Defeyter (2000) aplicaron este problema de la vela a adultos y niños entre 5 y 7 años de edad, los resultados muestran que los niños de 5 años, logran solucionar el problema satisfactoriamente, pues no muestran signos de fijación funcional. Sin embargo a los 7 años, los niños han adquirido una tendencia a usar los objetos por la función prevista. Esto se debe a que, los niños de 5 años tienen un concepto diferente de la función de artefacto/objeto, para ellos la función del artefacto es responder a cualquier objetivo que el niño tenga en ese momento por solucionar, esto lleva a lo siguiente, cuando las funciones típicas de los objetos ya están establecidas en el sujeto, como pasa con los niños de 7 años, genera esa fijeza funcional que le impide o dificulta solucionar el problema.

Una de las perspectivas con más influencia en el campo de la resolución de problemas, abordado desde la psicología cognitiva, se conoce con el nombre de Procesamiento de la información, desarrollada por A Newell y H.A. Simon, esta perspectiva se centra en los procesos internos del sujeto, comparándolos con las operaciones de un computador. De acuerdo a Simon (1978, citado por Varela, 2003) considera a la resolución de problemas como “una interacción entre el sistema de procesamiento de la información, el sujeto que soluciona problemas, y el ambiente de la tarea representando este último la tarea tal y como es descrita por el experimentador” (p.17) esta interacción finalmente produce en el sujeto una representación mental del problema que ha sido llamada por los autores como “espacio del problema” (Simon, 1987 citado por Perales, 1993). Este espacio del problema contiene todos los estados del problema, desde el estado actual hasta el final, pasando por todos los pasos intermedios, así

entonces, el proceso de resolución del problema se caracteriza por la búsqueda en el espacio del problema.

Finalmente, otra corriente que estudia a la resolución de problemas es la Constructivista, en la que el proceso de resolución de problemas, según Varela (1994) y Perales (1993) depende del contenido específico del problema y de la representación mental que el sujeto construya de este. De esta manera entonces, la resolución de problemas depende más de la representación mental y comprensión que el sujeto tenga, así como de las ideas previas sobre conceptos implicados en el problema. De manera que, se empezaron a realizar estudios de resolución de problemas entre sujetos novatos y expertos, ya que, entre estos sujetos varía la calidad de sus preconcepciones. Esta perspectiva constructivista, está muy acorde con los planteamientos de Ausubel, pues para este autor, dentro del proceso de resolución de problemas, el sujeto debe ser capaz de crear significados a partir de la relación entre las informaciones que recibe y sus esquemas de conocimiento previos (Varela, 1994).

2.1.3. Tipología de las Situaciones Problema

En cuanto a la clasificación o tipología de los problemas, esta se puede realizar a partir de diversos criterios. Perales (1993), por ejemplo, se refiere a tres criterios: el primero de ellos alude al campo de conocimiento implicado en la resolución de problemas, este primer criterio permite diferenciar de problemas cotidianos, como por ejemplo, atarse los cordones de los zapatos y aquellos que se estructuran, por ejemplo, desde la enseñanza de las ciencias como la física, química, entre otras. En contraposición; por ejemplo, a aquellos que se usan en psicología donde usualmente se centran más en las estrategias de resolución del problema, que en el contenido o resultado específico, estos dos últimos aspectos, importantes para los problemas que plantea la enseñanza de las ciencias. En esta

investigación se trabaja sobre la concepción de situaciones de resolución de problemas centradas en las estrategias de resolución que utilizaban los niños para resolver el problema; sin embargo, se tuvo en cuenta el campo de conocimiento físico- mecánico, relacionado a los sistemas de transmisión de movimiento, como son los engranajes, sin que el desconocimiento de este campo de conocimiento, se volviera un determinante para que el niño resolviera o no el problema.

El segundo criterio que aborda Perales (1993), es relativo al tipo de tarea, ya enganchada a un contexto de la enseñanza de las ciencias, de ser resuelta cualitativa o cuantitativamente, en el primero de los casos, la tarea se resuelve de manera escrita o verbal y se refiere más a la interpretación que construye el sujeto sobre el problema que se le presenta, y en el segundo caso, se exigen los cálculos numéricos a partir del uso de los datos que tiene el problema y de ecuaciones correspondientes al contenido que se está abordando. Este segundo criterio, permite pensar que problemas de esta clase, se desligan un poco de las características que deben tener las SRP, pues no se evidencia claramente el despliegue de la actividad mental del niño, sino que todo su proceso además de ser oculto a los ojos del investigador, está supeditado por conocimientos muy específicos como ecuaciones y resultados de ellas, en el caso de problemas cuantitativos.

El tercer criterio, tiene que ver con la naturaleza del enunciado y las características del proceso de resolución del problema, definiendo así dos tipologías de problemas: abiertos y cerrados. Los problemas abiertos, implican varias etapas para su resolución, así como distintas soluciones posibles. Por el contrario, los problemas cerrados son solucionados mediante un cierto algoritmo y poseen única solución. Bajo este último criterio, el autor considera que los problemas cualitativos pueden ser considerados abiertos en su mayoría, y los cuantitativos como cerrados.

Otros autores han clasificado los problemas de distinta manera, por ejemplo, en función de condicionantes como la

experiencia previa, VanLehn (Citado por Figueroa y Rodríguez, 2009) plantea la clasificación de los problemas en términos del conocimiento previo. Primero, aquellos que no requieren de un conocimiento previo para su resolución, como es el caso de la Torre de Hanói o Prisioneros y caníbales. Segundo, aquellos problemas que requieren de un conocimiento específico, como el caso de una partida de ajedrez o problemas de física.

Por su parte Greeno (1987, citado por De vega, 1993; Domenech, 2004) clasifica los problemas de tres tipos:

1. Problemas de Ordenación u orden: se caracterizan por que su estado inicial, se conforma de varios elementos, que deben ser organizados de alguna manera para satisfacer algún criterio, que sería el estado final. El autor asigna a esta tipología los problemas de insight como el Candle Problem de Duncker (1945).

2. Problemas de estructura inducida: en este tipo de problemas, la solución está en descubrir la relación que existe, entre los elementos que conforman estas estructuras. Las analogías, serian problemas de este tipo.

3. Problemas de transformación: en estos problemas se cuenta con un estado inicial y final del problema, y la tarea consiste en pasar de un estado al otro, mediante un conjunto de operaciones que transforma dicho estado inicial en la meta. Según el autor, este tipo de problemas requiere usar estrategias de resolución basadas en el análisis medio-fin, quien resuelve la tarea compara constantemente los estados intermedios que se originan entre el inicial y la meta, a partir, del resultado de acciones realizadas, buscando diferencias entre esos estados intermedios, que le permitan seleccionar futuros movimientos en función de las diferencias encontradas y llegar a la meta.

Otros autores, como es el caso de Reitman (1965, citado por Figueroa y Rodríguez, 2009; Domenech, 2004) divide los problemas

dependiendo de la especificidad de su estado inicial y final, llamándolos problemas bien o mal definidos, dividiéndolos en cuatro grupos, así:

1. Problemas con estado inicial y final bien definidos: en este tipo de problemas quien se enfrenta al problema, sabe de dónde parte y hacia donde debe llegar. El problema radica en el paso de un estado a otro, es decir, en encontrar los procedimientos para transformar un estado en otro. Se inicia con un punto de partida claro, los componentes están especificados, y tanto los objetivos como restricciones son claros. La solución es única y la información que el sujeto debe procesar esta explícita en la formulación del problema que se le ofrece. Un ejemplo de estos problemas es la Torre de Hanói.

2. Problemas con estado inicial y final mal definidos: se parte de algo que no está bien definido, las metas u objetivos no están claramente establecidas, y el estado final pueden ser múltiples no solo múltiples soluciones en sí, sino que puede ser una solución por sujeto que se enfrente al problema, y dicha solución se obtiene mediante la creación o invención. Por ejemplo diseñar un vehículo que sea propulsado por tracción humana.

3. Problemas con estado inicial bien definido y estado final mal definido: el estado inicial del problema, así como sus componentes están bien definidos y guían el proceso de resolución en el que el estado final no es tan claro, Reitman asemeja este grupo como un rompecabezas, donde las piezas están definidas pero se deben combinar para producir un algo que no ha sido explicitado de antemano. En este caso, a diferencia del ejemplo anterior, si el problema se expresa en términos de usar x estructura de un vehículo, donde se maneje en una posición recumbente, el estado inicial está mejor definido, evitando dar lugar a ciertas suposiciones.

4. Problemas con estado inicial mal definido y estado final bien definido: se explica claramente a donde se debe llegar, pero los elementos del estado inicial no son especificados. Un ejemplo que

expone el autor, es re- escribir un documento para hacerlo más entendible, es claro a donde llegar pero no se sabe cómo hacerlo ni los procesos implicados.

Domenech (2004) señala que, los problemas bien definidos; como es el caso de la Situación de Resolución de Problemas que se aborda en esta investigación, constan de tres partes:

1. Un estado inicial, en él se explicita la información sobre el problema, se trata entonces del enunciado o consigna, que menciona todos los aspectos que conforman la situación problema así como sus restricciones. El proceso, comprende los pasos que se realizan entre el estado inicial y final. En esta parte se verifican dos aspectos según Kahney (citado por Domenech, 2004) el primero de ellos se refiere a las acciones que se llevan a cabo para resolver el problema, y el segundo aspecto, está relacionado con las restricciones u obstáculos que le otorgan complejidad al problema.

2. Un estado final o la meta, que permite obtener la información sobre cómo se ha solucionado el problema. Para este tipo de problemas Figueroa y Rodríguez (2009) hacen claridad en que no se requiere de un conocimiento previo para su resolución, pues el estado inicial y final han sido establecidos.

2.1.4. El proceso de resolución de problemas

Cuando una persona se enfrenta a una situación problema, se involucra en un proceso de resolución con una actitud de búsqueda; empezando por el estado inicial en que el problema le ha sido entregado, diferenciando la información importante de la trivial, utilizando las distintas clases de recursos disponibles; desde la información que le ha sido dada, pasando por sus conocimientos previos y empleando cierto tipo de habilidades, todo ello para obtener el resultado deseado; solucionar el problema. En ese proceso de resolución, se originan por parte del sujeto,

operaciones mentales que finalmente revelan el conjunto de acciones que han sido organizadas, interiorizadas y coordinadas por el sujeto para elaborar la información. Las operaciones más elementales permiten que surjan las más complejas. En la resolución de problemas intervienen operaciones mentales o procesos de pensamiento para comparar información, identificar, analizar, clasificar, planear, evaluar y establecer relaciones de causa-efecto. Por ejemplo, cuando un sujeto compara elementos, una acción, es establecer semejanzas y diferencias, otra acción es construir criterios de relación, entre otros.

Indagando, desde las perspectivas históricas sobre la resolución de problemas mencionadas anteriormente. Varela (1994) señala que, desde una perspectiva constructivista; el proceso de resolución de problemas depende de dos aspectos: el primero de ellos es el área de conocimiento desde donde se resuelve el problema y el segundo, es la representación mental del problema que construye el sujeto, quien resuelve el problema. La autora señala que, la resolución de un problema, es un proceso de reestructuración; en el cual, el sujeto crea significados mediante las relaciones, entre la información que le ofrece el problema y los conocimientos previos que posee.

Por el contrario, desde una perspectiva asociacionista, el proceso de resolución de problemas, hace énfasis en las conductas de ensayo/error y las cadenas de asociación, sin embargo, analizar la resolución de problemas desde esta perspectiva ha sido considerado por varios autores como algo superficial y que no ha permitido lograr grandes avances. Por otro lado, para los psicólogos de la Gestalt el proceso de resolución, parte de la estructura misma del problema; al buscar relacionar unos aspectos con otros. Es decir, se centran en comprender la estructura del problema y cómo a partir de la reorganización de los elementos que la componen, se puede resolver el problema; esto es coherente, en relación a los aportes de estos autores al estudio de la percepción. Al indagar en el proceso de resolución de problemas, Figueroa y Rodríguez (2009), así como, López (2007)

convergen en que hay autores como Polya (1957) y Zelazo y cols (1997) que comparten un conjunto de pasos básicos o fases que guían el proceso de resolución de cualquier tipo de problema, estos son:

-Comprensión/representación del problema: identificar las dificultades y obstáculos que presenta la situación, tomando una actitud de búsqueda hacia la solución.

-Planificación/Vislumbramiento de un plan: diseñar un plan de las acciones-procedimientos más útiles que se llevarán a cabo para resolver el problema.

-Ejecución del plan: Puesta en marcha del plan que se había diseñado previamente.

-Evaluación del resultado/análisis retrospectivo: Es la evaluación de los resultados tras cada momento a lo largo del proceso de solución, no solo al final de la tarea, sino en los estados intermedios.

Por su parte, Thornton (1998, citado por Figueroa y Rodríguez, 2009) interesada en el proceso de resolución de problemas en niños, plantea las siguientes cuatro etapas, que bien podrían dilucidarse de las expuestas anteriormente.

-Acciones guiadas por datos iniciales: En este primer momento, el experimentador le advierte al niño del problema, se hace claridad sobre cuál es el problema, en qué consiste y cuál es la meta a la que debe llegar.

-Predicciones: en esta fase el niño comienza a diseñar estrategias de solución, al conocer ya el problema.

-Enfrentar el problema: esta fase, es el momento de la ejecución de las estrategias planeadas anteriormente

-Respuesta a la retroalimentación: esta podría ser una fase de evaluación, es donde se comprueba si la estrategia usada funciona. Es una fase muy importante, si se acompaña de la guía del

experimentador mediante preguntas que le permitan al niño concluir si llegó o no a la meta y como lo hizo.

Similar a esta estructura se pueden encontrar las etapas expuestas por De Vega (1993), quien hace un aporte importante a la primera fase expuesta por otros autores, aquella que tiene que ver con la información que ofrece la tarea. En primer lugar, el autor señala que la selección de la información llamada relevante para la resolución del problema, está mediatizada por el carácter selectivo y los recursos de atención de cada sujeto, así como por la saliencia o accesibilidad de la información, que por interés de la investigación se centra en la saliencia de características y cualidades con las que ha sido dotado el artefacto y sus piezas. En segundo lugar menciona, el papel que cumple la memoria operativa y la memoria a largo plazo para la ejecución de las estrategias y el manejo de la información. Ahora, las fases que menciona De Vega (1993) son tres: una fase de preparación, la de producción y la de enjuiciamiento.

-La fase de preparación: presume el análisis e interpretación de la información disponible, incluyendo las restricciones e identificando de ante mano un criterio posible para solucionar el problema.

-La fase de producción: en esta fase se realizan operaciones diversas como, la exploración, recuperación y almacenamiento de la información que se encuentra en las memorias de corto y largo plazo para posteriormente alcanzar la solución. En esta fase también se generan diversas estrategias, algunas de ellas se mencionarán más adelante en este apartado.

-La fase de enjuiciamiento: acorde a lo expuesto por los anteriores autores, el proceso termina en la fase donde se evalúan las soluciones generadas, contrastándolas con el criterio o estrategia de solución escogido. Esta fase no es complicada en aquellos problemas que tienen un estado final bien definido, pues la meta es claramente conocida por el sujeto que enfrenta el problema.

También se encontraron autores como Newell & Simon (1972, citado por Figueroa y Rodríguez 2009) y García Madruga, Lacasa & Herranz (1990, citados por López, 2007) que más que evidenciar el proceso de resolución por pasos, abordan los componentes involucrados en dicho proceso, que finalmente también ofrecen herramientas de cómo el sujeto se enfrenta al proceso de resolución de un problema. Así, entonces, Newell & Simon (1972, citado por Figueroa y Rodríguez 2009) expone tres componentes implicados en dicho proceso:

El entorno de la tarea: Es la descripción que realiza el observador-experimentador al sujeto del problema, abarca la información relativa al problema, sus restricciones ó limitaciones, así como, la descripción del contexto en el que se establece el problema.

La representación mental del problema: es uno de los elementos centrales y más importantes en la resolución eficaz de un problema, dicha representación va cambiando a medida que el sujeto se acerca a la solución. Dentro de esta representación, se encuentra el espacio del problema, que finalmente es una representación mental de los elementos del problema y las diversas soluciones que el sujeto ha concebido. Un sujeto puede construir varios espacios del problema, en la medida en que elabore más hipótesis e ideas de solución, respecto a un problema.

La selección de un operador: se refiere, a la secuencia adecuada de operaciones (acciones) que le permitan al sujeto ir desde el estado inicial al deseado. Compartiendo ciertas similitudes, García Madruga, Lacasa & Herranz (1990, citados por López, 2007) también definen tres componentes involucrados en la resolución de cualquier tipo de problema:

1. El sujeto: es quien manipula y procesa la información del problema, es el resolutor de la situación.
2. El contexto de la tarea ó estructura del medio de la tarea: es la estructura del problema tal y como la presenta el experimentador. Son

las características objetivas de la situación, mediante la verbalización del problema, estableciendo los estados inicial y final del problema, así como, las restricciones que el sujeto debe tener en cuenta, aquí también se describen los elementos físicos (artefacto), que son usados para representar el problema dado el caso.

3. El espacio del problema: se refiere a la representación del medio de la tarea; es decir, es la representación del problema que construye el sujeto para posteriormente solucionarlo.

Los dos últimos componentes, el contexto de la tarea y el espacio del problema, están muy relacionados en el proceso de resolución, ya que la forma en que se representa la estructura del problema guía dicho proceso. Es decir, la representación que el sujeto construye, en su espacio del problema, de las características importantes del medio de la tarea es determinante para la solución del problema. Cabe enfatizar en este proceso, el papel que cumplen las características particulares de cada sujeto que enfrenta el problema; esto es, cada sujeto construye una representación del problema diferente a la de otro, así la estructura del problema sea la misma, las formas de resolverlo varían.

Desde la disciplina del diseño que aborda la relación sujeto-objeto, entiéndase en este caso, objeto; como el escenario que recrea el espacio y contexto donde se presentan todos los elementos que configuran la situación problema, López (2007) afirma que, el proceso de resolución de problemas está determinado por la interacción entre el sujeto y la tarea -o medio que la representa-, lo que indica, que las características de la misma cumplen un papel en dicho proceso de resolución. Señala, que ciertos aspectos de la estructura; en este caso, el objeto, influyen en la representación que el niño construye de la tarea. Por ejemplo, la presentación de cierta información del problema de manera visual o verbal, puede influir en la manera, en como el sujeto afronta el problema; es decir, el sujeto puede priorizar aspectos visuales para construir su representación mental, sin que estos

aspectos sean realmente relevantes para la comprensión o solución del problema. Novick y Bassok (citado por López, 2007) hacen alusión, a inferencias que los sujetos realizan a partir de aspectos de la tarea (que pueden ser físicos) y pueden ser o no, útiles para encontrar la solución.

A pesar, de que el contexto de la tarea sea un componente importante en la construcción del espacio del problema, es este último, el que es considerado como un elemento fundamental para entender el proceso de resolución de un problema, según Newell y Simon así como Duncker (citados por López, 2007) mediante el espacio del problema, los investigadores buscan conocer las características de las representaciones infantiles y cómo éstas guían las conductas de resolución del niño; esto quiere decir, que el espacio del problema, no solo es una representación del problema sino de las posibles soluciones que el sujeto construye. Novick y Bassok (citado por López, 2007) mencionan que estas representaciones contiene los objetos implicados del problema y sus relaciones, el estado inicial y final así como los estados intermedios y también las restricciones que limitan las acciones del sujeto. Aparte de eso, la representación del problema puede ser externa (ej., un dibujo en un papel, un esquema o mapa conceptual) o interna (ej., un modelo mental) y puede estar en diversos formatos (como imagen, grafico, o proposiciones).

Por su parte Mayer (citado por Figueroa y Rodríguez, 2009) se refiere al espacio del problema como la representación interna de quien resuelve el problema, esta representación comprende; valga la redundancia, la representación de las condiciones que conforman el estado inicial, la situación objetivo o estado final y finalmente los estados intermedios, que son estados generados por acciones o procedimientos que se realizan para pasar de un estado a otro. Con base en lo anterior, Pérez Echeverría (citado en López, 2007) comenta que, para solucionar un problema se empieza una búsqueda constante que finalmente modifique los sucesivos espacios del

problema que ha construido el sujeto, de manera que se aproxime cada vez más a la solución. Sin embargo, este proceso de búsqueda también se puede ver marcado por interrupciones y retrocesos.

Es así como, para Figueroa y Rodríguez (2009) el proceso de resolución de un problema requiere, que el sujeto sea capaz de establecer una doble relación: por una parte abordar los hechos en términos de representaciones y por el otro lado, reconocer las relaciones causales entre elementos de la situación. Basándose en la propuesta de Mayer (1983, citado por Figueroa y Rodríguez, 2009) sobre las etapas de la resolución de problemas: primero, con el término Input, hace alusión al estado inicial o presente en el problema. Segundo, un traductor; que según el autor, determina las dimensiones simbólicas del problema. Tercero, la representación interna del problema; que define cómo, la comprensión de los elementos que caracterizan causal o dinámicamente el entorno o contexto de la tarea, aquello que se quiere transformar del estado inicial al final. Y por último, las estrategias, métodos o técnicas que usa el sujeto para resolver el problema, es decir, las intervenciones del sujeto que varían dependiendo del cambio entre los estados intermedios.

Otro elemento, que podría ser tenido en cuenta en el proceso de resolución de una situación problema, es la familiaridad que se tenga con situaciones similares a la que se enfrenta. Pues según Donaldson (1993) la resolución de un problema puede ser más difícil, cuando son problemas no familiares, pues no se tiene claridad sobre qué hacer, donde buscar la solución, o que habilidades poner en curso. Es así, como López (2007) afirma que la interacción entre actividades o procesos internos (como las estrategias y representaciones del problema), y reconociendo explícitamente la importancia de elementos externos (como el contexto de la tarea) y la experiencia previa son determinantes en el proceso de resolución de problemas.

Finalmente Domenech (2004) resume diferentes posturas de autores, como algunos de los mencionados anteriormente (Newell & Simon; Mayer), exponiendo los mecanismos implicados en el proceso de resolución, mencionando algunos de principales:

1. La traducción y/o codificación del enunciado-consigna: este es el primer paso para la resolución de un problema. La comprensión del problema, es ese proceso de extraer los aspectos relevantes de la descripción del problema (codificación). En ese proceso de comprensión se construyen representaciones del estado inicial y final del problema, así como de los intermedios, representaciones que guían el proceso de solución. Dentro de este componente, se dan otros subprocesos relacionados con la codificación de la información, que incluyen a la memoria de corto y largo plazo para almacenar información y discriminar aspectos relevantes, así como identificar lo conocido y desconocido del problema y que es lo que se está preguntando o se debe resolver. Finalmente cuando la información ya está codificada, se realiza un proceso de retroalimentación o comprobación meta cognitiva, sobre qué aspectos son familiares, si hay inconsistencia en el material, para así realizar los ajustes necesarios con el fin de que la codificación final sea la mejor posible.

2. La representación del problema: es el paso posterior a la codificación, aquí la información ya es representada mentalmente por el sujeto. De acuerdo a las aportaciones de Newell & Simon (citado por Domenech, 2004) esta representación está conformada por cuatro partes: la descripción del estado inicial y final del problema, el conjunto de operadores a usar para transformar un estado al otro y el grupo de restricciones o dificultades del problema, que son impuestos por el experimentador, sea desde el límite de tiempo, pasando por restricciones de uso o físicas en el material a utilizar. Un elemento fundamental de la representación del problema es detectar aquello que obstaculiza o podría dificultar la resolución del problema, obligando al resolutor a utilizar estrategias o mecanismos cognitivos

para buscar la solución. Los obstáculos pueden ser de diversos tipos según Adams (citado por Domenech, 2004) el primero de ellos son los de tipo:

-Perceptivos: los obstáculos de este tipo impiden ver claramente el problema en sí mismo o la información que este contiene, por ejemplo: la dificultad en observar el problema desde diferentes puntos de vista, la inclusión de estereotipos y el sujeto ve aquello que espera ver, no lo que necesariamente es, delimitar el área del problema muy cerca, y la saturación de información.

-Emocionales: centrados totalmente en el sujeto, en algunas ocasiones, los conflictos o inquietudes del sujeto se vuelven obstáculos al momento de resolver el problema; tales como: el miedo a fallar, dificultad para meditar sobre el problema y concentrarse en las explicitación de las restricciones por parte del experimentador, entre otras.

-Culturales: estos son determinados por el entorno o cultura en la que se desarrolla el sujeto, ideas como pensar que el problema es muy complejo para su edad o tabúes que se tengan sobre la temática del problema.

Después de que el sujeto ha identificado que obstáculos debe superar, podrá añadirlos a la representación mental que ha construido y escoger la mejor estrategia para la resolución. Hay otras variables que influyen en la construcción de la representación mental, ellas son: primero, el tipo de problema; sea de matemática, física o lenguaje, requiere de representaciones diferentes. Segundo, el tipo de capacidades cognitivas del sujeto, en función de la capacidad de traducir mejor la información, verbal o visualmente puede ser una estrategia apropiada para resolver un problema. Y finalmente el grado de experiencia que tiene la persona, pues esto puede aportar diferencias entre una representación más completa, estructurada y organizada.

3. Búsqueda y selección de estrategias: el resolutor del problema, a lo largo del proceso de resolución debe buscar dentro de su representación del problema, que operadores va aplicar buscando solucionar el problema. Para esto, se han identificado diversas estrategias de resolución, esto es, métodos o técnicas que le permitan al sujeto avanzar entre los estados intermedios y llegar al estado final. Las estrategias pueden ser implícitas o explícitas, y pueden ser de dominio general (aplicadas a cualquier problema) o de dominio específico (aplicadas a problemas particulares). Postigo (citado en López, 2004) y autores como Mayer, Newell & Simon, Holyoak, y Klahr (citados por Domenech, 2004) abordan algunas de las estrategias de resolución generales, estas son:

-La búsqueda aleatoria: buscar la solución al azar de manera desordenada, dando respuestas repetidas, esperando hallar la respuesta por casualidad.

-El ensayo-error: es una de las estrategias más simples, en las que el sujeto aplica un operador al estado inicial del problema, comprueba si alcanza el estado final y si no logra la solución, aplica nuevamente otro operador, en el estado inicial, hasta resolver el problema. Es una estrategia útil en la medida que el conjunto de respuestas potenciales es pequeño como para probarlas todas y cada una de ellas.

-El análisis medios-fines: esta estrategia implica comparar el estado inicial y el final, empleando operadores ó pasos intermedios que reduzcan la diferencia entre ambos estados. En esta estrategia los “retrocesos” aparentes que se puedan dar, son considerados sub-objetivos que permiten acercarse a la solución.

-Dividir el problema en sub-metas: esta estrategia radica en dividir el problema en sub-objetivos e ir resolviendo cada uno acercándose a la meta.

-Las analogías: en esta estrategia, el resolutor utiliza el método de solución de un problema anterior con estructura similar al actual.

-Hill Climbing: en esta estrategia, el sujeto pone en marcha un operador, que desde el estado inicial del problema lo acerca al estado final, sin embargo, el estar cerca de lo que el sujeto evidencia como estado final no quiere decir que haya alcanzado completamente la solución, como es el caso de la Torre de Hanói, mover un disco del punto A al C (que es donde deben quedar todos los discos) pues a veces es necesario que el sujeto realice movimiento que pueden ser vistos como “retrocesos” y no necesariamente son así.

En esta estrategia a diferencia de la de ensayo-error, el sujeto no empieza desde el estado inicial, pues ha avanzado en los estados intermedios y se halla cada vez más cerca de la solución.

-Planificación: podría verse como una estrategia previa, al uso de otra estrategia; es decir, la planificación consiste en analizar mentalmente el problema mediante su representación y seleccionar estrategias a utilizar en la fase de ejecución. Mediante una planificación efectiva se pueden anticipar las consecuencias de las acciones a realizar y evitar cometer errores.

2.2. PENSAMIENTO CIENTIFICO EN EL NIÑO

2.2.1. Pensamiento científico en el niño y causalidad

El tema del pensamiento científico en la infancia, es un reflejo de las reformas educativas que están emprendiendo diversos países. Situándose en la educación inicial infantil, no solo garantizando la mayor inclusión posible de los niños al sistema educativo, sino concientizándose, de que la ciencia y la tecnología son pilares de desarrollo de una sociedad, es por esto que, el sistema educativo también busca asegurar una formación sólida y adecuada en aspectos científicos y tecnológicos, a los niños que serán el futuro de la sociedad. Pensando en vinculaciones entre la educación infantil y la educación en ciencias. Es desde este contexto que se aborda, el tema del pensamiento científico. De esta manera, por un lado se encuentran estudios que parten de educadores e investigadores de educación en ciencias, enfocados a fundamentar las ciencias naturales en el preescolar. Por otro lado, se encuentran estudios del área de psicología, sobre la cognición infantil en aspectos relativos a los orígenes del pensamiento científico (Colinvaux y Dibar, 2001).

Colinvaux y Dibar (2001) afirman que esa aproximación al pensamiento científico en el niño se ha originado desde el marco de la ciencia. Es por esto que las dos posturas expuestas más adelante abordan el estudio del pensamiento científico en el niño relacionándolo con el científico en sí. De esta manera, la evidencia del uso de herramientas cognitivas por parte de los niños en edades tempranas se legitima desde el pensamiento científico.

La teoría piagetiana en relación al estudio del pensamiento científico en el niño, consideraba que este tipo de razonamiento solo aparecía en estadios del desarrollo (entre los 11-15 años) donde se lograba el pensamiento formal (uso de la lógica) Así entonces, la enseñanza en ciencias y conceptos relativos a ella, partía de desarrollar ese tipo de pensamiento formal en los adolescentes que les permitiría

asimilar este tipo de contenidos; sin embargo, en diversos estudios en educación en ciencias y psicología se encontró que el logro del razonamiento formal no implicaba el aprendizaje de la ciencia. Generando diversas críticas sobre el modelo piagetiano del desarrollo por estadios. Esto dio paso, a cambios en las orientaciones teóricas y una nueva perspectiva sobre el desarrollo de estudios del pensamiento científico a finales de los 70. Así, la psicología y pedagogía se empezaron a orientar hacia la exploración de las concepciones erróneas usadas por los sujetos en sus procesos de razonamiento, que determinaban el aprendizaje en ciencias (Ordoñez y Bustamante, 2005).

Causalidad

Estos dos autores Colinvaux y Dibar (2001) en función de teorizar sobre esa relación entre infancia y ciencia. Abordan el pensamiento científico, analizando estudios de psicología sobre causalidad o razonamiento causal, en relación con los procesos de aprendizaje en ciencias naturales. La causalidad es un tema que no solo es abordado por la psicología, sino por diferentes disciplinas como la física, la filosofía, entre otras. La premisa de que el niño piensa y piensa bien desde edades tempranas (Puche, 2001) está relacionada con la capacidad del niño para enfrentarse a sistemas causales. Sin embargo, la causalidad va mucho más allá del concepto de causa, al mismo tiempo, tiene en cuenta el establecimiento de relaciones causales para dar explicaciones de diversos tipos (Colinvaux y Dibar, 2001).

Los estudios que afirman, que los niños entre los 3 y 4 años piensan causalmente, lo hacen desde la noción de inferencia, pues abordan el pensamiento causalidad como la capacidad que tiene el niño de realizar inferencias de tipo causal frente a las transformaciones o fenómenos de su entorno. (Colinvaux y Dibar) también, se ha demostrado que los niños en edad preescolar (desde los 4 años) establecen relaciones causales entre eventos basándose

en aspectos puntuales, a nivel espacial, temporal e incluso perceptual, siendo sensibles a efectuar relaciones causales frente a eventos de colisión.

2.2.2. Del niño como científico a la racionalidad mejorante

Puche (2001) hace una revisión bibliográfica crítica, de dos importantes posturas sobre quienes trabajan el pensamiento científico en el niño. Primero, están quienes hacen una equivalencia de la racionalidad del niño con la del científico; esta postura es llamada metáfora del niño como científico. Segundo, están los críticos de esta postura, quienes afirman que no existe una equivalencia entre el niño y el conocimiento del científico sino una analogía.

Karmiloff-Smith e Inhelder (1974, citado por Puche, 2001) en su texto, “Si quieres avanzar, hazte con una teoría”, postulan al niño como un pequeño teórico. Un niño que en edades tempranas explora su entorno en busca de regularidades, razona a partir de estrategias y genera hipótesis como un pequeño científico. Este trabajo resulta muy famoso e importante, sabiendo que hasta ese momento, la concepción del desarrollo del niño estaba marcada por los postulados Piagetianos y su desarrollo en estadios, que sitúa el pensamiento adulto y científico al estadio formal (Puche, 2001).

En este texto de Karmiloff-Smith e Inhelder que data de los años 70, se desarrolla una idea según la cual, el niño emprende unos procesos de descubrimiento de su entorno mediante la acción, a partir de lo que se podrían llamar, modelos que el niño posee de la realidad. Aproximarse a su entorno desde la acción, responde a su manera de concebir el mundo, cuando construye hipótesis para explicar cómo funciona (Karmiloff-Smith e Inhelder, 1974). Esta idea, refuta entonces la creencia de que el niño depende exclusivamente de las explicaciones de los adultos, por el contrario, este estudio permite

observar un niño activo y que organiza la información que obtiene de esa actividad con su entorno (Puche, 2001).

El estudio de Karmiloff-Smith e Inhelder (1974) se realizó con niños en edades entre los 18 meses y 9, 5 años de edad. Se basó en una situación experimental, en la cual los niños debían colocar en equilibrio siete tipos de bloques, sobre una barra metálica. Estos siete bloques, presentaban diversas variantes como, su material (unos de madera otros metálicos), su tamaño (15 cm y 30 cm de largo), unos tenían pesos invisibles (con un trozo de metal por dentro de uno de los extremos del bloque), otros de pesos visibles (otros bloques pegados sobre un bloque delgado) y un bloque imposible, el cual no podría ser equilibrado, sin la ayuda de contrapesos. La temática desarrollada a lo largo del texto radica en las descripciones detalladas de la secuencia de acciones de los niños frente a una tarea que implica un razonamiento físico, espacial y lógico.

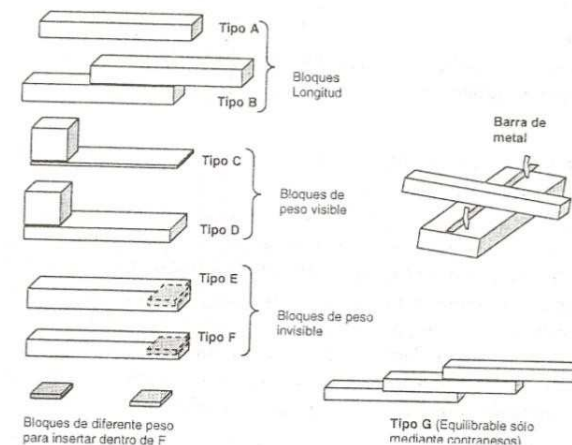


Figura 2. Situación del equilibrio de bloques. Adaptada de “If you want to get ahead, get a theory.” By Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974. Trad. Cast En M. Carretero & García - Madrugá (Comp.), *Lecturas de psicología del pensamiento: Razonamiento, solución de problemas y desarrollo cognitivo* (pp. 307-320). Madrid: Alianza. p.309

En el estudio se observa como los niños interactúan empleando secuencias de acciones en términos del éxito o fracaso relacionados con la teoría-en-acción que guía su solución a la tarea, por medio de la interacción con el objeto teniendo en cuenta la información propioceptiva que recibe. En ese proceso de resolución de la tarea van apareciendo otros aspectos a tener en cuenta, como la exploración de los medios, las excepciones a la teoría y el reconocimiento de otras variables que llevan al cambio o surgimiento de nuevas teorías que le permite hacer correcciones de sus secuencias de acciones.

Es así, como nace la metáfora del niño como científico, en trabajos desarrollados como los de Karmiloff-Smith e Inhelder (1974) e Inhelder & Otros (1984, citado por Puche, 2001). En donde se reconoce la capacidad del niño en edades tempranas para construir teorías, convalidarlas o refutarlas en la acción, procediendo de un modo similar a como lo hace un científico, que construye hipótesis y las confirma mediante la experimentación en diversos dominios de conocimiento. Para Puche (2001) un aporte fundamental del estudio de Karmiloff-Smith es, esa descripción detallada del funcionamiento de la actividad mental del niño, de esta manera, se pueden ver elementos esenciales que ilustran el cambio representacional en el niño. Debido a esto, se propone llevar al niño a una exploración espontánea frente a situaciones problema, donde el experimentador pueda inferir a partir de las acciones del niño, como se originan los cambios en sus teorías-en-acción, ya que estas son finalmente el eje de las estrategias que el niño usa (Avedaño, Bonilla y González, 2004).

El Modelo de Redescripción Representacional (MRR) formulado por Karmiloff-Smith postula que “una forma específica del conocimiento humano es la de enriquecerse por vía de la redescripción interna. Solo cuando el conocimiento es re-descrito y explícitamente representado, conocimientos idénticos pueden ser almacenados en diferentes

procedimientos sin que el sistema lo sepa” (Karmiloff-Smith & Tolchinsky, citado por Puche, 2001).

El proceso de redescripción representacional en el niño, es un proceso interno, basado en la definición y redefinición de sus sistemas conceptuales a partir de las representaciones internas que el niño posee y que se apoya en las hipótesis e inferencias, que ha construido desde diversas experiencias con el mundo real, de ahí parte esa información que es posteriormente redescrita (Puche, 2001). En los desarrollos teóricos de Karmiloff-Smith, se hace una diferenciación muy importante para el desarrollo cognitivo, y es la diferencia entre la información que brinda el entorno, y el proceso mediante el cual esa información se redescrive, para luego ser usada en la resolución de problemas. La otra postura, que confronta la anterior, es aquella que cuestiona ese paralelismo del niño con el científico y abordan esta relación como una analogía. Deanna Kuhn, es una de las representantes de esta postura. Ella plantea una crítica sobre la capacidad del niño para establecer un juicio a partir de la evidencia que surge de los experimentos, es decir, para confirmar o refutar hipótesis (Puche, 2001).

Para Kuhn (citada por Puche, 2001) los niños se ciñen a sus teorías omitiendo la evidencia que resulta de los experimentos, ellos “ajustan la evidencia para mantener un ‘ajuste’ entre la teoría y la evidencia, privilegiando la teoría” (Puche, 2001, p.28). Según Kuhn esto pasa porque los niños (menores de 11 años) aun no dominan las habilidades metacognitivas, estas les permiten reflexionar sobre sus procedimientos y sobre el resultado de sus operaciones, integrando así la teoría con la evidencia.

Además de Kuhn, también hay otros autores que a partir de sus estudios (Schauble, 1990; Klahr, Fay & Dunbar, 1993, citado por Puche, 2001) concluyen que los niños siempre buscan confirmar las hipótesis que tienen, ante evidencia disconfirmatoria, es decir, intentan siempre confirmar antes que desmentir la hipótesis. Lo que se puede llamar,

como sesgo de confirmación, “los niños muestran mayor interés inicial en comprobar las hipótesis que están de acuerdo con sus teorías (...). Sus criterios son erráticos cuando se trata de aceptar evidencias” (Puche, 2001, p.28).

Posteriormente se desarrollan otros trabajos en esta misma postura, de la analogía del niño como científico, pero que contradicen los resultados de los estudios de Kuhn. Estos son trabajos que ponen a prueba ciertas adecuaciones metodológicas del diseño experimental de las situaciones, como mejorar la identificación de la variable causal, reducir el número de causas probables de un fenómeno, exigir menos justificaciones de tipo verbal, entre otros. Con el fin de demostrar que en situaciones adecuadas los niños a edades tempranas pueden establecer y comprender la relación entre hipótesis y evidencia (Puche, 2001).

Puche (2001) después de presentar los argumentos de estas diversas posturas, hace unas reflexiones al respecto, que se consideran pertinentes abordar. Primero, en cuanto a la metáfora del niño como científico, Puche menciona la carencia de estudios empíricos que soporten realmente las hipótesis de esta perspectiva. Uno de los estudios más reconocidos y referenciado es el de Karmiloff-Smith e Inhelder (1974), por esa profundidad con que abarcan la descripción de la actividad (secuencias de acciones y teorías-en-acción) del niño al resolver la tarea. Por otro lado, el uso del término teoría que en la metáfora del niño como científico, se usa para nombrar el conocimiento que ha formado el niño. No se considera pertinente para varios autores (Gellatly, Rivière citados por Puche, 2001) por su poca rigurosidad o ambigüedad al estar relacionado con las ciencias.

En cuanto a la analogía del niño como científico una crítica importante sobre las situaciones con las que se indaga en la actividad mental del niño, son situaciones que no tienen una significación para el niño, que no parten de su entorno, dejando de lado la posibilidad de que se ancle a ellas. La autora menciona, lo atípico de esta

característica, pues para este momento ya existían los aportes de Vygotski sobre la importancia del contexto y de elementos significativos para el niño, que le permitieran anclarse más fácilmente a una situación.

Frente a las críticas que no solo Puche, sino otros autores hacen en el texto. Ella parte de extraer lo mejor de las dos posturas previamente expuestas, dejando claro que al abordar al niño como científico, se debe abandonar aquello que limita la actividad científica a las situaciones experimentales, pues el científico no solo diseña experimentos, controla variables, o refuta hipótesis desde la experimentación, al igual que el niño cuando esta frente a una situación problema, su actividad no solo se limita al manejo experimental (Puche, 2001).

De esta manera, Puche (2001) más que irse por una u otra postura, decide a abordar la racionalidad científica en el niño desde las propiedades de la actividad cognitiva, de esta manera más que ver al niño como un científico, se trata de reconocer que posee una racionalidad mejorante, vista como una actividad espontánea, autónoma e internamente autorregulada, cuando el reflexiona sobre su entorno de manera natural, con el fin de mejorar su realidad, usando herramientas cognitivas en diferentes contextos y durante la resolución de problemas. Este enfoque permite recuperar el punto de vista del niño, tal cual, como él se desempeña en las actividades de su entorno.

Desde ese enfoque donde la actividad racional se desarrolla espontánea y naturalmente, Puche (2001) afirma que el niño desde edades muy tempranas piensa, y piensa bien pues hace uso de diversas herramientas cognitivas para hacerlo, sin necesariamente atribuirse este hecho a la mediación del sistema educativo. Puche (2001) argumenta la aparición del uso de herramientas cognitivas que podrían bien catalogarse del pensamiento científico, en niños desde los 2 años de edad. Esta postura, es contraria a lo que Piaget expone sobre el

desarrollo en etapas o estadios, donde los niños entre los 2 y 7 años están en un periodo preoperacional mayormente intuitivo alejados del pensamiento lógico y abstracto, como es el conocimiento científico.

Hablar de la racionalidad mejorante en el niño, no es hablar del niño como científico, a pesar de que muchos de los procesos que realiza el científico en pro del desarrollo de nuevo conocimiento, puedan ser similares a los procesos de la actividad mental del niño cuando se enfrentan a una situación nueva. No quiere decir, que el niño formule conocimientos científicos o haga ciencia. “De lo que se trata es de recordar esa extraña paradoja del niño como hombre de ciencia al poder pensar pensamientos nuevos, y que el estudio y desciframiento de esa actividad puede aportar luces sobre el funcionamiento de su mente” (Puche, 2001, p.36).

En cuanto al uso del término teoría que genero diversas críticas sobre los autores anteriores, Puche (2001) alude al rigor conceptual que debe existir en la desarrollo teórico sobre la discusión del niño como científico. Por lo que expone una definición del término teoría, importante para la comprensión del tema. Se considera teoría un “sistema de creencias sustantivas sobre un dominio, como condición indispensable para que el niño pueda predecir e interpretar los fenómenos de ese dominio” (Rivière, 1998 citado por Puche, 2001, p.37)

2.2.3. Las herramientas científicas de la racionalidad mejorante

Pensar en la racionalidad mejorante, es pensar en un niño que desde edades tempranas hace uso de diversas herramientas cognitivas, para acercarse a su entorno y mejorar su realidad. Estas herramientas que el sujeto construye de manera espontánea tienden a aproximarlo a la realidad desde las vías más eficientes e inteligentes (Puche-Navarro, 2005). En función de conocer como el niño comprende aspectos del mundo real en el que se encuentra, se debe

conocer e identificar las herramientas cognitivas que usa para tal fin. Sin embargo, el niño no solo involucra las herramientas cognitivas cuando interroga el mundo y busca comprenderlo, también involucra su propio punto de vista. De esta manera se plantea a las Situaciones de Resolución de Problemas como el medio para elicitar las herramientas científicas, estas situaciones como se ha visto tienen en cuenta el punto de vista del niño.

Se definen a continuación, cinco herramientas científicas que hacen parte del desarrollo de la propuesta de la racionalidad mejorante (Puche 2005):

-Clasificación: La clasificación es una operación básica para sistematizar la información, para establecer criterios de semejanza o diferencias para agrupar o sistematizar objetos.

-Experimentación: es un proceso sistemático que realizan los niños para comprobar sus ideas en el plano de las acciones.

-Formulación de hipótesis: se entienden como todas las dudas, preguntas, inquietudes que el niño se plantea sobre la realidad. Y que en el contexto de una situación de resolución de problemas constituye una representación de su manera de entender la situación problema.

-Planificación: es la capacidad del sujeto de construir un orden y una secuencia de acciones en función de un fin.

-Inferencia: esta herramienta permite extraer información nueva y distinta de una ya conocida, debido a la relación que se establece con los datos originales original.

2.3. LAS SITUACIONES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INFANTILES

2.3.1. Definición de las Situaciones de Resolución de Problemas (SRP)

Las Situaciones de Resolución de Problemas o también conocidas por sus siglas SRP, son escenarios diseñados para observar, capturar y acceder indirectamente, al funcionamiento mental del niño, al enfrentarlo a una situación problema, que permite analizar los procesos de comprensión del sujeto al buscar una solución (Puche, 2003; Ordoñez, 2003). A su vez, este tipo de situaciones demandan procesos de razonamiento relativamente complejos, mucho más allá de los procesos dados en actividades asociativas o dicotómicas (Avedaño, Bonilla, & González, 2004; De Vega, 1993).

Estas situaciones elicitán las habilidades que tiene el niño, permiten desplegar su actividad mental, puesto que, al ser situaciones abiertas; es decir, situaciones con varias vías de solución y varias respuestas, el niño debe elaborar la solución al problema. Ahora bien, las Situaciones de Resolución de Problemas, no son pruebas psicológicas para evaluar conocimientos, ni materiales ó situaciones de enseñanza/aprendizaje, ni ejercicios como se entendería en el contexto escolar, donde la respuesta usualmente está en el uso de conceptos, igualmente, estas situaciones problema escapan a la estructura dicotómica de respuestas si/no, que limitan el desempeño mental del niño.

El punto fundamental en las SRP, es que el niño debe implementar acciones continuas y diversificadas que le permitan solucionar el problema, no en un solo paso, ni exclusivamente a través de verbalizaciones, sino por el contrario tomar un papel activo y no contemplativo frente a la situación (Puche, 2003). Las SRP están vinculadas al estudio de las representaciones y a los modelos mentales (Puche, 2003). Dichas representaciones internas que construye el niño

en su mente, cuando se le plantea la situación problema, no son estáticas; por el contrario, van cambiando en ese proceso dinámico de buscar la solución (Tapia y Pabón, 2009).

Avedaño, Bonilla y González (2004) han definido las Situaciones de Resolución de problemas como tareas definidas y claras, que contienen diversos obstáculos, que impiden alcanzar el objetivo o meta inmediatamente, exigiéndole al niño el uso de estrategias y recursos. Son estos obstáculos los que permiten recrear los funcionamientos cognitivos, visualizar los trayectos mentales, pues las soluciones a los problemas no son únicas, esto quiere decir, hay diferentes vías para llegar a ella, lo que implica el uso de diferentes estrategias, acciones, recursos (objetos) y conocimientos puestos en escena por parte del sujeto. Son situaciones auto-contenidas; es decir, contienen en sí mismas, todos los elementos para la solución. el niño no debe recurrir a ninguna información por fuera de la tarea o conocimiento escolar específico para resolverla (Puche, 2003)

Las SRP favorecen el despliegue de la actividad mental del niño, a través de acciones y procedimientos que develan cómo funciona su mente. Existen también otros indicadores de esta actividad mental que son analizados; tales como: los errores, olvidos de la consigna o enunciado del problema, sus fracasos. Todos ellos, elementos que revelan los conflictos que se dan entre sus representaciones, sus acciones y la información empírica de la situación problema (Inhelder, citado en Puche, 2003).

Otra perspectiva es abordada por Vygotsky (citado por Figueroa & Rodríguez, 2009) quien centra la resolución de problemas en el ámbito de las interacciones sociales del niño, la define como una destreza que se aprende en el contexto diario de las actividades que el niño desarrolla, en mayor o menor capacidad dará solución a sus problemas, gracias al medio en que él se desenvuelve. Encuentra en el contexto, en la creación de espacios y experiencias el detonante para potenciar el desarrollo de habilidades que le permitan alcanzar

conocimiento naturalmente. Aquí, el papel de la experiencia previa toma protagonismo, y ciertamente en el desarrollo teórico de esta investigación se muestra que es un componente que hace parte de todas las variables que se dan en el proceso de resolución de problemas, sin embargo, existen otros elementos más determinantes que la experiencia previa, si nos centramos en analizar el funcionamiento mental del niño, no quedándonos meramente en la solución.

Por su parte, Thornton (1998) se refiere a la resolución de problemas desde el juego, es decir, el juego como una actividad que absorbe la concentración y entusiasmo del niño, cuando se le presenta una situación problemática. La autora usa como ejemplo, el armar un refugio. El niño empieza por pensar cómo hacerlo, con que materiales a su alcance puede hacerlo, enfrentarse a dificultades al momento de construirlo, si después de armado se derrumbar, pensar en que fallo o que estaba mal, todos estos son momentos que el niño disfruta y en los que se divierte, resolviendo un problema. De esta manera, Thornton (1998) define a la resolución de problemas, como aquellas acciones que se realizan cuando se tiene un objetivo a lograr y no sabemos cómo alcanzarlo, algo que podría ser frustrante; sin embargo, para el niño no lo es; por el contrario, es una tarea que lo estimula a descubrir e inventar formas de hacer, a valorar sus esfuerzos tras cada intento.

2.3.2. Características de las SRP

Una característica fundamental de las Situaciones de Resolución de Problemas, o más bien vista como una finalidad, es ser usada como medio para lograr uno de los objetivos más importantes para la psicología actual, a saber, poder analizar los desempeños de los niños al resolver un problema, esto es, que la estructura misma del problema posibilita, descompactar la mente del niño al identificar las herramientas y recursos cognitivos que él utiliza y cómo funcionan, al momento de resolver el problema (Puche, 2001).

Puche y Ordoñez (2005) hacen hincapié en un aspecto muy importante al hablar de la resolución de problemas, que tiene efectos en este tipo de situaciones usadas con niños. Ellos mencionan que las habilidades para resolver problemas no están sujetas a una etapa del desarrollo en particular, como las etapas que aborda Piaget y que encasilla a los niños entre los 2-7 años en una etapa pre operacional, que está lejos de los procesos de razonamiento, que sin embargo, posteriormente se evidenciara se dan en niños con estas edades. Para estos autores los niños desde muy pequeños, pueden resolver problemas, y no solo problemas a partir de procesos perceptivos, sino que por el contrario, desde que el niño empieza a construir teorías de cómo funciona el mundo, construye vías para la resolución de problemas mediante la comprensión y procesos de inferencia (Thornton, 1998).

Una de las primeras condiciones o características de una Situación de Resolución de Problemas, es que está debe desarrollarse en torno a una problemática o alrededor de algo sobre lo cual el niño haya desarrollado un modelo mental. El niño no puede construir un modelo o esquema de algo que nunca ha manipulado, algo que desconoce completamente o de lo que no tiene suficiente información (Puche, 2003). Para el niño esa situación problema, debe en principio, ser reconocida como un problema y debe reconocer aquello que lo conforma.

López (2007) por su parte, señala que en las situaciones de resolución de problemas, una característica que las diferencia, de un ejercicio por ejemplo, es que las vías de solución no son únicas y que tampoco lo conducen de forma inmediata a la solución. Lo que implica entonces, que la situación no solo cuenta con diversas soluciones, sino con diferentes alternativas posibles, es decir, exige de parte del niño una toma de decisiones (estrategias) sobre qué pasos seguir para que lo guíen en la solución del problema. Por otro lado, Inzunza & Brincones (2010) consideran imprescindible que las situaciones de resolución de

problemas tengan un estado inicial y metas bien definidas, sobre este último aspecto se menciona más adelante.

Son diversas las características que deben tener las Situaciones de Resolución de Problemas, para considerarse como tal, a continuación mencionamos varias de ellas:

-Las Situaciones de Resolución de Problemas, deben ser situaciones que no requieren de conocimientos escolares para su resolución. Toda la información para su solución debe estar contenida en sí misma; desde la información dada verbalmente al niño hasta los elementos físicos (si lo requiere) que la conforman, dados en el estado inicial del problema.

-Las SRP deben formularse desde sí mismas, teniendo en cuenta a que campo de conocimiento pertenecen; por ejemplo, situaciones de resolución de problemas en matemáticas, en razonamiento físico, sin que esto limite el accionar del niño. Se refiere más, al contexto en el que se encuentra el problema, pero igualmente, para formular estas situaciones problema, se debe tener en cuenta el uso de las herramientas cognitivas por parte del sujeto, durante el proceso de solución, pues, a través de estas herramientas como; la inferencia, la planificación, la formulación de hipótesis y experimentación, se puede estudiar como el niño comprende y soluciona el problema.

-Las situaciones deben exigir una actividad autónoma por parte del niño, deben privilegiar una perspectiva de solución, a partir, de las acciones del niño, pues estas constituyen el medio principal para recuperar y acceder al funcionamiento cognitivo del niño. Como la solución a este tipo de problemas no se logra en un solo paso, el objetivo también radica en evidenciar los cambios de ese funcionamiento mental, a través del cambio de acciones y procedimientos, tras varios intentos en el proceso de resolución (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974 citado por Navarro, 2008).

-Las Situaciones de Resolución de Problemas se caracterizan por ser situaciones desestructuradas o situaciones abiertas, que tienen más de una vía para llegar a su solución e incluso pueden tener más de una solución, y permiten visualizar los procedimientos que llevaron al sujeto a un resultado. Contrario, a las situaciones cerradas, que se definen por tener una sola vía de solución y generalmente mostrar solo el desempeño final del niño; es decir, el resultado, como las situaciones dicotómicas, donde las respuestas son si/no (Puche, Ossa y Guevara, 2006). En cuanto a la estructura del problema, esté se debe caracterizar por tener un estado inicial y final bien definidos, esto es, problemas bien estructurados, pues el estado actual y la meta son conocidos por el sujeto.

-Las SRP deben estar caracterizadas por ser situaciones que permitan la experimentación auto dirigida por parte del sujeto (Deloache y Brown, citado por Puche, Ossa y Guevara, 2006), pues el interés está en las acciones del niño para buscar la solución, más que en la producción verbal en términos de respuestas de sí y no. En cuanto a las acciones, es fundamental aclarar que las SRP no deben estar fundamentadas, en que mediante acciones puntuales, se llegue a la solución; por el contrario, la idea es que los procedimientos o acciones del niño sean un conjunto de acciones seriado, pues acciones precisas no traducirían realmente la actividad mental del acuerdo a Puche y Colinvaux (2003), quienes lo expresan al referirse a las tareas de conservación de Piaget, donde una acción precisa es, por ejemplo, trasvasar liquido de un recipiente a otro, esta acción no permite ver la actividad mental del niño.

-Deben ser situaciones transparentes para el niño (Puche y Ordoñez, 2005), en otras palabras, la situación debe ser clara para él. El problema que el niño se representa debe ser igual al problema de quien diseño la tarea. El niño debe entender por sí mismo, lo que la situación le plantea, así como aquello que le exige, "No hay que convencerlo, ni explicarle la situación. Es más, la comprensión de lo

que la situación propone no debe reposar en la consigna, aunque es evidente que puede y debe tener reglas o restricciones” (p.56), el niño puede tener dudas, dificultades, para resolver el problema, pero superar esto hace parte de la actividad resolutoria.

-Las SRP deben ser agradables para el niño, capturar su atención y tocar sus intereses. Es una condición fundamental para entender el funcionamiento de la mente del niño, frente a la manera en que se representan el problema, las metas que se plantean y como las evidencian en sus acciones y procedimientos (Puche, 2003).

-El formato en que se presenta la tarea también debe ser tenido en cuenta, si el formato es físico tridimensional o bidimensional, o si por el contrario es virtual. La estructuración del problema puede verse supeditada a este tipo de diferencias, la demanda cognitiva del niño también debe ser tomada en cuenta frente a características de los escenarios físicos o virtuales.

- Ordoñez y Bustamante (2005) vinculan aspectos de la verbalización para tener en cuenta al momento de diseñar una Situación de Resolución de Problemas. Estos autores afirman que, Situaciones que le demanden al niño el manejo del lenguaje, conjunto a la manipulación y transformación de elementos físicos, mediante acciones directas, aportarían mejores observaciones sobre la actividad del niño, por ende, sobre sus capacidades para resolver problemas.

-Cuando el niño se enfrenta a un problema que le es familiar, él puede reconocer que solución, estrategia o herramientas mentales utilizar para buscar la solución. Gelman (citado por Thornton, 1998) señala que, los niños pequeños pueden resolver problemas cuando son expresados en términos que son concretos y familiares para ellos, sin embargo, pueden fracasar cuando esos mismos problemas se presentan de manera abstracta o poco familiares. Esto lleva a pensar, que el contexto tiene una relación en la manera en que el niño se puede representar el problema de una manera más cercana a lo que es familiar para él. Esta característica puede ser tomada en cuenta al

momento de diseñar la situación de resolución de problemas, no con el fin de que la situación deje de ser un problema para el niño, sino para que se pueda anclar a ella de una mejor manera.

Una característica muy importante, que diferencia las situaciones de resolución de problemas de aquellas situaciones planteadas regularmente en un ambiente escolar, es que se suele caer en el error de derivar las situaciones problema de única y exclusivamente, componentes curriculares como conceptos, primando su solución a través de la verbalización, dejando de lado el despliegue de acciones, formulación de hipótesis, inferencias, etc.

2.3.3. El análisis de tareas

El análisis de tarea o de la situación problema, se puede definir como una herramienta de trabajo que complementa y define aspectos del diseño de una situación problema (Puche y Ordoñez, 2005). Con el objetivo de anticipar, ciertos elementos del funcionamiento mental del niño. El análisis de tareas permite identificar las exigencias cognitivas que dicha situación le plantean. Puche (2003) se refiere a este análisis, como una base fundamental para una posterior comprensión, sobre la actividad mental del niño.

Este análisis, se puede entender como un microanálisis no solo de la tarea en sí misma, sino de cómo el sujeto la enfrenta en búsqueda de la solución. De acuerdo a Sáiz y Alonso (2008) al examinar como el sujeto afronta el problema, sus acciones y procedimientos, y finalmente su respuesta, se obtiene información que indicaría la forma en que él procesa la información. Esto es lo que se pretende obtener mediante el análisis de tareas, no solamente el análisis del diseño del escenario que representa la situación, en el caso de esta investigación; el análisis del artefacto de una Situación de Resolución de Problemas que se hará explícita más adelante. Sino que, el análisis de tareas implica todo el proceso de presentación de la tarea; los

materiales que representan el problema, ofreciendo información útil e importante para el niño, las instrucciones o consigna de la situación, y el análisis previo a la aplicación, de los posibles funcionamientos mentales del niño; es decir, el análisis permitiría realizar una anticipación aproximada de los desempeños que tendría el niño en cuanto a acciones/procedimientos y determinar el funcionamiento de las herramientas cognitivas que usa (Puche, 2003).

Por otra parte, Otálora (2009) se refiere al análisis de tareas como un método cualitativo para describir y caracterizar el funcionamiento cognitivo que está detrás del desempeño de una persona cuando está resolviendo alguna tarea, sin importar el área de conocimiento, ni la complejidad. Un aspecto que hace de este método algo singular, es que para el análisis de los desempeños del sujeto ante la situación problema, se parte de varios aspectos; el primero de ellos, se desprende de la tarea en sí misma; es decir, del análisis de lo que se llama la estructura constitutiva de la tarea; Segundo, se tiene en cuenta la demanda cognitiva de la tarea; tercero, el establecimiento previo paso a paso del procedimiento de solución ideal y cuarto el desempeño real del sujeto. La relación de estos elementos genera un esquema supuesto del proceso mental que realiza el sujeto durante la resolución de la tarea (Otálora, 2009).

Newell & Simon (citado por Otálora, 2009) fueron quienes desde el enfoque de la teoría de la información, desarrollaron un análisis similar a lo que hoy en día se conoce como el análisis de tareas. Con este análisis, ellos diseñaban situaciones de resolución de problemas que simulaban el comportamiento de sujetos en búsqueda de la solución al problema. lo que llevo posteriormente a que el análisis de tareas fuera visto como un recurso metodológico , que puede ser usado en otras disciplinas diferentes a la psicología, interesadas en la actividad cognitiva de las personas a través de su desempeño al enfrentarse a diversas tareas.

Este análisis puede ser aplicado a cualquier tarea o actividad, siempre y cuando le exija al sujeto un desempeño para alcanzar el objetivo, y más aún si esa tarea representa una situación problema para el sujeto. Newell & Simon (citador por Otálora, 2009) se refieren al problema, como el estado en el que una persona se encuentra cuando quiere algo pero no sabe qué hacer para conseguirlo. En el caso de las SRP con estado inicial y final bien definido, caso de la situación que se trabajó en esta investigación, el sujeto puede conocer el estado inicial (actual) y final (meta) claramente, pero no sabe qué acciones realizar que lo conduzcan con éxito al estado final. Otálora (2009) expone elementos importantes de ese proceso cuando el sujeto busca solucionar el problema. En primera instancia, al solucionador, como se le conoce a quien está resolviendo la tarea, se le enuncia la consigna; es decir, se le brinda información sobre el objetivo a lograr, condiciones bajo las que se tiene que desempeñar; como es el caso de las restricciones, se le mencionan los elementos que tiene para solucionar el problema, y si hay de hecho relaciones dadas de ante mano entre ellos, en resumidas cuentas, se le aclara la información del estado inicial de la tarea y se le explicita que recursos tiene para solucionarla. Es así como, el solucionador según Otálora (2009), genera una secuencia de pasos u operadores con el fin de llegar a la meta. Esta secuencia de pasos constituiría una estrategia por parte del sujeto para llegar a la solución.

Para Newell & Simon (citador por Otálora, 2009) el proceso de solución de problemas se entiende como la interacción entre un sistema que procesa la información resolviendo el problema y un ambiente de la tarea. En esa interacción son considerados dos elementos que hacen parte del análisis de tareas:

El primer nivel, denominado ambiente de la tarea se refiere al análisis de las condiciones objetivas o conjunto de elementos estructurales de la situación y las relaciones existentes entre ellos (...) Este nivel incluye también el análisis de las restricciones impuestas

por la tarea. El segundo nivel o espacio del problema, se refiere a la representación que el solucionador establece en la memoria, de los elementos estructurales del problema real y las relaciones entre ellos, es decir, la representación mental del ambiente del problema cuando el solucionador se enfrenta a la situación. (Otálora, 2009, p.3)

De acuerdo a estos autores, desde el enfoque de la teoría del procesamiento de la información, el ambiente de la tarea y el espacio del problema están muy relacionados en la medida que, la estructura del ambiente de la tarea determina los posibles espacios del problema, y a su vez, el espacio del problema determina las estrategias que el sujeto puede usar para resolver el problema. Estas estrategias se traducen en acciones/procedimientos observables para el experimentador, así la facilidad o dificultad que tenga el sujeto para resolver el problema está mediada por el éxito que tenga el sujeto al representar los elementos importantes y estructurales de la tarea, en el espacio del problema.

Desde el enfoque del procesamiento de información, se cuenta con un tercer y cuarto nivel de análisis; el tercero se centra en analizar el procedimiento de solución en tiempo real del sujeto, y el cuarto en formular un modelo computacional del funcionamiento del sistema cognitivo.

Pascual Leone & Johnson (1999, citado por Otálora, 2009) definen el análisis de tareas como “una colección de métodos racionales heurísticos que el analista puede usar para derivar –de una descripción de una tarea y un modelo general explícito/implícito de un sujeto– un modelo operativo específico de procesos que en el organismo del sujeto podría generar el desempeño en la tarea” (Otálora, 2009, p.5). Este modelo de los procesos ideales que permite solucionar la tarea, depende de la tarea específica a la que se enfrenta el sujeto y de la estrategia que utiliza para resolver el problema.

Estos autores, presentan cuatro niveles de análisis de tarea, y que tienen ciertas correspondencias con los niveles propuestos

anteriormente por Newell & Simon (citados por Otálora, 2009) para el análisis de estos niveles, se debe tener una unidad de análisis clara y un enfoque teórico determinado. Estos niveles de análisis son:

-Nivel de análisis Objetivo: descripción del ambiente de la tarea

En este nivel se toma como unidad de análisis, a la tarea en sí misma. Esta se describe detalladamente y analiza su estructura, la estructura de la tarea está compuesta por; los elementos constitutivos y las relaciones entre ellos (Otálora, 2009). También se explicitan en este nivel elementos estructurantes; tales como, el marco de referencia de la tarea, este se vincula a la consigna (con sus preguntas y restricciones) y el rol que se le otorga al niño como solucionador de la situación. También se debe tener en cuenta un enfoque teórico para analizar la estructura de la tarea.

-Nivel de análisis Subjetivo: descripción del espacio de la tarea

En este nivel, la unidad de análisis son los procesos que utiliza el experimentador para el procedimiento de resolución. Pues, en este nivel se analiza la demanda cognitiva o los funcionamientos cognitivos que exige la tarea, se incluye también, el procedimiento de solución ideal o la estrategia más avanzada (Otálora, 2009).

-Nivel de análisis Ultrasubjetivo: descripción paso a paso del desempeño del sujeto en tiempo real.

En este nivel la unidad de análisis es el esquema, de acuerdo a Pascual-Leone y Johnson (citados por Otálora, 2009) esto quiere decir, que en este análisis se recuperan la cantidad y el tipo de esquemas, sean operativos o figurativos usados por el sujeto para resolver la tarea. Al hablar de esquemas figurativos se refiere, a las representaciones internas respecto a la información que recibe el sujeto, a los hechos y significados. En cuanto a los esquemas operativos, estos se relacionan con las transformaciones sobre lo real, como el caso de los objetos, desde la acción.

-*Nivel de análisis Metasubjetivo*: Formulación de un modelo computacional desde la teoría neuropsicológica sobre los procesos cognitivos del sujeto.

Otálora (2009) emplea esta adaptación del análisis de tareas de Pascual-Leone, para aplicarlas en situaciones de resolución de problemas, centrándose en el Nivel Objetivo y el Subjetivo. Como ya se ha mencionado el Nivel Objetivo, comprende una descripción detallada de la tarea en términos de su objetivo, los materiales que usa para representar el problema, el formato en que se le presenta al niño, la consigna y el análisis de la estructura de la tarea.

En cuanto al análisis subjetivo, comprende tres aspectos: analizar la demanda cognitiva de la tarea, el proceso de solución ideal y finalmente vincula a este nivel el análisis de las estrategias o del procedimiento real de los sujetos al resolver la tarea.

Para esta investigación se desarrollan los tres primeros niveles del análisis de tareas, pues conciernen más al objetivo que se ha propuesto alcanzar. Vale la pena aclarar, que el nivel del análisis ultrasubjetivo, se realiza posterior a la aplicación, teniendo en cuenta las grabaciones de cada sesión de la aplicación y se consigna la información en unas tablas de análisis individual que comprenderán diversos aspectos del desempeño de cada niño.

Finalmente, Montserrat (1997) señala que aspectos contextuales, así como características propias de las tareas pueden influir en el éxito que los niños tengan sobre ellas, por ejemplo; la sintaxis usada para formular la consigna, la familiaridad con el problema, la cantidad de variables de la tarea, entre otros. Vale la pena mencionar también, que las características del escenario que usa el niño para resolver el problema pueden influir en algún sentido comprensivo o de representación. Y esa es la apuesta que se desarrolla en esta investigación, indagar en las características del artefacto; desde diversas dimensiones abordadas por el diseño, relacionadas con el proceso de comprensión y resolución de la situación problema por parte

del niño, que en este caso se basa en armar y poner en funcionamiento un sistema de engranajes para conseguir un objetivo².

2.3.4. Casos de Situaciones de Resolución de problemas infantiles

Las Situaciones de Resolución de Problemas que se muestran a continuación, han sido producto de diversas investigaciones realizadas por el Centro de Investigaciones en Psicología, cognición y cultura de la Universidad del Valle, sobre el uso de las herramientas científicas en niños entre los 2 y 6 años.

La primera de ellas es la situación de los dinosaurios y las comidas (Ver Figura 3). Esta situación, se representa con una maqueta de una casa, que tiene tres puertas cerradas de tamaños diferentes (una grande, una mediana y una pequeña) se le dice al niño, que detrás de cada puerta hay una olla con comida de colores diferentes. Se le muestran también 3 dinosaurios, que tienen la boca pintada de colores (el dinosaurio grande tiene la boca pintada de verde, el mediano de roja y el pequeño de azul).

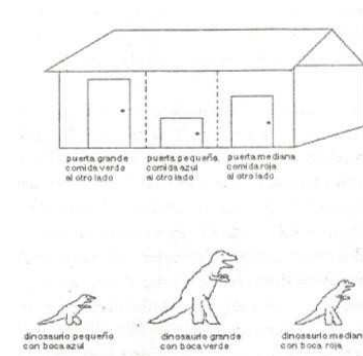


Figura 3. Situación de los dinosaurios y las comidas³. Adaptado de "Formación de herramientas científicas en el niño pequeño. (2da ed.)" por R. Puche-Navarro, 2005, Artes gráficas del Valle Editores – Impresores Ltda, p.33.

² En la sección del análisis de tareas realizado a la SRP seleccionada para este trabajo, se explicara más a fondo todo lo relacionado con la tarea.

Después de presentados los elementos que escenifican la situación problema, se le dice al niño que cada dinosaurio entro por una sola puerta y que la misión de él, es descubrir de qué color es la comida que está detrás de cada puerta, para luego abrirla.

La resolución de esta situación problema implica la destreza del niño para extraer inferencias, a partir de la información que está presente en el escenario de la tarea, como indicios y cualidades de los objetos que la representan. Sin embargo, el uso de la inferencia por parte del niño no implica que él posea una estructura lógica para resolver el problema, pues la información particular a modo de indicios (el tamaño de las puertas-relacionado con- el tamaño de los dinosaurios- relacionado con-el color en sus bocas) que está disponible en la tarea, va en contravía de lo que la lógica proporciona “un sistema para extraer inferencias, para extrapolar a partir de cierta información inicial y alcanzar una conclusión nueva”(Thornton, 1998, pp.20-21) que no depende de la información particular del problema o del contexto en el que se utiliza. Sin embargo, esto no le quita validez ni complejidad a la destreza que el niño está usando para resolver el problema.

La situación problema busca mostrar la comprensión que el niño tiene de la función que cumplen los elementos de la tarea y sus relaciones. La manera en como el niño relacione estos elementos determinara sus acciones. Para solucionar esta tarea, el niño no requiere de conocimientos escolares o de la ayuda de un adulto, él la puede resolver descubriendo las relaciones entre los elementos, algo que finalmente habla de la comprensión que él tiene de la situación, o fracasar debido a la falta o ausencia de las relaciones entre los elementos (Puche-Navarro, 2005).

Para que el niño solucione la tarea debe relacionar tres variables: las alturas de las puertas, el tamaño de los dinosaurios y los colores que tienen en sus bocas. Para inferir el color de la comida que está detrás de cada puerta. La primera relación que debe establecer es entre el tamaño de la puerta y el tamaño de los dinosaurios, comparando cada dinosaurio con cada puerta, definiendo cual le corresponde de acuerdo a su tamaño, luego puede decir el color de la comida que está dentro de la casa, al mirar el color de la boca del dinosaurio. Esto muestra como la información significativa disponible en el escenario le permite al niño anticipar e inferir información para solucionar el problema (Puche-Navarro, 2005).

La segunda situación se llama El trasteo (Ver Figura 4), y está representada por medio de una maqueta con diversos elementos como los que se aprecian en la imagen. La tarea consiste en repartir cuatro menajes, que son transportados en un camión a cuatro estaciones. Estas estaciones, están a distancias iguales entre si y conectadas por medio de una carretera por donde se desplaza el camión. Cada estación está marcada con una señal (un color que indica el menaje que le corresponde). Para acceder al menaje solo se puede por la parte superior del camión que es la que está destapada, tomando los elementos, de uno en uno y con un orden establecido.

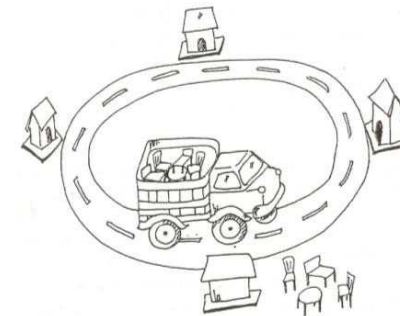


Figura 4. Situación del trasteo. Adaptado de “Procesos de desarrollo de cambio y variabilidad” por R. Puche-Navarro, 2003, En Puche-Navarro, R. (Comp.) *El niño que piensa y vuelve a pensar*. Artes Gráficas del Valle Editores, p.150.

³ Esta situación fue trabajada en una investigación llamada “Inferencia y comprensión en niños entre 3 y 5 años. Un estudio piloto”, realizada por Oscar Ordoñez y Luis Guillermo Bustamante. Investigación financiada por Colciencias.

Cada casa está pintada de un color. El menaje se compone de cuatro tipo de elementos (mesas, asientos, cocina, y comedor) que están pintadas según el color de la casa o estación a la que corresponden. Cuando la tarea se le presenta al niño, el camión esta vacío, todos los menajes están a un lado de él, y se le pide que cargue los muebles en el camión, para ser repartidos en las cuatro estaciones, teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

-Debe acomodar el menaje dentro del camión teniendo en cuenta que no puede desacomodar los muebles de la estación siguiente a la primera, es decir, al iniciar el recorrido debe bajar los muebles que le corresponda a la primera estación sin desacomodar los de las demás estaciones.

-Después de haber cargado todos los muebles dentro del camión no puede reacomodarlos, esto es, que debe acomodar los muebles teniendo en cuenta el recorrido que realizara, es decir, el orden del color de las estaciones a las que ira.

-Después de iniciado el recorrido, el camión no se puede devolver.

-Debe repartir todos los muebles en un solo viaje y cargándolos todos a la vez en el camión (Puche-Navarro, 2003).

La resolución de esta situación le exige al niño crear un plan para organizar los muebles de cada menaje en su respectiva estación, dependiendo de dónde empieza su recorrido. De esta manera, el plan debe permitirle predecir las acciones futuras de donde y como acomodar los menajes, según el orden de las estaciones. Debe descubrir que hay un orden de carga de los muebles y que este depende el orden de las estaciones del recorrido, pero que ese orden de carga es inverso al orden de descarga, para así evitar desacomodar los demás muebles, de esta manera la planeación estaría completa para resolver el problema exitosamente (Puche-Navarro, 2003).

2.4. EL NIÑO COMO RESOLUTOR DE PROBLEMAS

De acuerdo con el tratado de la Convención sobre los Derechos del niño, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1989, señalan en el artículo 01, que se entiende por niño “todo ser humano menor de dieciocho años de edad, salvo que, en virtud de la ley que le sea aplicable, haya alcanzado antes la mayoría de edad”.

2.4.1. El niño entre los 2 y 5 años como resolutor de problemas

Es común escuchar que los cinco primeros años de vida de un niño son los más importantes y juegan un papel definitivo en la constitución de sí mismo, como un sujeto individual. Sin embargo, estas afirmaciones se contradicen con dos aspectos de la realidad. En principio, a los niños menores de cinco años se les atribuyen muy pocas capacidades. Segundo, parece cobrar más importancia el periodo posterior a los cinco años, cuando el niño ha ingresado al sistema educativo (Puche, 2005).

Sin embargo, existen variados estudios, que ilustran las diversas destrezas cognitivas que tienen los niños a edades tempranas, dichas destrezas aplicadas a la resolución de problemas o que actúan sobre un razonamiento de tipo ‘científico’. El abanico de estos estudios va desde aquellos que indagan en los procesos cognitivos de los bebés (de 0 a 2 años), el razonamiento científico con niños de preescolar (hasta los 6 años), y niños de más de 6 años que ya están en el nivel educativo de primaria, donde la educación en ciencias hace su aparición formal (Ordoñez y Bustamante, 2005).

Teniendo en cuenta los aportes de Puche (2001) sobre la racionalidad mejorante, se aborda el estudio del niño desde su actividad espontanea, como un sujeto activo que tiene como objetivo mejorar su realidad. Reconociendo que, como lo menciona Puche, el niño piensa y piensa bien, porque posee unas herramientas cognitivas para hacerlo. El funcionamiento de esas herramientas cognitivas se

visualiza en la resolución de un problema, cuando se tiene una meta a alcanzar (Puche y Ordoñez, 2003).

Desde que el niño nace cuenta ya con variadas destrezas cognitivas que son usadas espontánea y activamente por él en su entorno natural, y que posteriormente le serán de gran ayuda para su desempeño en el contexto escolar. A la edad de los dos 2 años, los niños ya construyen representaciones que ahora acompañaran a sus acciones. Permitiéndole reemplazar la realidad por algo que está en su mente, esto es, las representaciones internas del niño, que finalmente muestran el significado y sentido que ha construido de ese algo. Existen diversas formas de representación en el niño; tales como, el juego simbólico, el dibujo, el modelado, las imágenes mentales, la imitación, el lenguaje y su memoria (Villalobos, 2005). Los niños construyen significaciones a nivel de representaciones sobre las propiedades del mundo físico, y a su vez integran y organizan la información de las representaciones que construyen sobre un problema a resolver, en este punto, al referirnos a problema no necesariamente hablamos de las SRP como situaciones estructuradas, sino de problemas en general que se le pueden presentar al niño en su vida cotidiana (Villalobos, 2005). La manera en que el niño enfrenta estas situaciones problemas, esta permeada por sus experiencias y conocimientos a los que les da un sentido dependiendo de la situación problema a enfrentar.

Además de la experiencia previa y del uso de las herramientas cognitivas para resolver el problema, las características motivacionales del resolutor; en este caso, el niño, independientemente de su edad, afectan significativamente el proceso de resolución de problemas, desde el estado inicial (como comprende el problema) hasta el final (solucionar el problema) (Domenech, 2004).

Villalobos (2005) señala unos procesos que se requieren para la solución de problemas: El primero, está relacionado con la

información que el niño debe identificar como pertinente para resolver el problema, para así, usar una estructura de representación interna adecuada. El segundo, se refiere a una etapa de planeación, teniendo en cuenta los objetivos, los obstáculos y los medios que le permitirán solucionar el problema. El tercer proceso es, realizar una inferencia causal, que le permita guiar su acción en función de las variables del problema. Y el finalmente el cuarto, es el uso de instrumentos, tales como objetos o el lenguaje, de modo que le permitan solucionar el problema. De modo que, el niño desde edades tempranas realiza inferencias en distintos niveles, algunas de ellas parten del reconocimiento de cualidades del mundo físico, otras de la experiencia previa y/o vivencia de eventos, es un niño que coordina información, anticipa, planea sus acciones y utiliza hipótesis en 'teorías-en-acción'(Puche, 2003).

El desarrollo de estos procesos por parte del niño evidencia que él sabe lo que hace, primero planea que estrategias usar, incluso antes de actuar con los objetos. Algo que Ordoñez y Bustamante (2005) reafirman al referirse a la actividad de los niños entre los 2 y los 6 años, como una actividad mucho más resolutoria y autónoma que exploratoria. Es decir, la manipulación de objetos no es una manipulación sin objetivos, por el contrario el niño actúa sobre los objetos con base en hipótesis para lograr un fin, resuelve situaciones problema y realiza inferencias a partir de la información de su entorno.

De manera, que en ese periodo de los 2 a los 6 años, se evidencian unas capacidades y herramientas cognitivas propias de una racionalidad mejorante, que se desarrollan en un entorno cotidiano y natural para el niño, que es dirigida e iniciada por sus intereses. A esto Avedaño, Bonilla y González, (2004) le agregan, que esa actividad cognitiva que el niño despliega cuando soluciona problemas, es organizada y opera en base a metas.

2.4.2. ¿Cómo soluciona el niño las SRP?

El objetivo de la tarea o de la situación problema es que el niño transforme o reorganice los elementos dados en el estado inicial para alcanzar el estado final (meta), teniendo en cuenta las restricciones dadas previamente en la lectura de la consigna. La situación exige una actividad autónoma por parte del niño que lo conduzca a la resolución del problema, el uso de diversas herramientas cognitivas que faciliten la resolución de la tarea.

Puche (2003a) menciona como aspecto fundamental para que el niño pueda resolver la situación de resolución de problemas, el despliegue de acciones para alcanzar la meta, y es a través de estas acciones que se puede indagar en la actividad mental del niño. La cuestión entonces, es que el niño debe identificar cuales acciones (medios) son las que le permitirán solucionar el problema (fin). A través del seguimiento de estas acciones el experimentador puede dar cuenta del modo en que el niño se representa la situación y que criterios tienen en cuenta para resolverla.

Resolver la situación problema requiere entonces de dos fases diferentes: Primero resolver las restricciones que la tarea le plantea valiéndose de unos intermediarios para luego conseguir la meta Puche (2003^a). Adicional a esto el niño debe identificar y tener muy claro cuáles son las metas (parte de esta claridad se la debe dar la consigna), además, un elemento muy importante en el proceso de resolución de problemas es la interacción que se da entre el niño, y la retroalimentación que aporta el problema, para así trabajar desde esa evidencia de diferentes maneras. Thornton (1998) asegura que las estrategias de solución de los niños van evolucionando a medida que los estados intermedios cambian, durante la interacción con la tarea.

2.5. LAS SITUACIONES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON SISTEMAS DE ENGRANAJES

2.5.1. Sobre los sistemas de engranajes

Partiendo de la definición ofrecida por el Diccionario de la Real Academia española (RAE), define la palabra engranaje desde el contexto mecánico, como un conjunto de piezas que engranan entre sí. Sin embargo, existen diversas acepciones en donde se usa el término engranaje como sinónimo de rueda dentada, entendiéndose así, la palabra engranaje no como conjunto de ruedas, sino como una unidad.

Villeta (1995) define al engranaje como un cuerpo solido de superficie exterior usualmente cilíndrica o cónico, con dientes tallados en el borde de su superficie. Que al estar concatenado con otro engranaje puede transmitir la rotación de su eje al otro, debido al encaje de sus dientes, transmitiendo así el movimiento de giro de un engranaje al otro. En otras palabras el engranaje es un mecanismo, encargado de transmitir movimiento.

Existen varias clases de engranajes, con características funcionales muy diferentes, entre ellos están: los engranajes cilíndricos rectos y helicoidales, los engranajes cónicos rectos y en espiral (Sánchez, Pérez, Sancho y Rodríguez, 2006). En esta investigación se trabajó con engranajes cilíndricos rectos.

-Engranajes Cilíndricos Rectos: estos engranajes tienen sus dientes en forma recta y son paralelos a su eje de rotación. Transmiten el movimiento entre ejes de engranajes ubicados paralelamente entre si y el contacto entre sus dientes es también lineal (Ver. Figura 5).

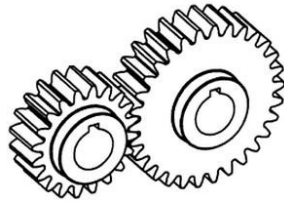


Figura 5. Engranaje cilíndrico recto

Cuando los dientes de dos engranajes están concatenados o engranados, y uno de ellos gira, se produce un contacto entre toda la longitud de sus dientes que genera una fuerza de empuje, transmitiendo la rotación de un eje a otro, produciendo el movimiento del segundo engranaje a partir del giro del primero. El engranaje que inicia el movimiento, es conocido como engranaje conductor y los demás se conocen como engranajes intermedios y el último como engranaje conducido.

Cuando se tienen un conjunto de dos o más ruedas dentadas transmitiendo la rotación de un eje a otro, se denomina sistemas de engranajes. A continuación se mencionan algunas variables:

-Relación de transmisión: es la relación (cociente) entre las velocidad de rotación de dos engranajes que están concatenados entre sí, o bien, al cociente entre el número de engranajes del diente conductor sobre el número de dientes del engranaje conducido. Esta relación de transmisión me permite inferir (desde el tamaño del engranaje o la cantidad de sus dientes) la cantidad de vueltas que da el último engranaje, dependiendo de la cantidad de vueltas que da el primero.

-Dirección de giro: la alternancia de giro de las ruedas dentadas en un sistema de engranajes depende de dos cosas. La primera, de la dirección de giro del engranaje conductor y segundo, de la cantidad par o impar de engranajes que conforman el sistema afectando la dirección de giro final del engranaje conducido.

Cuando las ruedas dentadas que conforman el sistema están organizadas de manera lineal o curvilínea se les denomina sistema abierto, y cuando se agrupan completamente de manera circular, se denominan sistemas cerrados.

Frente a aspectos cinemáticos de los sistemas de engranajes, hay uno importante y tiene que ver con la interferencia en la transmisión de movimiento, que se produce cuando hay un contacto de porciones de perfiles de dientes no conjugadas. Es decir, para que dos ruedas dentadas puedan engranar y girar constantemente sin problema, los perfiles de sus dientes deben ser tangentes durante todo el movimiento.

2.5.2. Aportes de estudios relevantes

Se realizó una revisión de estudios empíricos o experimentales, con tareas que han utilizado dispositivos, que involucran sistemas de engranajes; entre ellas, tareas en formato virtual (Dixon & Bangert, 2002; Boucheix & Guignard, 2005; Boncoddio, Dixon & Kelley, 2010), formato escrito (Schwartz & Black, 1996; Perry & Elder, 1997; Lehrer & Schauble, 1998; Bartolini, Boni, Ferri & Garuti, 1999; Perry & Lewis, 1999), y tareas en formato físico; es decir, usando objetos tridimensionales (Metz, 1985; Lehrer & Schauble, 1998; Avedaño, Bonilla y González, 2004; Navarro, 2008; Chambers, Carbonaro & Murray, 2008 y Schulz, Gopnik & Glymour, 2007) adicional al formato en que se representa el problema, se aclara que algunos de estos estudios utilizan sistemas de engranajes sin función; es decir, el uso de sistemas de engranajes que no producen una función específica, como el caso de la primera fase del estudio de Lehrer & Schauble (1998) donde se ubican engranajes en ciertas configuraciones y se le pregunta al niño por aspectos relativos a su estructura, sin que su configuración permita la consecución de un objetivo, como es el caso de los sistemas de engranaje con función,

donde el sistema de engranajes se debe armar determinando ciertas relaciones para cumplir un objetivo.

Esta revisión se hace con el fin de conocer la conceptualización del diseño del artefacto que representa el problema y de indagar en como comprende el niño la construcción del mecanismo, teniendo en cuenta la perspectiva presentada por Puche (2001) sobre las herramientas científicas y que tiene en cuenta el punto de vista del niño reconociéndolo como alguien que autoinicia y autodirige sus acciones hacia la resolución del problema.

En los estudios sobre el razonamiento científico interesados en el cambio cognitivo en el niño, se pueden analizar bajo dos perspectivas sobre el cambio representacional: la primera, es la revisión de teoría, propuesta por Deanna Kuhn, en la cual el cambio representacional se privilegia a partir de la confrontación que el niño realiza entre sus teorías y la evidencia que resulta de su experimentación durante el proceso de resolución de una situación. En esta perspectiva la evidencia tiene un factor muy importante pues es la que desencadena el cambio de la representación en el niño, es decir, el cambio es influenciado por los elementos externos de la tarea (Navarro, 2008). Para este tipo de estudios, como son los sistemas de engranajes, donde la manipulación de diferentes elementos (experimentación) es fundamental para la resolución del problema, se pueden encontrar diversos elementos del cambio representacional del niño cuando redescrive sus hipótesis a partir de la evidencia que las afirma o refuta. La segunda, es la perspectiva propuesta por Karmiloff-Smith, donde el cambio representacional se da por la redescrición de las representaciones internas que tiene el niño en base a sus acciones; es decir, es un proceso interno del niño donde se originan nuevas representaciones a partir de las representaciones (teorías-en-acción) in situ que está usando para resolver el problema. Sin depender exclusivamente de la evidencia de la tarea, pues el proceso de redescrición implica hacer explícita

una información que está implícita en la mente del niño y este proceso no está determinado exclusivamente por la evidencia (Navarro, 2008).

Al relacionar la perspectiva de revisión de teoría con el artefacto que involucra el sistema de engranajes, se hace énfasis en la relación que se establece en el cambio de las representaciones del niño sobre el funcionamiento del sistema originadas por las características salientes del artefacto (con sus partes). Por su parte, la perspectiva de la redescrición representacional no tiene una relación tan marcada con los indicios disponibles del artefacto, ya que el cambio de las representaciones, desde esta perspectiva es un proceso meta cognitivo (interno) del niño que se da sobre la representación que tiene como actual del problema, que se va redescribiendo cada vez y haciéndose más explícita para el niño.

La presente investigación se desarrolla bajo la perspectiva de las herramientas cognitivas desde la racionalidad mejorante propuesta por Puche (2001, 2003). Que a pesar de no tomar partido frente a las dos posturas mencionadas anteriormente; revisión de teoría – de Kuhn, ni la de Redescrición representacional-de Karmiloff-Smith. La propuesta de Puche está más cercana a la postura del cambio representacional a partir de la redescrición (Navarro, 2008), en la medida en que ambas autoras abordan el estudio de la racionalidad científica en niños pequeños, asegurando que desde estas edades iniciales (2 años o incluso menos) el niño se relaciona con su entorno de manera espontánea, autónoma y auto dirigida, construyendo hipótesis o “teorías” para entender su realidad e incluso para resolver problemas. Pero que no aleja del todo la evidencia que surge de los procesos de experimentación del niño con el mundo. Esto se evidencia en la propuesta de las Situaciones de Resolución de Problemas, como medio para observar el uso de las herramientas mentales que el niño posee y que usa de manera natural y espontánea, al permitirle al niño usarlas en situaciones diseñadas que presentan un

problema, que antes que nada toca sus interés, que le permite indagar y explorar desde sus medios (Puche, 2001).

Estas situaciones de resolución de problemas son integradoras, en la medida en que tienen en cuenta el papel de la evidencia en la modificación de las acciones del niño, por ende, en la modificación de la hipótesis con la que se aproximó al objeto (Puche y cols, 2006). La propuesta de estas SRP conlleva un mayor trabajo en aspectos metodológicos, pues desde su diseño, en función de la herramienta cognitiva, se anticipa el grado de importancia de la evidencia con relación al cambio de las representaciones del niño y la comprensión de la situación problema. Finalmente, esto demuestra que la propuesta de esta perspectiva de la racionalidad mejorante, defiende una actividad racional desarrollada naturalmente (Puche, 2001).

La comprensión de dispositivos mecánicos (como el sistema de engranajes) implica una mayor probabilidad de que el niño requiera de la evidencia, es decir, de procesos de experimentación, para reelaborar el principio de funcionamiento del mecanismo, esto es, la fuerza de empuje de los dientes de dos engranajes estando concatenados, que permite la transmisión de movimiento al girar uno de ellos, esto equivale, a comprender el funcionamiento del engranaje desde la relación entre evidencia y los operadores mentales que usa el niño (Puche y cols, 2006). El papel de la evidencia, que es defendido por la perspectiva de la revisión de la teoría. En el diseño de las Situaciones problema se redefine en términos de que, descubrir los datos que trae consigo la evidencia generada desde la experimentación, debe permitirle al niño construir un modelo mental del funcionamiento del mecanismo; más no, que la evidencia este dada de antemano o este demasiado ligada a la configuración del artefacto de modo que inhiba la experimentación del niño o que limite ese proceso de redesccripción de sus representaciones (Puche y cols, 2006).

Cuando el niño piensa sobre la evidencia externa del problema, lo hace teniendo en cuenta, las relaciones que estableció previamente entre los elementos de la tarea y las representaciones que tiene de ellos. Ese proceso de redesccripción de su representación teniendo en cuenta aspectos determinantes de la evidencia, va generando cambios en su estrategia de resolución, de esta manera la representación que tiene el niño del estado actual de la tarea va cambiando. Pues bien, Puche y cols (2006) mencionan que el proceso de redesccripción involucra también el papel de la evidencia, pues el niño toma elementos de la tarea (bien pueden ser aspectos de la configuración del artefacto) los convierte en evidencia que posteriormente se representa explícitamente en su mente, redescribiendo las representaciones con las que se estaba enfrentando al problema.

A pesar, de que en estos estudios no se abordan las herramientas científicas como objeto de análisis, la revisión de estos estudios se centró, en identificar el uso de estas herramientas cognitivas en relación con la demanda exigida por la situación problema de cada uno de los estudios, buscando elementos sobre la comprensión del niño del funcionamiento de sistemas de engranajes, y finalmente aspectos relativos al artefacto y su papel en este proceso de comprensión, donde el niño debe tener en cuenta las restricciones físicas o de uso que la tarea le exige.

Las situaciones de resolución de problemas que han sido construidas alrededor de los sistemas de engranajes eliciten el uso de la herramienta cognitiva de formulación de hipótesis, en este caso, las hipótesis formuladas giran alrededor de la relación entre la estructura de los engranajes y su función. Dichas hipótesis son confirmadas o refutadas mediante el uso de otra herramienta cognitiva; la experimentación que aluden a un conjunto de procedimientos sistemáticos (Puche-Navarro, 2005), que el niño realiza sobre los elementos que representan la situación problema (ej. girar los

engranajes, concatenarlos) con el fin de verificar una idea o plan de solución.

Entrando en materia sobre la revisión de los estudios experimentales, de manera general se puede decir que los participantes de estos estudios varían dependiendo del objetivo de cada investigación. Se encontraron participantes de género masculino y femenino como: niños escolarizados, de jardines, instituciones educativas públicas y privadas, y sesiones realizadas en laboratorio. Con edades que van desde los 4 años de edad hasta los 12 años, igualmente jóvenes universitarios y adultos.

La investigación realizada por Navarro (2008) se estructura desde los avances y propuestas teóricas desarrolladas por el grupo de Investigación “Cognición y Desarrollo Representacional” de la Universidad del Valle. Por su parte el trabajo de Maestría realizado por Avedaño, Bonilla y González (2004) se enmarca dentro de la propuesta del grupo de investigación “Desarrollo Cognitivo, Aprendizaje y Enseñanza” de la Universidad Javeriana –Cali. Ambas investigaciones resaltan los aportes hechos por Rebeca Puche Navarro y su grupo de trabajo, pertenecientes al centro de investigaciones en psicología, cognición y cultura de la Universidad del Valle, sobre el razonamiento científico en el niño y la utilización de las herramientas científicas para la resolución de problemas, entre otros temas.

Para esta revisión se tuvieron en cuenta: Aspectos relativos a la comprensión del problema por parte del niño, que incluyen elementos sobre la comprensión del sistema de engranajes, por ende, la comprensión del funcionamiento del artefacto en sí. También, las características y cualidades explícitas en los documentos⁴, sobre el dispositivo o artefacto utilizado para la

representación de la situación problema; es decir, características formales, estéticas, simbólicas y funcionales. Teniendo en cuenta, también aquellas variables que pudiesen encontrarse en los problemas presentados virtualmente. A continuación se exponen algunos de estos estudios:

-Metz (1985) diseña y presenta un dispositivo físico a 20 niños entre los 8 y 12 años de edad. La tarea fue aplicada de manera individual, y el tiempo destinado para cada sesión fue alrededor de una hora. El objetivo de la investigación se centró, en estudiar qué espacios del problema constrúan los niños, en una tarea de un dominio no familiar, igualmente las características de estos espacios, y en qué dirección se da el cambio entre un espacio y otro. Por lo que finalmente también se interesa en las estrategias de resolución de los niños.

El dominio de los engranajes, cumple con el criterio de complejidad de Newell (citador por Metz, 1985) pues abarca problemas perceptivos, espaciales, dinámicos, de cinemática y matemáticos. Sin embargo, el niño podría no reconocer todos estos aspectos en el problema con engranajes, o por lo menos no de esta manera, como un problema de física, sino, como un ‘rompecabezas’. Esa variedad de perspectivas en que el experimentador puede abordar la investigación, así como, las diferentes maneras en que el sujeto puede enfrentar los problemas en este dominio de engranajes, es lo que lo hace adecuado para indagar en los diferentes espacios del problema que podría construir el niño, sobre un mismo problema.

El dispositivo físico usado para la tarea consistió en: Un tablero de velcro, con un grupo de 12 engranajes de 4 tamaños diferentes (estos tamaños no están especificados en el documento) y una perilla que se podía encajar en 6 de los 12 engranajes para poder girarlos. Cada uno de los engranajes tenía un eje de velcro, para así ubicarlos fácilmente en cualquier lugar del tablero. Dos de los engranajes tenían una figura humana dibujada en su parte superior.

⁴ Todos los documentos revisados son artículos de investigaciones experimentales, publicados en revistas científicas indexadas, excluyendo el documento de Avedaño, Bonilla y González (2004) que es una tesis de maestría descargada desde la web.

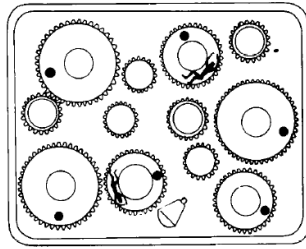


Figura 6. Materiales de la tarea. Adaptado de "The development of children's problem solving in a gears task: A problem space perspective" by K. Metz, 1985, *Cognitive Science*, 9(4), p.432.

El objetivo de la tarea era, organizar los engranajes libremente de manera que, los dos engranajes que tienen las figuras humanas giren ambos de cabeza, es decir, ambos engranajes deben girar en sentido contrario a las agujas del reloj. Para esto el niño puede usar la cantidad de engranajes que quiera, mínimo los dos que tienen las figuras humanas, estos dos engranajes hacen parte de los 6 que tienen la cavidad para colocar la perilla y girarlos. Esta tarea tiene como aspecto relevante, que no hay restricciones con respecto al uso de las piezas; como por ejemplo, la cantidad final de engranajes a usar o si debe armar estructuras abiertas o cerradas, o el giro de la rueda inicial que coloque, pues la posibilidad de ubicar la perilla en alguno de los 6 engranajes, implica que el engranaje conductor del movimiento puede estar en cualquier parte del sistema. Finalmente, se le pide al niño que encuentre la mayor cantidad de soluciones posibles, desde la experimentación con los engranajes pero que las represente gráficamente y que piense en voz alta.

El diseño de la situación problema de Metz (1985) no solo responde a armar un sistema de engranajes sin función; por el contrario, se trata de responder a un objetivo (que ambos muñecos giren en el mismo sentido). A pesar de que la situación problema no incluye restricciones, tiene varias alternativas de solución. Esta libertad del uso de la cantidad de engranajes (10

disponibles para usar), las variaciones en el tamaño de los engranajes, y la posibilidad de configuración de sistemas cerrados o abiertos, de decidir en qué lugar ubicar el engranaje conductor del movimiento, le permite al niño formular hipótesis desde diferentes puntos; teniendo en cuenta cada una de las variables, por ejemplo, hipótesis sobre la concatenación de los engranajes para la transmisión del movimiento, al ofrecer al niño engranajes sueltos que él puede relacionar de muchas maneras, por otro lado hipótesis sobre la cantidad de engranajes y la dirección de giro del engranaje conductor para lograr alinear y girar en el mismo sentido a los engranajes que tienen los muñecos. De manera que, es durante la experimentación de estas hipótesis, que el niño va comprendiendo el mecanismo.

Se privilegió como evidencia de comprensión los desempeños de los niños en las representaciones gráficas realizadas en papel, de todas las soluciones posibles que cada uno de ellos formuló para el problema y sus producciones verbales. En cuanto al diseño del artefacto, no se evidencia la materialización de una situación significativa para el niño que toque sus intereses o motivaciones, la estructura que el niño debe armar (sistema de engranajes) podría considerarse de baja complejidad en la medida que no hay otros elementos a los que el sistema de engranajes se vincule para diferencia una función asignada al sistema, de lo que en sí mismo ofrece.

Lehrer & Schauble (1998) investigan la forma en que los estudiantes de 2do y 5to grado razonan sobre engranajes tanto en configuraciones sobre un tablero sin función, como en máquinas familiares que tienen una funcionalidad conocida por los niños, como la batidora manual de huevos y una bicicleta de velocidades. Los estudiantes conforman una clase completa de alumnos, conformada por 23 niños de 2do grado y 20 niños de 5to grado de una escuela de un barrio, el rango de edades de los niños va desde los 8 hasta los 10 años. Y cada uno de ellos participó en dos sesiones individuales (la del tablero sin función y la de las máquinas) de duración promedio de 25

minutos. El objetivo del estudio se centró en la comprensión de los niños sobre estructura y función, y para ello, escogieron el dominio de los engranajes, pues consideran que es fácil aprender sobre este tema desde ellos, e implican principios científicos y mecánicos.

La primera sesión, se realizó para diagnosticar a los estudiantes sobre el razonamiento con engranajes, a partir de un tablero que tenía 6 configuraciones distintas de sistemas de engranajes ubicadas verticalmente y cada una con mayor complejidad que la anterior, desde arriba hacia abajo (Ver. Figura 7). En cada una de las seis configuraciones el engranaje conductor era de color azul y estaba ubicado en la mitad del tablero con un pequeño mango ubicado en el centro para girarlo, los otros engranajes era incluidos en el tablero concatenados al engranaje conductor (excepto en la configuración 1) formando diferentes configuraciones. Los engranajes grandes eran de aproximadamente 12 cm de diámetro, y los engranajes pequeños de 6 cm.

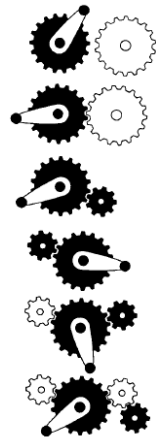


Figura 7. Configuraciones de la tarea. Adaptado de "Reasoning about structure and function: Children's Conceptions of Gears" by R. Lehrer & L. Schauble, L, 1998, *Journal of Research in Science Teaching*, 35, p.7.

Para cada una de las 6 configuraciones se le hacían preguntas al niño sobre el engranaje conducido en tablero, dependiendo de la

información que se le daba al niño sobre el engranaje conductor, tal como, su dirección y velocidad de giro, de esta manera se le preguntaba al niño sobre el efecto que generaba el engranaje conductor sobre el conducido, con preguntas (variables) sobre la dirección de giro, la velocidad de giro y el número de vueltas completas de cada engranaje (caso de las configuraciones con más de 2 engranajes) y se les pedía que justificaran sus respuestas, sin embargo, el niño no recibía retroalimentación, pues las hipótesis construidas por el niño sobre cada configuración no podían ser confirmadas mediante la experimentación. El tablero solo mostraba las configuraciones, de modo que se privilegiaban como evidencia de comprensión del mecanismo los desempeños de los niños desde sus gestos, cuando indicaban dirección de giro y sus verbalizaciones que eran grabadas en audio.

En la segunda sesión el niño debe hacer funcionar un sistema de engranajes en máquinas con función, explicando verbalmente también la estructura del sistema y su funcionamiento. Las explicaciones que da el niño sobre porque y como se mueven los sistemas de engranajes, parten procesos de inferencia sin darle cabida a la experimentación o retroalimentación al niño. De entre todas las variables del estudio, con relación a la concatenación de las ruedas, en cuanto a los resultados que se obtienen de las preguntas que se le hacían a los niños en la primera sesión, como por ejemplo, si giro el engranaje azul (configuración.1) hacia la izquierda que pasara con el engranaje conducido (rojo).

Los autores, mencionan que todos los niños verbalizaron que si se giraba el engranaje azul el rojo no se movería. Sin embargo, al momento de justificar su respuesta decían que los engranajes debían estar en contacto para que al girar uno el otro también girara, pero no especificaron porque o como el contacto de los dientes produciría esta transmisión del movimiento, caso de los niños más pequeños. Lo que lleva a los autores a justificar este desempeño del niño en base a un

estudio de Metz (1991, citado por Lehrer & Schauble) en donde concluyen que algunos niños pequeños explican el movimiento de los engranajes haciendo referencia a su función y no a su estructura (dientes), es decir, justifican la transmisión de movimiento diciendo que los engranajes giran porque están hechos para eso, esto tiene que ver con la función para la cual se diseñan los objetos y que ciertos estudios (German & Jonhson, 2002) afirman que los niños en edades tempranas se relacionan y usan los objetos en base a esta función.

Finalmente, Lehrer & Schauble (1998) concluyen que muchas de las concepciones que los niños usan para comprender los engranajes, parten del establecimiento de reglas causales; es decir, de cómo funciona el mundo, pero que no las aplican a sistemas de engranajes, pues consideran que los engranajes giran en el mismo sentido, como sucedería cuando en la vida real se empuja una objeto contra otro.

Bartolini, Boni, Ferri & Garuti (1999), desarrollaron su estudio desde un abordaje de la construcción social del conocimiento, basándose en las teorías de Vygotski donde la dimensión social está vinculada a la discusión conceptual sobre matemáticas orientada por el docente, y por otro lado desde la mediación semiótica de los artefacto culturales. De esta manera vinculan los engranajes, figuras y teorías de la geometría Euclidiana y la Cinemática de Herón como artefactos culturales. El experimento se realizó con alumnos de 4to grado, teniendo en cuenta 3 componentes, el contexto externo (objetos) el interno del estudiante y el interno del docente. Claramente en este estudio el papel que cumple el docente y los componentes curriculares desde las matemáticas le dan una perspectiva nueva comparada a otros estudios. Como material para este estudio, se utilizó un corrector de rodillo (Ver Figura 8) sobre el cual se le realizaban a los niños preguntas como, de que están hechas las ruedas ¿color, tamaño, forma, dientes? Sobre las ruedas en movimiento: les realizaban preguntas sobre la dirección, velocidad y número de vueltas, para posteriormente pedirle a los niños que dibujaran diversos

sistemas de engranajes, sobre los que tenían que explicar su funcionamiento por escrito.

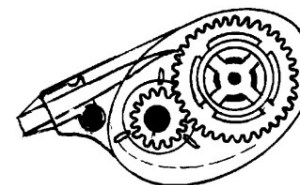


Figura 8. Corrector de rodillo. Adaptado de "Early approach to theoretical thinking: Gears in primary school" by G. Bartolini, M. Boni, F. Ferri, & R. Garuti, 1999, *Educational Studies in Mathematics*, 39, p.73.

Este estudio que compromete la actividad de los docentes y estudiantes, 8 docentes con 11 diferentes clases que van desde grado 1ro hasta 6to. Han trabajado en el proyecto desde 1996, estos docentes son igualmente miembros del equipo de investigación. Trabajaron por proyectos de aula acorde al grado de clase y a las teorías de matemáticas. (Geometría euclidiana y de Herón), estos aspectos teóricos se discutieron en clase con los niños. El trabajo realizado en esta investigación, se sale de este contexto educativo, en la medida, que no cuenta con la intervención del docente, ni retroalimentación o explicación de conceptos sobre los engranajes. Los desempeños privilegiados fueron elementos gráficos como los dibujos (ruedas concatenadas y flechas con dirección que muestran la predicción del funcionamiento del mecanismo), las verbalizaciones escritas (del funcionamiento y justificaciones) y los gestos que realizaban los niños en el aire con sus dedos muestran la predicción de los movimientos del mecanismo.

Por su parte Dixon & Bangert (2002) enfocó su estudio desde el cambio cognitivo, centrándose en indagar sobre los aportes que realizan los procesos de redesccripción representacional y revisión de teoría al cambio representacional a través de una serie de problemas en el dominio de los engranajes. El estudio se realizó con 43

estudiantes de 3er grado, 20 de 6to grado y estudiantes universitarios, evaluados individualmente. La tarea propuesta por estos dos autores es de formato virtual. Se plantea como una carrera de trenes computarizada (tren del niño vs tren del oponente, en este caso la computadora) donde el tren tiene como objetivo conseguir el combustible (carbón) que está en la estación de gasolina. La estación es representada por un sistema de engranajes compuesta por una rueda verde (rueda impulsora) conectada por un número variable de ruedas azules y la rueda de combustible roja. La rueda roja en cada sistema tiene un pequeño estante que sobre sale, sobre el cual hay una pila de carbón, debajo de esa pila de carbón hay dos rampas de manera, que el carbón se desplace por ellas dependiendo de la dirección de giro. La rueda impulsora tiene una flecha que muestra que gira hacia la derecha, y las ruedas azules tiene una flecha doble marcada con letras sobre la cual el niño hace click para determinar el sentido de giro de ese engranaje cuando ponga en funcionamiento todo el sistema. Adicionalmente hay botón de atasco localizado al lado de cada configuración que el niño debe resolver, si el participante cree que el sistema se atascara puede hundir este botón. La tarea del niño es entonces predecir hacia qué lado girara el engranaje que tiene el combustible de manera que sea el tren del niño el que reciba el carbón.

Se diseñaron 4 condiciones, formadas por la combinación de 2 niveles, uno de tamaño del sistema (cantidad de engranajes) y otro por estructura (sistema abierto o cerrado). Fueron en total 32 estaciones las que componían la carrera. Los resultados de este estudio, demostraron que la variedad de combinaciones de sistemas, permitía la elaboración de representaciones diferentes, y por ende la estrategia que antes había sido exitosa no lo era para un nuevo sistema. En cuanto al uso de las herramientas científicas en esta tarea, la formulación de hipótesis se vuelve como condición obligatoria para alcanzar el éxito, se articulan la formulación de hipótesis y la experimentación de manera que el niño puede indagar sobre distintas posibilidades.

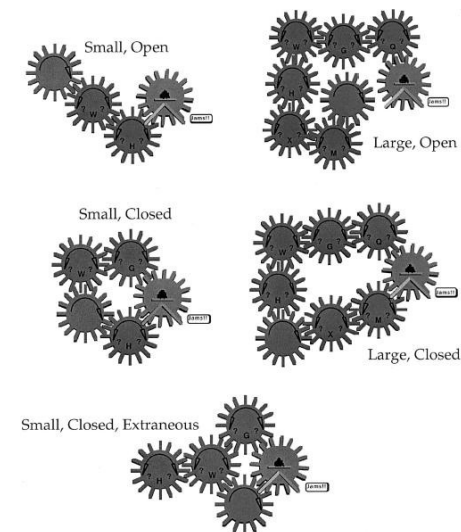


Figura 9. Tipos de sistemas de engranajes usados. Adaptado de "The prehistory of Discovery: Precursors of representational change in solving gear system problems" by J, Dixon, & A, Bangert, 2002, *Developmental Psychology*, 38 (6), p.920.

2.5.3. La comprensión de las SRP con sistemas de engranajes

Comprender profundamente las situaciones de problemas que usan sistemas de engranajes implica aplicar y coordinar dos perspectivas: una matemática y una mecánica. La primera de ellas implica observar y determinar patrones y regularidades en cuanto a la estructura que forman los engranajes, teniendo en cuenta la cantidad de engranajes del sistema (regla de paridad) que incide en la alternancia de giro, los diámetros de sus ruedas (proporcionalidad) frente a la velocidad de giro, y la configuración del sistema abierto o cerrado. En cuanto a la perspectiva mecánica, implica pensar en los mecanismos que explican los patrones observados; es decir, en la función de los elementos, tal como es, la concatenación de los dientes como único medio para la transmisión de movimiento, o que

las velocidades de giro dependen del número de dientes que empuja versus los dientes que son empujados (Lehrer & Schauble, 1998).

De manera que, para las situaciones problemas que implican sistemas de engranajes, le exige al niño la formulación de hipótesis. partiendo de la relación que establece entre las variables del sistema como son; la dirección de giro de los engranaje, la cantidad de engranajes, sus tamaños o cantidad de dientes y el tipo de sistema que conforman, todo en función de las características de la situación y sus restricciones. Para Puche, Ossa y Guevara (2006) estas situaciones con sistemas de engranajes, propician el uso de la formulación de hipótesis y de la experimentación, para comprender y reelaborar el funcionamiento del mecanismo, teniendo en cuenta las restricciones de la tarea. La recuperación de esas hipótesis que el niño formula en su proceso de resolución, parten del seguimiento en vivo que se realiza de la reconstrucción del sistema de engranajes que el niño plantea en la situación (Puche y cols, 2006). De manera que, se indaga en el funcionamiento cognitivo del niño desde el uso de estas dos herramientas científicas, incluyendo, sus decisiones, olvidos de las restricciones, correcciones a la conformación del sistema, y teniendo en cuenta el rol de las evidencias en el proceso de experimentación del niño.

En esta línea de estudios con dispositivos mecánicos, particularmente con engranajes. Puche y cols (2006) se refieren a dos posturas que responden con hipótesis diferentes a este tipo de estudios. La primera de ellas “responde a las hipótesis teóricas de la redescipción, tratan de ilustrar los cambios y transformaciones que el niño hace en la relación teoría y evidencia. La otra pretende traducir los preceptos de una concepción que le otorga un papel decisivo al objeto en la lectura de la evidencia, y que se identifica con la revisión de teoría” (p.177). En cualquier caso, la existencia de la evidencia y su uso por parte del niño, adquiere un papel importante al momento de

entender como comprende la situación de resolución de problemas. La evidencia puede aparecer a modo de indicios en la tarea, en este caso, el niño debe tomar estos eventos mediante procesos de inferencia, depurarlos y traducirlos en evidencia explícitamente representada en su mente (Puche y cols, 2006). Que luego pueda incorporar a sus representaciones del problema y por ende a la formulación de sus hipótesis. “el niño tiene a su disposición la evidencia para organizar un todo representacional y modelarla cual arcilla que refleja la representación del artesano” (DeLoache, citada por Puche, 2006, p.177). Acorde a esta frase anterior, la posición que presenta Puche, es que, ese todo representacional se logra a través de la redescipción. Ese trabajo de redescipción representacional, implica que el niño debe leer la evidencia de la tarea y sus restricciones reestructurándolas, de manera que le permitan descubrir y construir relaciones entre los elementos.

Puche y cols (2006) se refieren a una propuesta teórica interesada en el desarrollo y cambio de las teorías del niño, teorías con las que se aproxima a interactuar con su entorno. Esta propuesta es liderada por Alison Gopnik, (citada por Puche y cols, 2006) quien afirma que el niño a tempranas edades aprende con base en modelos o estructuras causales, dichas estructuras dependen de la evidencia que ofrece el entorno. Para Gopnik, este modelo opera con base en las evidencias, sobre fenómenos de naturaleza implícita, como teorías intuitivas del niño.

De modo que, el modelo causal que construye el niño, lo hace a partir de la observación o la intervención sobre la evidencia estructurada en el artefacto, y depende de él construir el tejido de relaciones, que le permita formular hipótesis que lo lleven al éxito de la situación problema. En este sentido el niño trabaja sobre los indicios de la tarea que están a un nivel implícito, convirtiéndolos en evidencia que nutre sus representaciones explícitas (Puche y cols, 2006). Para esta investigación el papel de la evidencia y de los indicios

frente al proceso de comprensión del sistema de engranajes por el niño, cobran una gran importancia, no solo por la pertinencia disciplinar sino por los objetivos e intereses de la investigación.

En las situaciones de problemas o tareas que trabajan con engranajes, el niño debe descubrir la concatenación de las ruedas como medio de transmisión de movimiento. Esta es una de las evidencias más importantes para la comprensión y resolución del problema. Pues muestra que el niño ha construido una representación del engranaje como mecanismo que transmite el movimiento, pero que en el caso de situaciones donde se usan varias ruedas y tiene buena libertad de movimiento, no se debe limitar a una relación única de dos ruedas sino que por el contrario debe entender esa evidencia del movimiento como un mecanismo general aplicable a todas las ruedas que conforman el sistema (Puche y cols, 2006).

Cuando la concatenación de los engranajes viene dada de ante mano o está configurada en el artefacto de manera muy evidente, tanto que es leída directamente por el niño, el ya no tiene que descubrirla, esa evidencia directa de la concatenación, en este sentido guía sus acciones, su proceso de experimentación que finalmente solo le permitiría confirmar o refutar la concatenación entre las ruedas, así mismo, rechazaría o aceptaría sus hipótesis a partir de esta evidencia, no está redescubriendo sus representaciones a partir de una evidencia que ha tenido que ser reestructurada, no es una evidencia que se construye paso a paso. A diferencia de las tareas en donde los engranajes se pueden mover libremente, donde la evidencia no es saliente y el niño construye la representación de la función del engranaje, de esta manera las ruedas dentadas dejan de ser simples ruedas 'solitarias' por decirlo de alguna manera y pasan a conformar un mecanismo de transmisión de movimiento (Puche y cols, 2006). Según los estudios de Schauble y Lehrer (1998) y Bartolini et al, (1999) los niños entre los 9-10 años comprenden el mecanismo de un sistema de engranajes, formulando más fácilmente reglas matemáticas

(reglas de paridad) y teniendo en cuenta la relación del tamaño del engranaje con la cantidad de vueltas que da.

Otros niños de menor edad, utilizan estrategias de fragmentación sobre las variables de los sistemas de engranajes, formando reglas específicas para la transmisión, para la velocidad, la dirección de giro, etc.

2.6. RELACIÓN SUJETO-OBJETO

2.6.1. La lectura del objeto y su relación con el sujeto

Con respecto a esa lectura que los niños hacen de los objetos, Kelemen & Carey (2007) señalan que estos, a los 3 años de edad ya son sensibles frente a las características de los objetos, como la forma y sus dimensiones, para así, usarlos como herramientas y lograr algún objetivo, como la longitud de un objeto para alcanzar algo, su consistencia para aplastar, entre otras cualidades. Por lo que, se puede decir, que los niños a tempranas edades categorizan los objetos sobre la base de sus características y propiedades funcionales, con tal que, la información perceptual recibida del objeto sea consistente con una función específica que el niño ya tenga determinada.

Con relación a esto Defeyter y German (2003) aseguran que los niños tienen un concepto abstracto de la función de los objetos, ese concepto que el niño tiene es importante para la resolución de problemas en la medida en que este implica las posibles funciones que el niño le da al artefacto cuando lo está usando. Según los autores que desarrollan esta investigación desde perspectivas del desarrollo. Hay un cambio de esta concepción del artefacto de los 5 a los 7, pues los niños a los siete años tienen un concepto de los artefactos definido por el uso típico del objeto, ese cambio conceptual sobre la función de los objetos afecta su comportamiento en la actividad de resolver problemas. Por el contrario y como lo evidencian Kelemen & Carey (2007) los niños más pequeños, usan los objetos teniendo en cuenta sus propiedades funcionales, esto implica entonces, que el niño reconoce que el objeto tiene un fin, es decir, que ha sido diseñado con un propósito, de modo que, los niños preescolares como dirían los autores, reconocen la intención del diseñador y han desarrollado una conciencia de uso, como por ejemplo, cuando nombran los objetos y estos hacen parte de categorías previas que han construido.

Podría pensarse que es limitante para el niño categorizar los objetos de acuerdo a la función para la que consideran fueron hechos y de esa misma manera usarlos, pero pensar como lo expresa Puche-Navarro y Ordoñez (2005) en términos de teorías sobre cómo funcionan las cosas, incluidos los objetos, le abre nuevos caminos para descubrir mediante inferencias cómo funcionan y relacionan los objetos.

Piaget y García (citados por Escobar, 2002) mencionan una diferencia importante que se debe realizar entorno a esa relación sujeto-objeto y es que, una cosa son los mecanismos que tiene el sujeto a su disposición para adquirir conocimiento y otra cosa es la forma en que es presentado el objeto que se va a asimilar. La sociedad modifica el objeto, en términos no solo de que es diseñado por el hombre, sino de las relaciones sujeto- objeto que ha establecido la sociedad. Frente a esto, la construcción de significados que el niño elabora del objeto en un momento dado, en un contexto de relación con otros objetos, puede verse permeado por lo que ha establecido la sociedad sobre la realidad material a la que pertenece. Pero la forma en la cual la significación es adquirida depende de los mecanismos cognitivos del sujeto y no de la influencia de la sociedad. En otras palabras, el cómo (en términos de procesos) un sujeto asimila un objeto depende de él mismo, pero qué es lo asimilado, depende de dos factores a la vez; de sus capacidades y del componente contextual al momento de significar los objetos con respecto a su realidad material.

2.6.2. El objeto como mediador de la actividad resolutoria del niño

Dentro de las diversas investigaciones sobre la resolución de problemas en niños, abordadas desde campos disciplinares como la psicología, cobran mayor relevancia los mecanismos y herramientas cognitivas usados por el niño para la resolución de dichas situaciones, sin embargo; a pesar de que el eje de análisis sea el desempeño del

niño, se ha evidenciado el papel mediador del artefacto o material que se utiliza como 'escenario' para recrear la situación problemática.

El objeto por sí mismo no cambia el conocimiento del niño (Tapia & Pabón, 2009), es durante la interacción con el objeto, cuando el niño actúa sobre él y que mediante sus acciones descubre no solo las posibilidades que el objeto le ofrece, sino aquellas que lo direccionan hacia la construcción de diversas hipótesis. El actuar sobre el objeto le permite reorganizar sus conocimientos, modificando e integrando la nueva información que obtuvo a partir de la experiencia manipulativa, al conocimiento que ya poseía.

La evidencia que ofrece el artefacto al ser manipulado por el niño, es uno de los aspectos más relevantes frente a estas investigaciones, al mismo tiempo, el papel de la evidencia así como la utilización de esta por parte del niño nos acerca hacia la comprensión que él tiene de la situación de resolución de problemas. Es importante el papel que tiene el artefacto en la lectura de la evidencia, así, de acuerdo a Puche, Ossa, y Guevara (2006) cuando el niño revisa y piensa sobre estas evidencias lo hace en función de las relaciones que ha establecido entre los componentes de la tarea, como por ejemplo, las partes del objeto y la representación que construye de ellos.

En el caso particular de la SRP Buscando a Nemo, una situación que gira en torno de un dispositivo mecánico en este caso un sistema de engranajes que el niño debe armar para conseguir un objetivo. El papel que tiene la "evidencia" de la concatenación de los engranajes es, por ejemplo, base para la comprensión del mecanismo y posterior resolución del problema. Sin embargo, Puche y cols (2006) revelan un aspecto que desde el diseño y concepción del artefacto merece total atención, en las dos situaciones de resolución de problemas analizadas por estos autores, llamadas, Buscando a Nemo y Girasoles, ambos artefactos comprenden el funcionamiento de mecanismos de engranajes, se concluye que la evidencia no solo debe ser leída por el

niño como evidencia, sino que, no debería venir dada de antemano por los elementos del artefacto, como es el caso de la SRP los girasoles en que los engranajes solo tienen la opción de unirse o separarse entre sí, esa evidencia es más prominente, mucho más fácil de leer para el niño y está demasiado ligada al dispositivo, por el contrario, la evidencia en el caso de Buscando a Nemo, el niño debe descubrirla y redescubrirla dándole la importancia a la concatenación de los engranajes en todo el sistema del mecanismo, pues estos, los engranajes, se encuentran libres en el tablero y las posibilidades de experimentación aumentan considerablemente.

Se puede entonces mencionar las relaciones que se establecen entre el formato, sea bidimensional o tridimensional que ilustran la situación problema y el funcionamiento de las herramientas cognitivas, en la medida que las posibilidades del formato permite desplegar mejor unas herramientas cognitivas que otras (Puche-Navarro, 2003), por ejemplo, la experimentación en términos manipulativos en el caso del uso de artefactos.

Karmiloff-Smith e Inhelder (1974, citadas por Lacasa, 1994) estudian la interacción entre el niño y los objetos usados en tareas que implican problemas prácticos, arrojando una valiosa conclusión para esta investigación, los procesos de descubrimiento que realiza el niño van mucho más allá del hecho de captar o identificar los cambios que se producen en los objetos mediante su accionar, estas autoras hacen hincapié en el papel de las "respuestas" del objeto en el cambio de las representaciones del niño, puesto que, frente a la acción, estas respuestas pueden ser negativas o positivas en función de los objetivos que el niño busca alcanzar. Se trata entonces de vincular mucho más al objeto y las relaciones que el niño establece entre sus partes, más que la respuesta en sí misma para relacionar el cambio de la representación del niño con la totalidad del objeto. Conviene además señalar, que las acciones del niño que se organizan y reorganizan constantemente no solo a raíz de la evidencia o "respuestas" del objeto,

muestran la existencia de “teorías implícitas en la acción”, dichas teorías podrían incluso no ser conceptualizadas ni explícitamente ni verbalmente por el niño, es por eso que metodológicamente a través de la acción se puede acercar a estas teorías. El concepto de *affordances* desarrollado por Gibson, también se refiere a los modos de percepción de los objetos. En ese sentido, lo que el objeto le ofrece al sujeto surge de las condiciones de forma, color y textura, entre otras cosas, de los objetos, percibido de forma directa que emerge del encuentro del objeto y el sujeto.

Sin embargo, las acciones que el niño realiza sobre el objeto no solo dependen de los *affordances* del objeto, analogismo propuesto por J.J Gibson (1966, citado por Rengifo, 2005) que significa *permitir*, de esta manera, Gibson señala que los aspectos sintácticos del objeto se ofrecen al sujeto de cierto modo limitando y posibilitando sus acciones. por otra parte, las acciones del sujeto también están guiadas por sus *effectivity* concepto desarrollado por Valsiner (1997, citado por Rengifo, 2005) que remite a las acciones propuestas por el sujeto, concepto retomado por Rosa (2004, citado por Rengifo 2005) quien señala que el niño no solo actúa sobre el objeto en función de lo que el objeto es, le permite o sugiere, sino que también lo hace en función de aquellos usos que él ha construido respecto a lo convencional del objeto, es en este punto donde los aspectos culturales, sociales y de construcción de significado cobran más fuerza, pues en el momento en que el niño usa el objeto, se remite a las convenciones de uso que ha ido construyendo al relacionarse con el mundo, no solo un mundo de objetos materiales, sino social, donde se interactúa con objetos y personas en simultaneo, y es así como el niño se remite y adopta los usos que ha observado al relacionarse con otras personas y su medio.

Lo que permite entonces, pensar en los objetos como construcciones sociales, a pesar de que para muchos teóricos como Piaget & García (1984, citados por Escobar, 2002) los mecanismos de adquisición de conocimiento no son modificados por la cultura, si

reconocen que los objetos que van a ser asimilados por el sujeto, son modificados por la cultura, que no son objetos sin más, sino por el contrario, que las representaciones que el sujeto construye así como las significaciones asignadas a los objetos, están enmarcadas dentro de un contexto en donde, la asimilación del objeto depende de sí mismo, de sus capacidades y de los componentes que la sociedad le brinda para significar.

Kelemen & Casler (2005) en uno de sus estudios demuestran como niños pequeños, utilizan la información social, para clasificar los objetos en categorías de uso, es decir; después de someter al niño al uso de un objeto X por parte del experimentador, los niños interpretan el objeto para ‘ese’ fin en particular, y pueden evitar cualquier otro uso, esa tendencia de los niños a categorizar los objetos por el uso intencional que el adulto le da, lleva a los autores a identificar un precursor, propuesto por Dennett (1987) llamado la postura del diseño, esta es; que quien crea los objetos determina su función, es decir; los objetos han sido diseñados para un fin específico, y quien lo diseña determina su estructura y propiedades superficiales relacionadas con el uso que ha sido pensado por el diseñador. Esta información sobre la intención del diseñador es usada por los niños para clasificar los objetos, pero no necesariamente para definir para que sirven. Algunos resultados (German & Johnson, 2002) demuestran que las ideas de función que tienen los niños pequeños (4-5 años) son más amplias como para incluirle otros fines a los objetos, a diferencia de los niños entre (6 y 7 años) en los que la postura de diseño está mucho más arraigada y en este caso, la función original prima más allá de otros usos que se le puedan dar.

2.6.3. Un abordaje al artefacto desde la teoría del diseño

No se trata de abordar al objeto que escenifica la SRP y a las herramientas cognitivas del sujeto como elementos aislados, por el contrario la relación sujeto-objeto es determinante para la comprensión de la situación de resolución de problemas. Existen diversos tipos de SRP que varían desde el dominio de conocimiento en el que están inscritas, como el material que utilizan para plasmar los elementos y contexto de la situación problema, pueden ser de formato bidimensional o tridimensional. En el caso del dominio de razonamiento físico-mecánico, en el contexto de los engranajes, es nombrado por diversos autores como dispositivo, artefacto o simplemente objeto. Estos dispositivos o artefactos son propicios para representar el funcionamiento del mecanismo, y sobre todo para evidenciar las relaciones inferenciales, de experimentación y formulación de hipótesis exigidas por la comprensión de dispositivos mecánicos.

Etimológicamente el término artefacto se deriva de las palabras latinas *arte factum*, definiéndolo así como lo que “es o ha sido hecho con arte”; se entiende además, como cualquier obra manual, realizada para una función específica. Kelemen & Carey (2007), definen al artefacto como una creación humana que ha sido diseñado intencionalmente para cumplir una función. Esa función prevista por el diseñador es la que determina las propiedades del artefacto, en ese sentido, es la función prevista la esencia de este, en el caso de una taza de café, la intención prevista por el diseñador o lo que Moles (1972) denomina como función práctica, es contener líquidos, es esta función la que restringe su forma y las partes de las que se compone, igualmente, limita los materiales en que puede estar hecha. Tanto la función prevista o los usos que puede posibilitar el objeto, son tenidos en cuenta de diferente manera por los niños en edades pequeñas entre los 4 y 7 años, sea para clasificarlos, nombrarlos, o utilizarlos para

solucionar problemas; a partir del uso inferido por los niños, es claro que la relación que se establece entre el artefacto-niño, dinamiza su manera de entender y actuar en el mundo.

A pesar de que autores como Del castillo & Montiel (2009) han definido el artefacto, como objetos materiales que no consideran al usuario, ni sus usos, y por el contrario usan el término instrumento, para designar al artefacto en situación, delimitado por su uso, como medio a la acción del sujeto, vale la pena mencionar que este es un enfoque desde la génesis instrumental -proceso por el cual un artefacto se vuelve instrumento en las manos de un usuario- trabajado por Verillon y Rabardel (1995, citados por Ballestero, 2007) donde el instrumento se vuelve mediador, entre el sujeto y el objeto; este último ligado a una tarea. Interpretando los aportes de estos autores, en el caso de la SRP Buscando a Nemo, el objeto constituye la totalidad del artefacto, y los engranajes, serían el instrumento, que le permite al sujeto actuar sobre el objeto, al concatenarlos al engranaje fijo para mover la cadena dentada, y por consiguiente al personaje. No obstante, el solo hecho de usar los engranajes, si se tomaran como instrumentos, no me permite solucionar la tarea de entrada, pues el niño, no solo usa el artefacto por usarlo, él planifica sus acciones, tiene en cuenta la evidencia, genera modelos mentales del problema y cómo abordarlo. También el objeto le comunica posibles usos, en síntesis, esta visión de instrumento no se integra a la conceptualización de artefacto que se usa en las situaciones de resolución de problemas.

Se pretende integrar el artefacto de la SRP a una perspectiva del diseño, donde el aspecto comunicativo del objeto permita sacar a la luz otras relaciones que van más allá de las “respuestas” de este, y así evidenciar el papel que cumplen las características del artefacto no solo en las formas de proceder del niño, si no de comprender el problema, formas que ciertamente se vinculan con los procesos cognitivos del sujeto y que esta investigación no pretende dejar de lado.

En las diversas investigaciones de las SRP se busca explorar el uso de herramientas cognitivas, el funcionamiento de la mente del sujeto, los procesos de cambio representacional, entre otros, desde la resolución de una tarea, mediante una situación experimental que finalmente involucra el uso de un objeto, llámese artefacto, dispositivo, o incluso solamente objeto como se ha evidenciado en la revisión teórica. Las Situaciones de Resolución de Problemas son construidas, pensadas en el logro de una meta, en este sentido, según Puche & Ordoñez (2005) se encuentran “dentro de una relación de medios y fines. Supone una relación sujeto-objeto mediada por obstáculos y alternativas que le impiden o le permiten la consecución de la meta prevista” (p.60), estos obstáculos y alternativas no solo están concebidos desde la elaboración de la consigna-contextualización verbal que se le realiza al niño sobre el problema, las restricciones, los elementos que componen el objeto y la meta a lograr-sino desde el diseño del escenario (artefacto).

El objeto se vuelve escenario de la resolución del problema, así como sus elementos son percibidos físicamente por el niño, significados por él, representados, nombrados, categorizados y en resumidas, usados para un fin. Se busca, entender, cómo desde la exploración espontánea del niño sobre el artefacto y todo lo que él le brinda, integrado a los procesos mentales que implica este tipo de razonamiento físico-mecánico, identificamos las maneras en que el niño comprende el funcionamiento del mecanismo y así soluciona el problema. Se evidencia en investigaciones que trabajan con dispositivos mecánicos (Avendaño, Bonilla & González, 2004; Puche & Ordoñez, 2003; Puche, Ossa & Guevara, 2006) que tiene una mayor relevancia el sistema, en sí mismo; sea el de engranajes, el de propulsión de fuerza en el caso de la catapulta, etc. y pasan a segundo plano los otros elementos que configuran la totalidad del objeto. Cuando hablamos de aquello que el artefacto “le brinda” al niño, nos situamos desde una concepción de un objeto que contiene todos los elementos para la resolución de la tarea, un objeto que ha sido

diseñado claramente con una función práctica, y es en esta en la que se centran los estudios desde la psicología, sin embargo, desde la disciplina del diseño es sabido que los objetos no solo comportan una función práctica, del mismo modo, funciones formal-estéticas y simbólicas. Los objetos son un medio de comunicación, que influye en el comportamiento del niño, a través de la interpretación que cada uno construye de él y los usos que le da.

Mukarovsky (1966, citado por Fuentes & Quiroga, 2009) distingue dos funciones en el uso de los objetos, una de ellas donde prima el uso, llamada; función práctica y la segunda donde prima la comunicación, llamada; función semiótica. Por su parte, para Moles (1975) la función práctica del objeto es la que define su significado denotativo, obtenido de sus características y funciones básicas, haciendo alusión a la relación entre, la estructura formal y la función para la que se diseñó y que es evidenciada al usuario a partir de la configuración y organización formal, por otro lado, los significados secundarios o connotativos son construidos por el sujeto a partir de criterios estéticos, culturales, sociales y hasta afectivos.

También, Moles (1975) califica al objeto como mediador entre las situaciones y actos, mediante el desempeño de una función, y es esto, finalmente lo que el artefacto es, en la situación de resolución de problemas, un mediador, entre las acciones del niño y la actividad mental que despliega, con el objetivo de llegar a la meta, esa mediación se da a través del uso del artefacto. Como menciona (Pineda & Pineda, 2009) en este caso, el uso marca el propósito del objeto, al referirnos al artefacto como un objeto de uso, en tanto este, le presta servicios al individuo de acuerdo al repertorio de recursos que posee, ahora bien, a pesar de que el objeto de uso le permite al individuo pasar una dificultad que él mismo no puede resolver con sus recursos morfológicos, en este caso, el artefacto (con sus elementos) le permitiría al niño resolver un problema que ha sido planteado para que solo mediante el objeto y teniendo en cuenta, cierto tipo de

restricciones pueda resolverlo, por otra parte, el autor dice: "el uso está ligado a la "acción" que ejerce el artefacto para propiciar una ayuda operativa" (p.76), y es el niño quien direcciona la acción del artefacto para lograr un objetivo, de manera que, desde el ejercicio del diseño del objeto, conocidas las funciones que se requieren del objeto, se busquen las formas que posibiliten su operatividad, la complejidad formal del artefacto o la variedad de formas va de la mano del efecto operativo que se requiere, así pues, la configuración formal del objeto que posibilite el cumplimiento de las funciones, están totalmente relacionadas.

Pero, quedarnos en el nivel de lo formal y funcional, nos detendría en un objeto propiamente técnico, donde solo necesita cumplir el fin al que está destinado y ser eficiente en el entorno en el que se sitúa, pero cuando hablamos de un objeto de uso a diferencia de un instrumento técnico, aludimos a la diferencia que la designación del objeto de uso no está limitada exclusivamente por el uso convencional de este (Pineda & Pineda, 2009).

Los niños cuando designan, nombran o crean categorías para clasificar objetos incluso antes de usarlos, no solo lo hacen basándose en el uso que han observado de los objetos, sino también en sus propias experiencias, en las similitudes que encuentran con otros objetos, etc. No obstante, el carácter funcional del objeto, es el que precisamente distingue al objeto de uso, de las cosas naturales de la vida, así como de las obras de arte. En tanto, su configuración morfológica y materialidad respondan a la función que ha sido destinado, función que pueda ser reproducida y entendida en varios contextos. Ahora bien, el objeto de uso no solo se queda en el aspecto funcional, el cual también es tenido en cuenta mayormente por quienes diseñan las SRP, pues de ser así, como lo mencionan Pineda & Pineda (2009) requeriríamos entonces solo instrumentos que cumplan efectivamente las acciones. Sin embargo, el artefacto de la

SRP *Buscando a Nemo*⁵ no solo permite cumplir las acciones, sino que, en búsqueda de anclar al niño a la actividad usando un contexto significativo para él, el artefacto se configura con otros elementos que connotan expresiones sensibles y demás, configuradas desde lo formal. Pues bien, como el autor lo menciona, si la forma fuese solo el resultado de cumplir una función, entonces no habría diversidad de objetos, por ejemplo, todos los automóviles, relojes, incluso las gafas serían iguales, pero no lo son, es por esto que Pineda & Pineda (2009) reconocen que "...el objeto es comunicación, es un vehículo portador de signos, de mensajes...de cultura" (p.77) este enfoque del objeto como medio de comunicación, direcciona el análisis del artefacto de *Buscando a Nemo*, distanciándose un poco de los elementos netamente funcionales como los engranajes, el riel que limita su disposición, y las funciones que las demás piezas cumplen. Prestando atención a otros aspectos como la flecha, las espirales, la iconicidad de los personajes de la historia, la disposición de los elementos, etc., teniendo en cuenta, no solamente elementos semánticos del objeto que denotan su función, sino aspectos connotativos que posibilitan su significación y uso.

Eco afirma que "...la semiótica es una disciplina de investigación que explica de manera bastante exacta cómo funcionan la comunicación y la significación" (citado por Sánchez, 2005, p.69). Incluso podemos decir, que la semiótica se encarga de la producción de sentido, dicho sentido se construye cultural y socialmente a partir de la significación. De esta manera, se puede entonces analizar al objeto desde una perspectiva semiótica, centrándose en él como medio de

⁵ Nombre de la SRP utilizada para el trabajo de campo de esta investigación, utilizaremos este nombre no solo para referirnos a la situación sino al artefacto que la representa, brevemente se trata de un, tablero metálico rectangular con dos zonas diferenciadas por un desnivel, la primera de ellas, con unos personajes pegados en acrílico, y la otra zona con un riel para disponer 5 engranajes imantados y hacer mover una cadena dentada que se encuentra en la primera de las zonas, para mayor claridad, remitirse al capítulo metodológico donde se explica e ilustra el artefacto.

comunicación, como portador de un mensaje o sencillamente como mensaje en sí mismo (Sánchez, 2005 y Castillo, 2009).

Para el caso de los objetos, un mensaje es transmitir adecuadamente sus valores de uso, por lo tanto, la forma se puede configurar con una intención de uso, representándole al sujeto e indicándole que es, para que sirve y como usarlo, pero para que esto se dé, el niño debe según Sánchez “otorgarle al objeto un estatus de objeto-comunicación o de objeto-signo dotado de significación significativa” (2005, p.145) para Sánchez, la significación significativa se refiere a la capacidad que tienen los elementos morfológicos de darle a entender al usuario sus significados y valores, pero apoyado, en la capacidad del sujeto para representarse estos valores, para significarlo e investirlo de sentido convirtiéndolo así, en objeto-signo.

Al abordar al objeto como signo, nos trasladamos teóricamente a la semiótica, en donde la unidad de análisis son los signos, entendiendo signo en palabras de Charles Peirce (1986, citado por Cantú) como:

“Un signo o representamen es algo que representa algo para alguien en algún aspecto o carácter. Se dirige a alguien, es decir, crea en la mente de esa persona un signo equivalente o quizás uno más desarrollado. A este signo creado, yo lo llamo interpretante del primer signo. El signo está en lugar de algo, su objeto. Representa a ese objeto no en todos sus aspectos sino con referencia a una especie de idea” (p.24)

Esta definición de signo según Peirce, ha sido aproximada hacia el análisis del objeto por Sánchez () y Castillo () para quienes el signo, entiéndase este como la totalidad del objeto es: “el resultado del proceso mediante el cual un concepto es representado, en un elemento u objeto, donde el concepto se hace un mensaje y el objeto es una estructura o elemento formal y significativo que lo manifiesta. Para dar más precisión, el objeto es un conjunto de signos, ajustados morfológicamente y relacionados estructuralmente para constituir un

mensaje, y esa es la esencia del objeto desde la perspectiva semiótica: ser el portador de un “mensaje tridimensional hacia”. (p.69)

Ahora bien, el objeto puede estar constituido de varias partes, estas partes también le son conferidas cualidades de significar, por lo que el objeto también puede ser entendido como el resultado de un conjunto de signos, que desde su proyección, estarían organizados morfológicamente y relacionados estructuralmente para conformar un mensaje o concepto. Para Peirce el signo semiótico es trídico, está articulado por: el Representamen (lo que se representa), Objeto (concepto) e Interpretante (pensamiento).

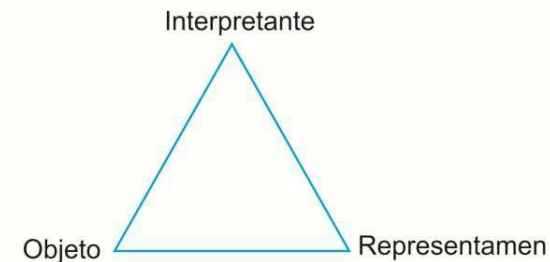


Figura 10. Triada de Peirce

Abordar al objeto como el resultado de esas relaciones trídicas que propone Peirce; no como entes independientes, sino relacionados, va mucho más allá de pensar en la cualidad meramente comunicativa del objeto, sino, pensar en la producción de sentido, Cuando el niño interactúa con el artefacto, se representa, interpreta y significa cada uno de estos elementos que llegan a él en forma de mensaje estructurado formalmente. Incluso, con cada niño como persona individual y diferente a todos los demás, encontraremos representaciones distintas en cada uno de ellos, con relación al artefacto y los elementos que lo componen.

Para Sánchez (2005) el objeto-signo puede comportarse de dos maneras: como mensaje objetual, siendo absoluto en sí mismo, o como parte de una estructura mayor que el mismo, al hacer parte de un sistema de objetos. Como mensaje objetual, se tiene en cuenta, que el mensaje de un objeto está conformado por una estructura morfológica ordenada en elementos perceptibles, que son posteriormente ensamblados en una estructura de identidad social y cultural, los elementos de esta estructura morfológica están definidos por los códigos (convenciones, comportamientos, leyes, premisas) del receptor y funcionan como signos. A partir de esto según Sánchez (2005) “el mensaje objetual (signo) está constituido por varios significados (pequeños signos) que estructurados lo componen; entonces, desde la concepción semiótica, un mensaje objetual está constituido o se constituye desde tres componentes: semántico, sintáctico y pragmático.” (p.155)

El primero de ellos, **la dimensión semántica**; ha sido dividida en dos niveles: *El nivel semántico I*, alude al significado del objeto proyectado por el diseñador desde los aspectos formal-estéticos. *El nivel semántico II*, a la dimensión interpretativa del sujeto teniendo en cuenta, en cierta medida, aspectos contextual-históricos del sujeto, constituyendo así el sentido total del objeto.

El segundo de ellos, **la dimensión sintáctica**; establece las relaciones formales, estructurales, de orden y composición de los signos que conforman el objeto, así como los elementos de orden estético, y finalmente, **la dimensión pragmática**; en la que convergen las dos anteriores, pues el objeto es analizado en su uso, contextualizado y apropiado por el sujeto⁶.

Otros autores como Cantú (2003) y Jalkanene-Mäkelä (2002- 2005) se refieren a las cuatro dimensiones semióticas del producto

⁶ En el apartado metodológico, se definen a mayor profundidad las dimensiones del análisis, así como su objetivo y otros aspectos.

propuestas por Max Bense, que permite fragmentar al objeto como un todo, no desintegrándolo sino viéndolo desde enfoques que finalmente se integran, estas dimensiones son: “la dimensión material, la dimensión estructural (sintaxis), el significado (semántica) y el uso (pragmatismo)” (p.324).

Para Sánchez (2005) el mensaje objetual (o signo) es entonces también el resultado de unas relaciones triádicas, el componente sintáctico, semántico y pragmático. Si se superpone la estructura del signo triádico de Pierce, al análisis del objeto como signo propuesto en esta investigación, se pueden establecer las siguientes correspondencias:



Figura 11. Esquema del Objeto como Signo. Elaboración propia.

A partir de estos tres componentes en común (la sintaxis, semántica y pragmática) teniendo en cuenta aspectos constructivos, se realizó el análisis del artefacto de la situación de resolución de problemas con la que se trabajó en la investigación.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1. GENERALIDADES Y FASES DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología desarrollada, se enmarca en un *tipo de investigación descriptiva* con un enfoque cualitativo, que tiene el propósito de describir, la relación entre la comprensión que construye el niño de una situación de resolución de problemas con sistemas de engranajes, teniendo como medio para la resolución del problema un artefacto físico. Para este fin, se tuvo en cuenta un *diseño de investigación transversal*, este tipo de diseño según Ortiz (2004) permite estudiar la relación entre diversas variables del estudio, “los datos se recogen sobre uno o más grupos de sujetos, en un solo momento temporal; (...) en el que se obtienen las medidas a tratar” (p.48).

El objetivo de usar este tipo de diseño es indagar en la incidencia que tienen las variables y las relaciones que se forman entre ellas. En este caso las variables **–formal, estética, funcional y simbólica–** pertenecientes al artefacto y son medidas a través del uso que realizo, un grupo de niños de grado transición, para la resolución de un problema. Con el objetivo de proporcionar una descripción que permita establecer la relación entre las variables del artefacto y el desempeño de los niños. Para realizar la descripción detallada de la relación entre las características del artefacto, frente a la comprensión del niño y la incidencia de cada una de las variables en este proceso, no se requiere más de una medición, pues no es interés de la investigación ver cambios en el desarrollo del niño con relación a las estrategias de solución del problema.

Para la recolección de datos en este tipo de diseño, se realizó un análisis semiótico del objeto, donde se evidencia cada una de las cuatro variables pero no solo como elementos aislados, sino mostrando las relaciones que existen entre ellas. Se utilizó un *método de recolección de información cualitativa*, con el fin de describir los desempeños del niño (acciones), verbalizaciones, expresiones no

verbales y estrategias de resolución del problema, que permitieran inferir aspectos de la comprensión.

La unidad de análisis que corresponde a la entidad que va a ser objeto de la investigación, el objeto de interés; es el niño, niño como sujeto pensante en quien radica el proceso de comprensión. En cuanto a la unidad de muestreo, se definieron unas variables básicas para la definición de la muestra, apoyadas en la revisión bibliográfica realizada hasta el momento, estas variables son:

-Género: femenino y masculino

-Edad: desde los 4 hasta los 6 años

Se determinó trabajar con sujetos escolarizados por la facilidad de trabajo en el aula, coordinado previamente con la docente, sin embargo, no se quiere decir con esta decisión metodológica, que la capacidad de razonamiento del niño(a) por su condición de escolaridad sea mejor que la del niño no escolarizado, igualmente no se tienen en cuenta variables como el estrato socioeconómico, ni habilidades previas de los niños sobre el razonamiento, pues de acuerdo a la revisión del estudio seleccionado para aplicar en el trabajo de campo, la SRP *Buscando a Nemo*⁷; concluye que niños en edades preescolares son capaces de resolver el problema, además que se estableció, que los niños seleccionados para el trabajo de campo, son niños sin ningún tipo de discapacidad mental o física.

Para el desarrollo del proyecto se elaboró un plan dividido en fases, cada una de ellas cuenta con el listado de actividades más relevantes y algunos métodos para el cumplimiento de estas, abordar la investigación a través de fases no solo permitió responder a los objetivos específicos propuestos, sino que, mostraron paso a paso las

⁷ Navarro, C. (2008). Comprensión de sistemas de engranajes: Un estudio del cambio cognitivo y las herramientas cognitivas en niños de cuatro años. *Universitas Psychologica*, 7(2),411-424.

actividades necesarias para obtener la información que permitió responder a la pregunta de investigación.

Fase 1: Selección de la Situación de resolución de problemas

Objetivo: Seleccionar la situación de resolución de problemas, en la que el objeto utilizado para escenificar dicho problema, tuviese mayor cantidad de información relativa a cada una de las variables (formal, estética, simbólica y funcional), para posteriormente realizarle un análisis desde las teorías del objeto en diseño.

Actividades:

- Revisión bibliográfica de estudios empíricos de SRP con sistemas de engranajes físicos y virtuales.
- Selección de estudios empíricos que utilicen solo formatos físicos para representar el problema.
- Aplicación de la matriz de evaluación para las tareas de formatos físicos.
- Selección de la SRP a partir de los resultados de la matriz anterior.
- Solicitud de préstamo del artefacto perteneciente a la SRP seleccionada y restauración física del mismo en caso de ser necesaria.
- Realización del análisis de tareas de la SRP seleccionada.

Métodos:

- Diseño de matriz de evaluación cuantitativa, que permitió evaluar el artefacto de las SRP físicas, desde variables específicas de los componentes formal, estético, funcional, y simbólico a partir de la información extraída de los documentos bibliográficos.
- Análisis de tareas, como herramienta cualitativa que permitió, caracterizar la actividad cognitiva del niño, teniendo en cuenta aspectos del medio de la tarea (artefacto) y la estructuración del problema.

Fase 2: Análisis del artefacto de la SRP

Objetivo: Describir y analizar las cualidades formales, estéticas, simbólicas y funcionales del objeto, desde la teoría del diseño y aportes de la autora de la SRP.

- Revisión bibliográfica de teoría del diseño sobre el objeto.
- Construcción teórica de categorías para el análisis.
- Realización de fichas de análisis semiótico del objeto y su aplicación.

Métodos:

- Diseño de fichas de análisis semiótico, del artefacto de la SRP seleccionada.

Fase 3: Aplicación de la SRP Buscando a Nemo

Objetivo: Obtener los desempeños del niño (acciones, verbalizaciones y expresiones no verbales) e identificar estos como se generan, desde las posibilidades del artefacto, mientras resuelve la situación problema.

Actividades:

- Diseño y redacción del protocolo de aplicación⁸
- Delimitación de la muestra
- Presentación del proyecto a la institución educativa y solicitud de los consentimientos informados a los padres de familia.
- Definición de condiciones de la aplicación e instrumentos de registro.
- Aplicación de la SRP Buscando a Nemo
- Transcripción de cada una de las aplicaciones realizadas-
- Definición de categorías de análisis individual de las aplicaciones.

Métodos:

- Aplicación individual de la SRP Buscando a Nemo.

⁸ Se puede entender el protocolo de aplicación como, un documento escrito, tipo guion, donde se especifica paso a paso lo que dice el experimentador, como la consigna, las preguntas que va a realizarle al niño, etc.

-Registro fílmico (audio –video) de las aplicaciones con una cámara digital.

-La transcripción de las aplicaciones se realizó de manera individual, se utilizó el software InqScribe 2.2 en su versión trial, que permite sincronizar el audio-video con unidades de tiempo muy pequeñas, como son los segundos, lo que permitió extraer una a una las verbalizaciones, acciones y expresiones no verbales del niño del manera descriptiva.

A continuación, se explican detalladamente cada una de las fases:

3.1.1. Selección de la Situación de Resolución de Problemas (SRP)

Previo a la selección de la SRP, se realizó una revisión bibliográfica sobre la teoría que subyace a la resolución de problemas, desde la psicología cognitiva, primero de manera general y posteriormente delimitándola a la resolución de problemas con niños, estas situaciones son usadas en diversas áreas de conocimiento como las matemáticas, ciencias naturales y física, incluso abordadas desde otras disciplinas como la pedagogía, la cual tiene finalidades diferentes a las de la psicología cognitiva en el niño. Esta investigación se centra en las herramientas o mecanismos cognitivos que el niño usa al interactuar con un objeto que escenifica un problema, esto pone de plano una relación sujeto-objeto en el proceso de resolución del problema, que despierta todo el interés de la autora.

Existen muchas definiciones sobre ¿Qué es el diseño industrial?, sin embargo, todas ellas tienen en común la relación Sujeto-y-Objeto, ya sea desde el lenguaje de la forma, transmitida por los sentidos (Bürdek, 1994), como objeto satisfactor de las necesidades físicas y psíquicas del hombre (Löbach ,1981) o como mediador entre los actos del sujeto y sus actividades, dotándolo de funcionalidad, articulado sintácticamente y con correspondencias semánticas (Moles, 1975). Para esta investigación, al hablar de objeto nos referiremos a

una entidad física, más específicamente al artefacto que representa la situación problema y que a su vez tiene los elementos para resolver la situación. En primera instancia se establece este nivel para poder entender, cómo surge esa vinculación al campo disciplinar de la psicología cognitiva.

Los niños desde pocos meses de nacidos, ya interactúan con el mundo y su entorno físico. Diversos estudios demuestran las destrezas cognitivas de los bebés (Spelke, 1990; Baillargeon, 1994) en el campo de la percepción de los objetos. Los bebés analizan las superficies y movimientos de los objetos para definirlos como elementos unitarios y delimitados. Realizan inferencias sobre las propiedades de estos, y las leyes físicas que rigen su comportamiento, como la gravedad, por ejemplo, él bebé muestra sorpresa si una pelota al girar a gran velocidad y al tocar una segunda pelota, esta no se mueve. Desde pequeños están en la capacidad de hacer inferencias sobre lo que causa un fenómeno.

Los niños a los 3 años ya realizan inferencias causales, son capaces de reconocer que causa un determinado fenómeno, dependiendo de las variables que intervienen en la situación. En el caso de las SRP de razonamiento físico-mecánico las relaciones de los elementos están dadas por la estructura y la puesta en funcionamiento del artefacto que se vuelven medios para alcanzar el fin o la meta, por esta razón el dominio de los engranajes, es propicio para estudiar el razonamiento infantil, pues estos permiten descubrir la manera en que los niños relacionan la estructura de estos y su función dentro de un dispositivo mecánico (Avendaño, Bonilla, & González, 2004).

Esto se debe a que, los sistemas de engranajes comprenden diversas variables o factores que guardan relaciones entre sí, como la concatenación de sus dientes, para transmitir el movimiento, o la relación de proporción entre la cantidad de los dientes de dos engranajes para establecer el número de vueltas que da uno de ellos a

partir del otro. Así mismo, las tareas que involucran engranajes, gracias a la manipulación directa que el niño debe realizar para resolver el problema y la retroalimentación inmediata de sus acciones, es ideal para descompactar la mente del niño, e indagar en sus funcionamientos cognitivos, incluso en los procesos de cambio representacional, pues a este tipo de sistemas mecánicos subyacen distintas variables, que el niño puede relacionar de la manera que el desee y usando diversas herramientas cognitivas para resolver la tarea (Puche, 2003). En fin, estas y otras variables requieren del razonamiento del niño para construir este y otro tipo de relaciones causales. De esta manera, se decide trabajar con sistemas de engranajes para el desarrollo de esta investigación.

A partir de la revisión previa de estudios relevantes con sistemas de engranajes, tanto físicos como virtuales, por la pertinencia disciplinar se toman a parte, los estudios que utilizan los sistemas de engranajes, como dispositivo para representar la situación problema. Estos se analizaron bajo unos criterios de diseño, y así, se seleccionó el objeto y por ende la situación problema con la que se trabajó en esta investigación.

Los estudios experimentales que se tuvieron en cuenta para la selección de la tarea fueron los siguientes: Avedaño, Bonilla y González (2004), Chambers, Carbonaro y Murray (2008), Lehrer, & Schauble (1998), Metz (1985), Navarro (2008) y Schulz, Gopnik & Glymour (2007). La evaluación de las situaciones de resolución de problemas, se realizaron mediante la revisión del documento; artículo publicado en revista indexada y/o tesis virtual, centrándose en el artefacto físico que representa el medio y/o recrea el contexto del problema al que niño se enfrentara.

3.1.1.1. Criterios de Selección

Se definieron cuatro aspectos para el análisis del artefacto de las Situaciones de Resolución de Problema a revisar, cada aspecto, contiene unos ítems evaluadores que se definieron pensando en los elementos que podrían constituir los sistemas de engranajes. Sin embargo cada aspecto, responde a dimensiones o niveles de análisis de los objetos desde la teoría del diseño, que por la cualidad del análisis, son aspectos relativos estrictamente al objeto y no en su relación con el niño en este punto de la investigación.

1. ASPECTO FORMAL-ESTRUCTURAL: Este aspecto formal- estructural hace relación a la configuración de la forma desde componentes geométricos, que han sido organizados y configurados estructuralmente para generar una pieza tridi o bidimensional (castillo, 2009).

- Forma espacial (tridimensional)
- Forma plana (ilustración)
- Tipo de forma tridimensional: (Geométricas/Orgánicas)
- Número de piezas
- Dimensiones
- Repetición de piezas
- Elementos o piezas fijas
- Elementos móviles
- Forma de los dientes de las ruedas
- Piezas con adiciones, sustracciones o intersecciones.

2. ASPECTOS SENSIBLES DE LA FORMA (ESTÉTICO): Hace referencia a las propiedades de los objetos, ya sean visuales táctiles u olfativas, que permiten sean percibidos.

- Color
- Tamaño
- Textura
- Material

- Olor
- Sabor

3. ASPECTO FUNCIONAL: Implica para este análisis, los elementos que permiten la función de uso del objeto, es decir, a aquellas actividades que el objeto me permite hacer (castillo, 2009).

- Elementos de agarre para uso (Girar, Deslizar, Presionar)
- Eje de ruedas visible
- Numero de ruedas para solución
- Organización de piezas para la solución: horizontal, vertical o libre.
- Mecanismo de fijación de ruedas

4. ASPECTO SIMBÓLICO: El aspecto simbólico está estrechamente relacionado con la significación que construye el sujeto cuando se relaciona con el objeto. En este caso como se hizo un análisis del objeto en solitario, se definieron ítems que permitieran establecer ese proceso de comunicación entre el niño y el objeto.

- Imágenes/gráficos
- Personaje icónico
- Señalización

3.1.1.2. Evaluación de los estudios

De la revisión de los artículos se obtuvieron los datos que permitieron llenar la matriz expuesta a continuación, al igual que de la observación directa de dos de los artefactos analizados. El sistema de ponderación que se propone tiene en cuenta la cantidad de elementos ubicados en cada ítem y en ocasiones la complejidad de estos cuando la cantidad se repite. El puntaje manejado es una escala numérica consecutiva de 1 hasta 5, donde 1 es valor más bajo y 5 el más alto, el 2,3 y 4 son valores intermedios que varían dependiendo de la cantidad de elementos de dicho ítem.

Ítems	Avedaño, C. Bonilla, M.E., González, L.F. (2004)	Chambers, J. M., Carbonaro, M., Murray, H. (2008)	Lehrer, R., & Schauble, L. (1998)	Metz, K. (1985)	Navarro, C. (2008)	Schulz, L. E., Gopnik, A., & Glymour, C. (2007)
ASPECTO FORMAL-ESTRUCTURAL						
OBSERVACIÓN	El niño manipula las piezas -Arma el sistema- solucionar problema 2 tareas	Se le da el sistema armado -responder a preguntas- Preguntas varias	Se le da el sistema armado -responder a preguntas- 6 configuraciones problemas	El niño manipula las piezas -Arma el sistema- solucionar problema 1 problema	El niño manipula las piezas -Arma el sistema- solucionar problema 1 problema	El investigador manipula las piezas - El niño responde a preguntas- 1 pregunta
Formato tarea	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico	Físico + imágenes
Partes o piezas tridimensionales	-Rueda líder -Ruedas intermedias -Rueda objetivo -Tablero base -Eje "T" -Caja de madera -Indicador flecha	-Ruedas dentadas -Estructura que soporta las ruedas	-Ruedas dentadas -Manija en el centro	-Ruedas dentadas -Tablero de velcro -Perilla	-Ruedas dentadas removibles con elemento para girar -Cadena dentada -Tablero (zona de riel, zona de personajes) -Personajes	-Caja con mecanismos electrónicos con dos ejes. - ruedas dentadas
PUNTAJE	5	2	2	3	4	2
Piezas planas	-Dibujos en tarjetas de cartón -Indicador	No	No	Dibujo de 2 hombres	-Flechas -Decorado espiral de las ruedas	N o
PUNTAJE	4	-	-	3	5	-
Clase de formas de las partes	Geométricas	Geométricas(ruedas-estructura)	Geométricas (ruedas) Mixta (manija)	Geométricas (piezas) Orgánicas (imágenes)	Geométricas (ruedas, cadena) Orgánicas	Geométricas
PUNTAJE	1	1	5	5	5	1
# de partes total de el-/os problemas que presenta la tarea	-12 ruedas -1 tablero -1 Eje T -2 tarjetas -1 caja ó 2	-1 estructura soporte -9 ruedas	-1 tablero -15 ruedas (6 con manija)	-1 tablero -12 ruedas -1 perilla	- 1 tablero con personajes -1 cadena dentada -5 ruedas móviles -1 rueda fija	-Estructura electrónica (forma caja) - 1 par de engranajes - 4 tarjetas
PUNTAJE						
# de ruedas total	12	9	15	12	6	2
PUNTAJE	4	3	5	4	2	1
Dimensiones	2 ruedas pequeñas 4 medianas gruesas 4 medianas delgadas 2 grandes blancas Caja: 10 x 12 cm Tablero: No especifica	rueda de 24 dientes rueda de 8 dientes rueda de 40 dientes	Tablero: no especifica Ruedas: pequeñas 6 cm diámetro. Grandes 12 cm	Tablero: No especifica Ruedas: 3 de diam. 4cm 3 de diam. 5 cm 3 de diam. 7.5 cm 3 de diam. 10 cm Perilla: No especifica	-Tablero: 65x35 cm Ruedas : 2 de 12cm 1 de 6cm , 2 de 3cm Rueda fija: 6cm diámetro cadena: de 72 dientes	No especificadas
Repetición de piezas	Ruedas	Ruedas	Ruedas (7 pequeñas 8 grandes)	Ruedas (3 tipos de igual medida)	Ruedas (vienen por par)	Ruedas (vienen por par)

Elem.funcionales - fijos	-Eje en forma de T - Indicador	-Eje	-Rueda conductora	No	-1 rueda	-Eje
PUNTAJE	5	1	1	-	1	1
Forma de los dientes	Rectos	Rectos	Rectos	Rectos	Rectos	No especifica
Piezas con adiciones físicas	-Rueda (eje T) - Ruedas (imán parte inferior)	No	Rueda conductora (manija fija)	Rueda (velcro en el eje)	-Ruedas (cilindro para girar) - Ruedas (imán parte inferior)	No
PUNTAJE	5	-	1	1	5	-
*Piezas con sustracciones	-Rueda (Eje T)	Rueda (sustracción eje)	No	-Rueda (cavidad para encajar perilla)	sustracción del camino a recorrer por el personaje	-Rueda (sustracción eje)
PUNTAJE	3	3	-	5	1	3
ASPECTO FUNCIONAL						
Piezas a relacionar (sistema con función o sin función)	rueda - tablero rueda - rueda (con función)	Ninguna (sistema ya armado) (sin función)	Ninguna (sistema ya armado) (sin función)	Rueda - Tablero Perilla - rueda Rueda - rueda (con función)	Rueda (fija) - rueda (móvil min 2) Rueda - tablero (con función)	Rueda-Rueda (con función)
PUNTAJE	3	-	-	5	3	1
Piezas a girar	Rueda líder	Rueda conductora	Rueda conductora	Perilla unida a la rueda	Perilla de la rueda	No
Piezas a deslizar	Ruedas	No	No	No	Ruedas sobre el carril	No
Piezas a presionar	No	Rueda al eje	No	Perilla para encajar	No	- Switc
PUNTAJE	-	1	-	1	-	5
Rueda con eje	Si	Si	No especifica	Si	Si	Si
Mecanismos de fijación	Imán	Insertado en eje (determinado)	No especifica	Pegado con velcro	Imán	Insertado en eje (experimentador)
PUNTAJE	5	1	-	5	5	1
Configuración del sistema para solución	Abierto- cerrado / par-impar	Determinado (Abierto)	Determinado (abierto)	Abierto-cerrado/par- impar	Determinado por estructura (Abierto)	Determinado por estructu
PUNTAJE	5	1	1	5	3	1
ASPECTO ESTÉTICO						
Color presente en el artefacto	Blanco, Verde y Rojo	Verde, Rojo, amarillo y azul	Azul	No especifica (pero si tiene)	Azul, Naranja, Amarillo Morado, verde, Azul claro, rosado, gris, negro...	Amarillo, Verde
PUNTAJE	3	4	1	-	5	2
Olor	no especificado	no especificado	No especificado	No especificado	No especificado	No especificado

Sabor	no especificado	no especificado	No especificado	No especificado	No especificado	No especificado
Textura	No especificada	No especificada	No especificado	No especificada	Táctil: relieve flechas Visual: plastificado sobre ruedas en forma de espiral	No especificado
PUNTAJE	-	-	-	-	5	-
Material	Metal, plástico, cartón y madera	Plástico, Metal	No especificado	Plástico, Velcro	Metal, Plástico Acrílico y fomi	No especificado
PUNTAJE	5	1	-	1	5	-
ASPECTO SIMBÓLICO						
Señalización de giro sobre las ruedas	No	No	No	No	Si	No
PUNTAJE	-	-	-	-	5	-
Personaje Icónico	Liza, Bart	No	No	No	Personajes película Nemo	No
PUNTAJE	5	-	-	-	5	-
grafico	No	No	No	Silueta de 2 hombres	No	Tarjetas
PUNTAJE	-	-	-	5	-	1
SUMATORIA	Avedaño y cols. (2004).	Chambers, J. M. y cols (2008).	Lehrer, R., & Schauble, L. (1998).	Metz, K. (1985).	Navarro, C. (2008).	Schulz, L. E., Gopnik, A., & Glymour, C. (2007).
ASPECTO FORMAL ESTRUCTURAL	5	2	2	3	4	2
	4	-	-	3	5	-
	1	1	5	5	5	1
	4	3	5	4	2	1
	5	1	1	-	1	1
	5	-	1	1	5	-
ASPECTO FUNCIONAL	3	3	-	5	1	3
	3	-	-	5	3	1
	-	1	-	1	-	5
	5	1	-	5	5	1
	5	1	1	5	3	1
ASPECTO ESTÉTICO	3	4	1	-	5	2
	-	-	-	-	5	-
	5	1	-	1	5	-
	-	-	-	-	5	-
ASPECTO SIMBÓLICO	5	-	-	-	5	-
	-	-	-	5	-	1
TOTAL	53	18	16	43	59	19

CATEGORIA	Avendaño, C., y cols (2004)	Chambers, J. M., y cols (2008).	Lehrer, R., & Schauble, L. (1998).	Metz, K. (1985).	Navarro, C. (2008).	Schulz, L. E., Gopnik, A., & Glymour, C. (2007).
ASPECTO FORMAL ESTRUCTURAL	24	7	14	16	22	5
ASPECTO FUNCIONAL	16	6	1	21	12	11
ASPECTO ESTÉTICO	8	5	1	1	15	2
ASPECTO SIMBÓLICO	5	0	0	5	10	1
TOTAL	53	18	16	43	59	19

Tabla 1. Evaluación de SRP con sistemas de engranajes físicos

3.1.1.3. Resultados

Antes de presentar los resultados, se hace la aclaración de que la mayoría de los estudios no ofrecen mucha información en los artículos, sobre la conceptualización del diseño de los artefactos.

Evaluación desde los Autores:

Si revisamos los puntajes por tarea, el artefacto de la SRP de Avedaño, Bonilla, y González (2004) obtuvo un mayor puntaje en el aspecto formal-estructural, esto es consecuente con el hecho de que es el artefacto que más piezas tiene, así como complejidad estructural, pues tiene piezas con adiciones y sustracciones físicas, así como elementos fijos y móviles.

El artefacto de Chambers, Carbonaro, & Murray (2008), no presenta puntajes muy distintos entre los aspectos, formal- estructural, funcional y estético.

En el caso de Lehrer & Schauble (1998) el aspecto con mayor puntaje es el formal-estructural, esto debido a la cantidad de ruedas usadas en las configuraciones que proponen como situación problema, la

combinación de formas geométricas (de las ruedas) y formas mixtas (usadas en el diseño de la manija).

La tarea de Metz (1985), presenta el aspecto funcional con el mayor puntaje, definitivamente de todas las 6 tareas esta, es la que a nivel funcional permite mayor exploración por parte del niño, ya que le ofrece la posibilidad de configurar sistemas abiertos y/o cerrados, escoger entre tres tipos de tamaños, armar el sistema con numero par/impar de ruedas para llegar a la solución, e incluso le permite ubicar la manija en el engranaje que él desea como engranaje conductor del movimiento, es decir, le permite relacionar los engranajes para dar el funcionamiento al sistema.

Por su parte el artefacto de Navarro (2008) tiene un mayor puntaje en el aspecto formal-estructural muy similar al de la tarea de Avedaño y cols (2004), con una buena cantidad de piezas que ofrecen variación entre formas orgánicas y geométricas, piezas con adiciones e incluso elementos icónicos en el artefacto. Schulz, Gopnik, & Glymour, (2007), obtienen el mayor puntaje en el aspecto funcional, pues las características que ofrece el artefacto al ser electrónico, posibilita otros funcionamientos, pero que lastimosamente no son realizados por el niño.

Evaluación desde los Aspectos:

Se realiza también un análisis desde los aspectos en total, de los 6 artefactos estudiados, en el *Aspecto Formal-estructural*, hay dos artefactos con mayor puntaje estos corresponden al estudio de Avedaño y cols (2004) y el de Navarro (2008). Entre los cuales la diferencia de puntaje es tan solo de dos puntos. Con relación a los demás estos dos artefactos presentan mayor cantidad de piezas, esto puede significar, mayor cantidad de elementos a relacionar, mayor demanda cognitiva para el niño. Tienen piezas bidimensionales, gráficos o elementos icónicos en sus artefactos, lo que los diferencia de los demás. En el *Aspecto funcional*, el artefacto de la SRP de Metz, K. (1985) obtiene un puntaje considerablemente alto con relación a las demás. La cantidad de piezas a relacionar y la configuración del sistema para la solución de la tarea (abierta o cerrado) son los dos aspectos que le dan mayor puntaje con relación a las otras.

El *aspecto estético y el simbólico* con relación a todos los artefactos analizados, es el que menos se explora o se evidencia por parte del autor o quien concibe el objeto, agregándole ciertos elementos explícitos. En este tipo de Situaciones de Resolución de Problemas de razonamiento físico-mecánico lo funcional y estructural cobra mayor relevancia tiene y esto tiene sentido en la medida que las relaciones que el niño establece están bajo los criterios de estructura-función del mecanismo. Incluso, el aspecto estructural (no tanto lo formal) y el funcional son tenido en cuenta mayormente, como elementos claves en la comprensión del problema por parte del niño.

De todos los artefactos el de Navarro (2008), obtiene los mayores puntajes en el Aspecto Estético y Simbólico con relación a los otros, puede que la intención por parte de la autora de adicionar elementos como el color, texturas visuales y táctiles, hayan sido estrategias para llamar la atención del niño, sin embargo no se hace explícito en el documento que intenciones más profundas hay en cuanto a elementos, como, la intencionalidad del color y el uso de

gráficas (espirales en los engranajes) y como el niño interpreta esa información que el objeto le está brindando.

Este artefacto tiene en cuenta algo que lo hace diferente con relación a los otros, y es en el campo simbólico, al usar elementos icónicos (en este caso los de la película Buscando a Nemo) para capturar la atención del niño y situarlo en un contexto que para él sea significativo. Adicional a que este artefacto presenta el mayor puntaje en el Aspecto estético y simbólico, también obtuvo buena puntuación en el Aspecto formal-estructural, y en general obtuvo el mayor resultado de la evaluación de los seis estudios, lo que hace a la Situación de Resolución de Problemas Buscando a Nemo como la situación que permitirá responder a la pregunta de investigación.

3.1.1.4. *Análisis de tarea de la SRP seleccionada***ANÁLISIS DE TAREAS DE LA SRP BUSCANDO A NEMO**

El análisis de tarea, de la Situación de Resolución de Problemas Buscando a Nemo, se realizó previo a la aplicación de la actividad con los niños y para su realización, se tuvo en cuenta el artículo publicado por Navarro (2008) y la previa experimentación con el artefacto teniendo en cuenta todos los elementos que se explicitan en el artículo.

Vale la pena mencionar ciertos aspectos antes de empezar el análisis: Primero, se verifico con la imagen del artefacto encontrada en el artículo (Navarro, 2008), que la posición de los personajes fuese la misma que tenía el objeto cuando se solicitó su préstamo al grupo de investigación, ya que la posición de los personajes es un factor importante en cuanto al recorrido del personaje. Segundo, en una imagen del artículo se observó que el personaje Marly (el papá de Nemo) está en posición frontal sujeto a un eje; es decir, se ve completamente el personaje, desde un plano superior. Cuando se

solicitó el artefacto, el personaje Marly estaba sujeto a un eje, pero en posición lateral, es decir, quedaba en la orientación del camino o ranura del acrílico. Se decidió dejarlo en esta posición, pues el compromiso fue conservar el artefacto en las condiciones que fue prestado. Además, en este caso la posición del personaje en la cadena dentada es el mismo que el original y la distancia que recorre es la misma, es decir, no se está alterando su condición o funcionamiento de ninguna manera.

ANÁLISIS OBJETIVO:

En este primer nivel del análisis se describe la tarea de manera detallada, especificando sus características estructurales y elementos constitutivos, así como sus relaciones; con el fin de presentarla en términos objetivos y entender su nivel de complejidad. Se describe cualitativamente la tarea en sí misma; es decir, los aspectos externos de la situación como: el formato en que se presenta la tarea, los materiales que se usan para representarlo, la consigna que se le entrega al niño, las restricciones y/o condiciones de resolución del problema, entre otros aspectos. Todos ellos independientes del sujeto que resuelve la tarea, de ahí que su nombre sea análisis objetivo.

Descripción de la tarea

El objetivo de la tarea Buscando a Nemo, es observar el comportamiento de los niños que dé cuenta de su funcionamiento mental, referente al uso de dos herramientas cognitivas: la formulación de hipótesis y la experimentación. A través de la representación que los niños hacen del problema y el uso de estas dos herramientas, la tarea permite analizar como comprenden el funcionamiento de un mecanismo, como es, el sistema de engranajes.

Situación problema

Se presenta una situación abierta, como actividad de juego con un artefacto manipulativo, con arquitectura medio-fin y una temática de

interés para el niño. La situación problema se escenifica en un artefacto, en el cual, el niño debe armar un sistema de engranajes abierto (cadena larga o corta), para mover una cadena dentada que tiene al personaje Marly (el papá de Nemo) y debe ser desplazado hacia donde está su hijo Nemo, pues él lo está buscando, evitando ir hacia donde el tiburón.

Para esto el niño tiene 5 engranajes móviles de tres tamaños diferentes (2 pequeños, 2 grandes y uno mediano) que debe ubicar en un carril concatenándolos a un sexto engranaje de eje fijo y que está unido a la cadena dentada que tiene sujeto a Marly.



Figura 12. Situación de Resolución de Problemas Buscando a Nemo

Para resolver el problema, el niño debe tener cuenta tres restricciones:

-Primero, frente al número de engranajes, el niño que debe usar como mínimo dos (2) engranajes de los cinco (5) que tiene disponibles, al agregar dos ruedas dentadas como mínimo a la combinación: engranaje fijo-cadena que ya viene dada en el artefacto, tendría así cuatro elementos como mínimo, que cumplen una función importante en la consecución de la meta.

-Segundo, frente a la dirección de giro, la combinación de engranajes que realice, debe permitirle trasladar al personaje de izquierda a derecha para llegar a donde Nemo, evitando el destino obstáculo que es el tiburón. Para esto debe tener en cuenta, el sentido de giro de la flecha, del engranaje que coloca de primero o inicial, de manera que no puede girarla para el lado contrario al que muestra la flecha, una vez haya iniciado el giro.

-Tercero, frente al número de vueltas, para llegar al destino meta (Nemo) el niño debe darle una vuelta al engranaje inicial.

Material utilizado

La Situación de Resolución de Problemas se presenta en formato concreto tridimensional, configurada en un prisma rectangular metálico fabricado en lamina cold rolled, que mide 60,4 de largo x 35 de profundidad y 6,7 cm de altura.



Figura 13. Artefacto de la Situación de Resolución de Problemas

La superficie superior, denominada tablero; está dividida en dos zonas: en el lado izquierdo se encuentra una cadena dentada de plástico (75 dientes), sostenida mediante tres sujetadores; dos metálicos y uno plástico. A esta cadena está sujeto Marly (el papá de Nemo), mediante un cáncamo metálico, que a su vez está insertado en uno de los dientes de la cadena y concatenada a ella un (1) engranaje mediano en posición fija. La cadena está bordeada por unas superficies planas, fabricadas en lamina de acero cold rolled, que conforman un rectángulo de 18x 35 x 4,8 cm, una de estas superficies tiene una perforación con forma rectangular para permitir la ubicación del engranaje mediano que esta fijo a la estructura.

Estas superficies sirven de soporte al tablero de acrílico donde van los personajes de la historia; 4 estaciones intermedias (la tortuga, estrella de mar, la pez amarilla, y Dory) el destino obstáculo (Tiburón) y el destino final (Nemo) dejándolos en un nivel superior, quedando así el artefacto en esta zona, a una altura total de 11,5 cm. Los personajes han sido fabricados en madera y pintados con los colores alusivos a los personajes de la película de Disney Buscando a Nemo.



Figura 14. Zona de los personajes – la cadena dentada y engranaje fijo

Al lado derecho se encuentra el área donde van los engranajes móviles y dos perfiles fabricados en acero inoxidable, remachados al tablero formando un riel o carril horizontal de 41,9 cm de largo que alcanzan a entrar un poco al área de la cadena. Este riel sirve para ubicar los engranajes y concatenarlos al engranaje mediano fijo.



Figura 15. Zona de configuración del sistema de engranajes

Las ruedas dentadas o engranajes rectos son seis (6) en total, fabricadas en polipropileno y con un eje metálico con base de imán que se atrae al tablero (Ver Figura 16), fijándolo con cierta fuerza que permite que el engranaje sea girado por el niño desde la manivela que tiene enroscada a él.



Figura 16. Vista frontal del engranaje mediano

Los engranajes están agrupados en tres tamaños diferentes:

- Dos (2) engranajes pequeños, de 3 cm de diámetro con 11 dientes cada uno.
- Dos (2) engranajes medianos, de 6 cm de diámetro con 22 dientes cada uno, uno de los engranajes mediano se presenta en posición fija y concatenado a la cadena.
- Dos (2) engranajes grandes, de 12 cm de diámetro con 44 dientes cada uno.

La cadena dentada y la rueda final guardan un paso de 8 mm, así como el engranaje final y los demás engranajes disponibles guardan relación de número de dientes, manteniendo el paso de 8mm.



Figura 17. Cadena - Engranaje mediano final y dos engranajes móviles concatenados

A cada grupo de tamaño le corresponde la figura de una espiral concéntrica con colores diferentes, estas espirales son impresas en papel y pegadas en la parte superior del engranaje con papel contac, los colores de las espirales son: engranaje pequeño; rosado, verde claro y naranja, engranaje mediano: rojo, y dos tonos de verde y del engranaje grande: morado, amarillo y naranja.

Cada engranaje móvil tiene una manivela metálica, para facilitar su giro y finalmente tienen una flecha fabricada en

material Eva, pegadas en la parte superior del engranaje con cinta transparente, 4 de ellas de color negro y 1 morada, que indican la dirección de giro que debe cumplir cuando se coloque como engranaje inicial en el sistema. Estas flechas van en dirección derecha e izquierda. Cada uno de los engranajes grandes y pequeños tiene las flechas con estas direcciones de giro, en el caso de los engranajes medianos, solo tiene la flecha el engranaje movable en dirección a la derecha, pues el otro se presenta fijo en el artefacto.



Figura 18. Dirección de giro de los engranajes

Experimentación previa de la tarea

En el aparte Instrumento y materiales, del artículo de Navarro (2008) se hace una breve descripción física del artefacto, explicita las variables involucradas en la situación problema, que han sido mencionadas anteriormente y menciona aspectos de la consigna que se han tenido en cuenta para comprender el funcionamiento del artefacto, tales como: las 6 estaciones del recorrido como puntos de referencia para el niño, estas son: el destino meta (Nemo), cuatro estaciones intermedias (Dory, la pececita amarilla, la estrella de mar y la tortuga) y un destino obstáculo (Tiburón), el paso por estas estaciones se vuelven puntos de referencia para el niño, en la medida en que pueda identificar, cuál fue la configuración de engranajes que

uso para llegar a determinada estación, teniendo en cuenta la relación de número de vueltas, entre el engranaje final mediano y el engranaje inicial, sea pequeño, mediano o grande.

Relación # de vueltas entre la rueda final (engranaje mediano fijo) y la rueda inicial (colocada por el niño)	
Engranaje final mediano-con-Engranaje inicial grande	1:1/2
Engranaje final mediano-con-Engranaje inicial mediano	1:1
Engranaje final mediano-con-Engranaje inicial pequeño	1:2

Tabla 2. Relación de transmisión entre el engranaje inicial y final

En el artículo de Navarro (2008) que ha sido tomado en cuenta para conocer la situación problema y realizar este análisis de tareas. La situación como tal, plantea el punto de partida antes de la 1ra estación que es la tortuga.



Figura 19. Punto de partida de Marly propuesto por la autora

Analizando la relación dada entre la cadena y el engranaje final (mediano fijo), en la siguiente tabla se explicita la cantidad de vueltas que el engranaje mediano debe dar, para que la cadena se desplace al

destino meta (Nemo) a las estaciones intermedias y al obstáculo (Tiburón) ubicando a Marly desde el punto de partida

<i>Desplazamiento de la cadena para llegar donde</i>	<i>Cantidad de Vueltas engranaje final (mediano)</i>	<i>Dirección de giro del engranaje final</i>
Tiburón	$\frac{1}{2}$ vuelta	Hacia la izquierda
Tortuga	$\frac{1}{4}$ de vuelta	Hacia la derecha
Estrella de mar	$\frac{1}{2}$ vuelta	Hacia la derecha
Pez amarilla	1 vuelta	Hacia la derecha
Dory	1 vuelta $1/2$	Hacia la derecha
Nemo	2 vueltas	Hacia la derecha

Tabla 3. Cantidad de vueltas del engranaje inicial fijo y el punto de llegada

Ubicando a Marly (el papá de Nemo) en el punto de inicio y realizando una combinación entre el engranaje fijo y cada uno de los cinco engranajes la relación que establecen es la siguiente:

-Si se ubica al engranaje pequeño (11 dientes) concatenado al engranaje final mediano, colocando a Marly en la posición inicial propuesta por Navarro, por cada vuelta del engranaje pequeño, teniendo en cuenta la restricción de darle una sola vuelta, Marly se dirige a una de las estaciones intermedias (Tortuga, Estrella de mar, Pez amarilla y Dory), requiriendo de 4 vueltas para llegar a donde Nemo, y una (1) vuelta para llegar a donde el tiburón si fuera en sentido contrario.

Tras experimentaciones previas se demostró que la cantidad de engranajes intermedios (entre el inicial y final) solo altera el sentido de giro del engranaje final (izquierda o derecha), pero que el diámetro de los engranajes intermedios (entre el inicial y el final) no altera el desplazamiento final de Marly, en términos de distancia avanzada. Así entonces, con una configuración que tenga al engranaje pequeño como inicial, usando una cantidad impar de

engranajes y dándole una (1) vuelta, con sentido de giro a la derecha llega a la primera estación intermedia y con sentido de giro a la izquierda llegaría al obstáculo tiburón. Esto se invertiría si la cantidad de engranajes es Par, pues usando el engranaje pequeño como inicial y dándole una vuelta, hacia la derecha llega al obstáculo Tiburón y girándolo hacia la izquierda llegaría a la primera estación intermedia.

-Para el caso del engranaje Mediano (22 dientes) si se gira (1) vuelta llegaría a la tercera estación (mitad del recorrido), con media vuelta en sentido contrario llegaría al obstáculo (tiburón) y requeriría de 2 vueltas para llegar al destino final (Nemo). En este caso como ambos engranajes el final e inicial son medianos se mantiene la relación de giro 1:1.

En este caso, basándonos en la restricción de darle al engranaje inicial 1 sola vuelta, con el engranaje mediano, si la cantidad es impar y girándolo a la izquierda, no permitiría darle la vuelta entera sino media vuelta llevando a Marly al destino obstáculo (tiburón). Con una cantidad par de engranajes y girando el engranaje mediano como inicial hacia la izquierda, llegaría a la tercera estación intermedia (pez amarilla). En este caso tampoco lograría el éxito si la combinación de engranajes, usa como engranaje inicial uno mediano.

-Para el engranaje Grande (44 dientes) girándolo 1 vuelta llega al destino meta (Nemo) y con $\frac{1}{4}$ de vuelta en sentido contrario llega al destino obstáculo (Tiburón). Las configuraciones que tengan al engranaje grande como engranaje inicial, son aquellas que conseguirían el éxito bajo dos condiciones: primero, dándole una vuelta entera al engranaje hacia la izquierda, y que la cantidad de engranajes que conformen el sistema, incluyendo el engranaje final fijo sea Par. Y segundo, dándole una vuelta entera al engranaje hacia la derecha y que la cantidad de engranajes que conforman el sistema incluyendo el engranaje final, sea impar. Finalmente es solo el engranaje grande el que permitiría llegar a la estación deseada.

De acuerdo a las características de las Situaciones de Resolución de Problemas mencionadas en el marco conceptual de esta investigación, para el caso de la tarea Buscando a Nemo, se puede decir lo siguiente:

1. La tarea está basada en una arquitectura medio-fin, es decir, el niño no puede alcanzar el objetivo en un solo paso o de manera directa, le exige al niño el uso de unos medios; llámense acciones, procedimientos, o herramientas cognitivas que le permitirán alcanzar el objetivo. En este caso, para que el niño logre que Marly se mueva hasta donde Nemo, él debe organizar los elementos y ponerlos en relación, para darle funcionamiento al mecanismo logrando transmitir el movimiento del engranaje inicial al final, dándole una sola vuelta, en el sentido indicado para hacer que Marly llegue a donde Nemo evitando las estaciones intermedias y el obstáculo. Teniendo en cuenta no solo las relaciones que subyacen propiamente a un sistema de engranajes, sino cumpliendo las restricciones que le han sido dadas.

2. Después de enunciada la consigna al niño, y que el haya comprendido cual es el problema y el objetivo final de esta, sus acciones parten de la comprensión que el haya construido de los elementos que conforman el artefacto y las relaciones que él establezca entre ellos. De la misma manera, es el artefacto y su funcionamiento el que genera la evidencia o retroalimentación de sus hipótesis y proceso de experimentación, permitiéndole al niño corregir su actividad y produciendo cambios sobre la comprensión de las variables o aspectos involucrados en el problema.

3. la resolución de la situación no requiere de conocimientos escolares, por el contrario requiere de una participación autónoma y auto-dirigida por parte del niño, a partir de sus acciones sobre los elementos de la tarea, que indican como el niño se representa la tarea en los diferentes momentos del proceso de resolución.

4. La temática que enmarca la tarea puede producir un gran interés en el niño, de tal forma que él se pueda apropiarse de la situación

y motivarse a realizarla autónomamente, sin que el experimentador tenga que dirigir forzosamente la actividad.

5. la resolución de la situación no requiere respuestas de carácter verbal, por el contrario requiere de una amplia serie de acciones ordenadas que permiten evidenciar la actividad cognitiva del niño centrada en sus procedimientos y no en sus verbalizaciones. La evidencia que el niño obtiene tras cada intento, le permite determinar si la hipótesis que formulo para armar X o Y configuración, cumple o no con el objetivo de trasladar a Marly durante el proceso de experimentación. Esta evidencia exteriorizada mediante el artefacto, le permitiría re- elaborar la representación que ha construido de la situación a medida que avanza en el proceso de resolución.

6. la situación de problemas Buscando a Nemo, tiene un estado inicial y final claramente definidos.

7. La situación de resolución de problemas, debe contener en si misma todos los elementos e información para su solución, así como las restricciones. Por lo que se recomienda que las restricciones de la tarea estén insertas en el diseño del escenario, en este caso, articuladas físicamente al artefacto.

Dos de las restricciones dadas al niño en esta tarea, son de naturaleza verbal: usar dos engranajes como mínimo, y darle una vuelta al engranaje final. Al usar este tipo de restricciones verbales, no se puede garantizar que se cumplan por parte del niño; es decir, por más de que uno le diga al niño que debe darle una vuelta entera al engranaje, puede que él no lo haga. En el caso de decirle que debe usar como mínimo dos engranajes, puede ser mucho más fácil que él lo tenga en cuenta, pero incluso puede requerir de la intervención constante del experimentador, sin embargo si se viola esta restricción, las soluciones posibles se reducen drásticamente al darle la posibilidad al niño de usar solo un engranaje, restándole complejidad y variación al uso de herramientas como la formulación de hipótesis y experimentación. Las restricciones verbales no implican necesariamente restricciones

mentales que direccionan las acciones de los niños a cumplirlas. Por otro lado la restricción física del sentido de giro, representado por la flecha pegada sobre los engranajes, es una restricción efectiva que opera todo el tiempo pues el niño la tiene presente visualmente.

8. Las SRP se caracterizan por ser situaciones abiertas, con más de una vía de solución. En este caso la vía de solución para trasladar a Marly es hacer que la cadena (Marly) se desplace de izquierda a derecha. Y que de acuerdo a la relación de transmisión de giro, teniendo en cuenta la restricción de 1 vuelta, solo se logra a través del engranaje grande, usando cantidad par- girando a la izquierda e impar-girando a la derecha, pero solo usando ese tamaño de engranaje. El ubicar a Marly tan cercano al tiburón, sugiere de manera directiva para el niño, que solo tiene una alternativa en términos de la dirección en la que se tiene que mover Marly, el desplazamiento de la cadena de derecha a izquierda es muy pequeño y llega directamente al tiburón, no le ofrece información al niño de las posibilidades en esa dirección. Podría incluso pensarse en que al ser una distancia tan corta entre el tiburón y Marly es más probable que las configuraciones que el niño arma y desplazan la cadena en sentido derecha izquierda lleguen directamente al tiburón, perdiendo así un intento y no a una estación intermedia como pasa en el sentido izquierda derecha, brindándole más información al niño sobre la relación entre cantidad de vuelta y tamaño de los engranajes.

Cambio realizado a la tarea

De acuerdo al análisis realizado en los ítems 7 y 8 anteriormente expuestos. Previo a la aplicación de la tarea con los niños, se realizaron unos cambios sobre la situación problema:

-Primero, para esta investigación se ha determinado que el punto de partida de Marly sea en la mitad del recorrido entre el destino obstáculo (Tiburón) y el destino meta (Nemo). Plantear la situación problema de esta manera, donde Marly esta equidistante

tanto al obstáculo como al éxito, permite tener una misma distancia a recorrer tanto para donde Nemo como para llegar al tiburón, tener estaciones intermedias en ambos casos; por un lado la estrella de mar y la tortuga, y por el otro lado, la pez amarilla y Dory. De esta manera dependiendo de cómo sea la combinación de engranajes obtendrá información en ambas direcciones, sin perder precisamente el intento en una de ellas, como podría suceder con la propuesta de la autora.



Figura 20. Punto de partida de Marly, Equidistante al recorrido. Propuesto para esta investigación.

-Segundo, con relación a las restricciones verbales que se le dan al niño, la restricción de darle una vuelta completa al engranaje inicial, al haber realizado el cambio de punto de partida de Marly, genera unas posibilidades de solución diferentes, respecto a la cantidad de vueltas que el niño le da al último engranaje para llevar a Marly al destino final (Nemo), al destino obstáculo (tiburón) o las estaciones intermedias. Sin embargo, se siguen manteniendo las variables que constituyen el problema que son: la cantidad de

engranajes a usar (mínimo 2), la dirección de giro de la rueda inicial (derecha o izquierda), y la relación entre tamaños de los engranajes, que finalmente permite establecer la dependencia entre cantidad de vueltas dadas y el desplazamiento de la cadena.

De acuerdo a lo anterior, la restricción de darle una (1) vuelta entera al engranaje final se debe flexibilizar, ya que, con el punto de inicio equidistante el engranaje grande, con menos de una vuelta lograría llegar a donde Nemo, dependiendo claro de la cantidad de engranajes del sistema y de la dirección de giro del engranaje, pues en caso contrario llegaría donde el Tiburón. Mucho más que establecer una relación de giro completa entre tamaños para lograr el éxito dándole una (1) vuelta entera a la rueda inicial, la tarea busca que el niño relacione las variables de cantidad de engranajes, dirección de giro entre ellos, y relación de tamaño para solucionar la tarea.

Además, por su naturaleza verbal la restricción de la vuelta entera, no garantiza que el niño la cumpla, de hecho, esta restricción implica una intervención constante de parte del experimentador diciéndole al niño si ya dio la vuelta entera o no, pues algunos niños pueden no saber que es una vuelta entera, y si se les explica, se les puede olvidar. A pesar de las implicaciones que tienen estas restricciones verbales, hacen parte del diseño de la tarea y se mantienen, sin embargo, se hace claridad que el niño puede llegar al destino meta o destino obstáculo dando menos de una vuelta con el engranaje grande.

Al ubicar a Marly en una posición equidistante, las relaciones entre número de vueltas y posición (estación) quedaron así:

-Girando al engranaje pequeño como inicial queda a 2 vueltas $\frac{1}{2}$ del obstáculo (tiburón) y 2 vueltas $\frac{1}{2}$ de la meta (Nemo).

-Si se toma el engranaje mediano como inicial, en un punto equidistante este queda a 1 vuelta $\frac{1}{4}$ de Nemo y a 1 vuelta $\frac{1}{4}$ del tiburón si se gira en sentido contrario.

-Si se usa el engranaje grande este queda a $\frac{5}{8}$ de vuelta de Nemo y a $\frac{5}{8}$ vuelta del tiburón si se gira en sentido contrario, esto es, a un poco más de media vuelta.

Estos valores de $\frac{1}{4}$ de vuelta más y de $\frac{5}{8}$ de giro sumados a la media vuelta, entrarían en conflicto con la restricción de darle una vuelta completa al engranaje inicial. Por lo que se determina dejar desde el punto de equidistancia, una distancia sin fracciones tanto para llegar al destino meta (Nemo) como para llegar al destino final (Tiburón) esto es:

-Usando el engranaje pequeño como inicial: se necesitan 2 (dos) vueltas para llegar a Nemo en una dirección y 2 para llegar al tiburón en la dirección contraria, recordando que la dirección dependen de la cantidad de engranajes intermedios.

-Usando el engranaje mediano como inicial: se necesitaría 1 vuelta en una dirección para llegar a donde Nemo y 1 en sentido contrario para llegar donde el tiburón.

-Usando el engranaje grande como inicial: se necesita $\frac{1}{2}$ vuelta para llegar a un lado o al otro.

A partir de estos cambios realizados, se establecen las nuevas relaciones de giro dadas por el engranaje final, y usando como engranajes iniciales las ruedas dentadas movibles y teniendo en cuenta la dirección de giro de estas, demarcando la estación donde va quedando Marly, de esta manera:

Numero de vueltas del engranaje inicial-concatenado al engranaje final y las estaciones donde queda Marly (punto de partida equidistante)		
Sistema con 1 solo engranaje	# de vueltas	Donde llega
Engranaje final mediano -con- Engranaje inicial pequeño	½ vuelta hacia izquierda	Pez amarilla
	1 vuelta hacia la izquierda	Intermedio pez amarilla y Dory
	1 vuelta ½ hacia la izquierda	Dory
	2 vueltas hacia la izquierda	Nemo
	PARTIENDO NUEVAMENTE DESDE EL INICIO PERO CON CAMBIO DE DIRECCIÓN	
	½ vuelta hacia la derecha	Estrella de mar
	1 vuelta hacia la derecha	Intermedio tortuga-estrella de mar
	1 vuelta ½ hacia la derecha	No hay personaje
	2 vueltas hacia la derecha	Tiburón
	¾ de vuelta hacia izquierda	Pez amarilla
Engranaje final mediano -con- Engranaje inicial mediano	1/2 vuelta hacia la izquierda	Intermedio pez amarilla y Dory
	1 vuelta hacia la izquierda	Nemo
	PARA QUE ESTAS COMBINACIONES SE DEN EL ENGRANAJE MEDIANO DEBE SER PARTE DE UN SISTEMA PAR	
	½ vuelta hacia la derecha	Intermedio Estrella de mar y tortuga
	1 vuelta hacia la derecha	Tiburón

Numero de vueltas del engranaje inicial-concatenado al engranaje final y las estaciones donde queda Marly (punto de partida equidistante)		
Sistema con 1 solo engranaje	# de vueltas	Donde llega
Engranaje final mediano -con- Engranaje inicial grande	1/8 de vuelta hacia la izquierda	Pez amarilla
	¼ de vuelta hacia la izquierda	Intermedio pez amarilla y Dory
	½ vuelta hacia la izquierda	Nemo
	PARTIENDO NUEVAMENTE DESDE EL INICIO PERO CAMBIO DE DIRECCIÓN	
	1/8 de vuelta hacia la derecha	Estrella de mar
	¼ de vuelta hacia la derecha	Intermedio tortuga-estrella de mar
	½ vuelta hacia la derecha	Tiburón

Tabla 4. Relación de vueltas engranaje final y estaciones de llegada de Marly

Esta situación problema privilegia el uso de dos herramientas científicas: la formulación de hipótesis y la experimentación. La formulación de hipótesis se da desde el momento en que el estado inicial de la tarea le plantea al niño la pregunta de ¿cómo hacer que el papá de Nemo (Marly) llegue hasta donde Nemo, usando los engranajes?, las dudas, las conjeturas que realiza sobre la situación, y las alternativas de solución que manifiesta mediante sus acciones o verbalizaciones, se consideran hipótesis. Estas hipótesis que el niño se formula, constituyen una representación de la comprensión del problema y de las ideas que tiene para solucionarlo; de manera que, estas hipótesis pueden constituirse lo que Karmiloff-Smith denomino teoría-en-acción (Puche, 2005). Así, las hipótesis emergen como soluciones previas al problema que se verifican o refutan durante el

proceso de experimentación, mediante sus acciones, que reflejan como el niño esta relacionando los elementos de la tarea.

Elementos constitutivos de la tarea

Como lo menciona Otálora (2009) “Los elementos constitutivos son aquellos que objetivan una tarea y hacen que sea diferente de cualquier otra, es decir, son elementos invariables que restringen y definen su nivel de complejidad” (p.12) para la tarea de Buscando a Nemo estos elementos son:

-Los personajes que representan las estaciones intermedias, el obstáculo y el éxito (Tortuga, Marly, estrella de mar, la pez amarilla, Dory, Tiburón y Nemo) – relacionado con- la contextualización de la situación problema y el punto de referencia que se vuelve cada personaje para el niño, con relación a una configuración de engranajes puesta en movimiento.

-Los 5 engranajes de tres tamaños diferentes: con dientes rectos, espirales de colores, una manivela para girarlo y un eje en imán – relacionado con- la relación de transmisión de numero de vueltas; por el tamaño entre engranajes y la regla de paridad; por la cantidad que engranajes que altera el sentido de giro del engranaje final, dependiendo del sentido de giro del inicial.

-Personaje Marly unido a la cadena dentada- relacionado con- el movimiento que se transmite a la cadena, visualizando simultáneamente el movimiento del personaje de manera que avanza o retrocede.

-Engranaje con eje fijo concatenado a la cadena dentada – relacionado con- la transmisión de movimiento desde el engranaje final hacia la cadena, generando un movimiento en la cadena que se puede producir de dos maneras, de derecha a izquierda o de izquierda a derecha.

-Flechas de los engranajes – relacionado con- el sentido de giro del engranaje inicial y como se va intercalando la dirección de giro.

-Punto de partida equidistante – relacionado con- los dos caminos a elegir sobre los cuales el niño configura el sistema pensando en la dirección de giro del inicial vs el final.

-Riel –relacionado con- la disposición abierta y de ejes paralelos que conforma el sistema de engranajes.

-Estructura de la tarea

Aplicación

La situación problema implica una narración inicial en la fase de familiarización, importante para la comprensión inicial del problema. Esta fase tiene la intención de contextualizar al niño con la tarea, empezando por la descripción del artefacto y las partes que lo componen. Con el objetivo de que el niño, manipule directamente las partes del objeto, experimente con ellas, obtenga información sobre sus características y establezca las relaciones necesarias entre los componentes del artefacto que le permitan identificar la función que tiene cada uno de ellos, con respecto a la transmisión del movimiento, aspecto básico para comprender el funcionamiento del mecanismo que permite el movimiento de la cadena y así el desplazamiento de Marly. En esta fase el uso de las ruedas dentadas no tiene ninguna restricción, y se le dan al niño dos intentos para lograr mover a Marly con la ayuda de los engranajes movibles.

Como primer punto se establece un marco de referencia real reconocido por los niños; como lo es, la película *Buscando a Nemo*⁹. Donde el argumento principal de esta, se resume, en la búsqueda que emprende Marly por su hijo Nemo que se ha perdido. Esta situación problema de la película sirve de base para conceptualizar el otro componente del diseño de la tarea, que son los sistemas de engranajes.

⁹ Película digital animada, de la compañía Pixar Animation Studios del año 2003.

La historia se representa en el artefacto, por medio de sus personajes principales, que son fácilmente reconocibles por el niño, debido a sus cualidades como el color.

Esto nos lleva a una segunda instancia, y es la asignación de un rol al niño, en este caso que sea él quien ayudara, a que el papá de Nemo se encuentre con su hijo, esta misión se vuelve de gran importancia para él, sobre todo porque debe evitar llegar a donde el tiburón. La idea es mostrarle al niño todos los recursos que le ofrece el artefacto, para resolver el problema, pero es el niño quien finalmente coloca en relación los elementos para solucionar el problema.

En base a la experiencia que el niño tuvo en la fase de familiarización, en esta fase de experimentación, se pretende que el niño arme una fila abierta de ruedas dentadas ubicadas en el carril que le permitan mover la cadena dentada desplazando a Marly, como tuvo que haberlo hecho en la fase de familiarización, pero ahora debe hacer que Marly llegue hacia donde esta Nemo sin parar en ninguno de los otros personajes, y teniendo en cuenta unas restricciones, el niño debe utilizar mínimo dos (2) de los cinco (5) engranajes móviles, la rueda que coloca como inicial debe girarla 1 vuelta y en la dirección que indica la flecha. Cada que arma una combinación de engranajes, después de girar la rueda inicial y llegar a una estación; sea intermedia, al obstáculo o a la meta, constituye un intento cumplido. Para esta fase el niño tiene tres intentos para lograr la solución, en el caso en que logre llegar a la estación meta en el primer intento, el experimentador configurara otras combinaciones con diferentes engranajes, con la intención de verificar la hipótesis del niño sobre los engranajes que permiten solucionar el problema, preguntándole a donde lo llevara la configuración de engranajes que el experimentador a organizado.

La actividad se realizó de manera individual. Tanto el experimentador como el niño, se ubicaron en un salón de la institución educativa que previamente fue asignado para realizar la actividad. En este salón, se ubicaron dos asientos y una mesa, adecuada para el

tamaño del niño, sobre la cual se colocó el artefacto. Adicionalmente se ubicó una cámara en un trípode, para filmar la actividad. El experimentador se sienta al lado del niño, quien tiene el artefacto frente a él. La actividad se inicia con una narración como la siguiente:

Consigna (Estructura de cómo se le narra la actividad al niño)

Hola, yo traje este juguete que ves aquí, para que juguemos; si miras a este lado ¿Qué personajes ves aquí? ¿Tú te llegaste a ver la película buscando a Nemo? ¿Recuerdas estos personajes? ¿Sabes o recuerdas cómo se llaman? Este es Nemo, este el tiburón, esta es Dory, este es un pececito amarillo, esta es la tortugueta y esta la estrella de mar que estaba en la pecera con Nemo, ¿los recuerdas?

*El juguete también trae estas piezas que están aquí (señalando los engranajes) ¿Qué son estas piezas para ti? ¿A qué se te parecen? ¿Estas piezas son iguales o diferentes? ¿Qué tamaños tienen? ¿Todas son del mismo tamaño? Estas piezas tiene esto que se llaman dientes (se muestra en cada uno de los engranajes) ¿todas tienen la misma cantidad de dientes? ¿Para qué es esto que tienen aquí (se señala la manivela)? Ahora observa aquí, como puedes ver hay una cadena que tiene unos dientes como los de las ruedas y al lado hay una rueda dentada igual a la otra (se le muestra) unido a esta cadena esta Marly que es el papá de Nemo, **¿Cómo puedes hacer para que Marly se mueva, usando estas ruedas con dientes que están aquí?** no puedes usar tus manos para moverlo directamente (se le muestra como no debe moverlo) – Después de que el niño logra mover a Marly (el papá de Nemo) sin importar la dirección de su desplazamiento - Muy bien...*

Ahora, que ya sabes cómo mover al papá de Nemo, debemos hacer lo siguiente. Tal como pasa en la película, Nemo se había perdido y Marly que es el papá lo está buscando con ayuda de sus amigos y huyendo del tiburón que se lo quiere comer. Tu tarea consiste en mover al papá de Nemo (se señala el personaje), de modo que llegue a donde esta Nemo (se señala), evitando irse para donde está el tiburón (se señala).

Para mover la cadena debes usar dos, tres, cuatro o cinco de estas ruedas (se señala cada uno de los engranajes), que tienes aquí, la última rueda que coloques (se señala el carril) la debes girar una sola vez y en la dirección que muestra la flecha (se señala la flecha de un engranaje), haciendo que Marly llegue directamente hasta donde está Nemo. No puede parar donde están sus amigos ni irse hacia donde el tiburón pues se lo comería, y así perderíamos el intento. Para lograr que el papá de Nemo encuentre a su hijo, tenemos tres intentos.

Listo, entonces dime ¿qué ruedas vas a usar para hacer que Marly llegue a donde está Nemo?, recuerda que debes usar por lo menos dos ruedas o más de las que tienes aquí y girar la última que coloques una vez y hacia donde dice la flecha. ¿Cuáles ruedas vas a colocar? ¿Cuántas vueltas debemos darle a la rueda? ¿Cuál rueda es la que debemos girar? ¿Usando esas ruedas hacia donde crees que se va a mover Marly?...Entre otras preguntas que se van dando dependiendo del proceso de resolución del niño.

ANÁLISIS SUBJETIVO:

Demanda cognitiva de la tarea

Esta se refiere a la caracterización que se hace de la tarea, de acuerdo a los procesos cognitivos necesarios para resolverla y que le son exigidos al niño.

El mecanismo que se requiere que el niño construya, se apoya en la conformación de un sistema de engranajes, compuesto por un conjunto de ruedas dentadas unidas entre sí mediante el engrane de sus dientes, cuya finalidad es transmitir el movimiento de un punto a otro. En este caso el movimiento se debe transmitir del engranaje inicial (que es ubicado por el niño) a los engranajes intermedios (también ubicados por el niño) hasta el engranaje final, que está de antemano concatenado a una cadena dentada, esos dos últimos elementos (engranaje final y cadena) ya están ubicados y en relación, en el artefacto.

Las variables relativas al sistema de engranaje que se trabajan en la situación problema son:

1. Concatenación de los engranajes
2. Numero de engranajes o ruedas dentadas (usar mínimo 2 de los engranajes movibles)
3. Numero de vueltas que puede dar el engranaje inicial (máximo 1 vuelta)
4. Dirección de giro de la rueda inicial (de acuerdo a la flecha que tenga el engranaje, derecha o izquierda)
5. Tamaño de los engranajes y/o cantidad de dientes de cada rueda que es directamente proporcional a su tamaño (el niño a esta edad todavía no es consciente, en términos de proporcionalidad de esa relación de tamaño)

Para que el niño arme u organice la cadena abierta de engranajes debe comprender que la función del mecanismo es transmitir el movimiento, y por ello las ruedas que ha seleccionado para conformar el sistema, deben estar concatenadas entre sí, para que el movimiento que se imprime en el engranaje inicial, se transmita a los demás engranajes que guardan unas características similares entre si, finalmente transmitiéndole ese movimiento al engranaje final, empujando en una u otra dirección (arriba o abajo) los dientes de la cadena, generando su desplazamiento, por ende, el desplazamiento de Marly. En esta conformación del mecanismo, se pueden evidenciar dos direcciones de movimiento; es decir, los engranajes rectos están ubicados de manera que sus ejes quedan paralelos el uno al otro, y al estar ubicados en el riel, la transmisión de movimiento se puede ver de manera horizontal, que se trasmite al engranaje final, y este a la cadena, en la que se puede observar un movimiento vertical tanto de la cadena como de Marly, ascendiendo (hacia Pez amarilla, Dory y Nemo) o retrocediendo (hacia la estrella de mar, la tortuga y el Tiburón).

En este caso, se le dan al niño una cantidad de elementos para resolver el problema (5 engranajes rectos) que él puede manipular y se le dan otros elementos ya relacionados que conforman de ante mano, parte de esa estructura del mecanismo y que él debe tener en cuenta para construir la representación del mecanismo. El eje del engranaje mediano, que se ofrece fijo en el dispositivo, transmite el movimiento a la cadena dentada (que tiene fijo a Marly) y por cada vuelta que el niño le da al engranaje final, habiendo conformado un sistema con mínimo 2 ruedas, transmite el movimiento a la cadena, logrando así que Marly se desplace por el camino (ranura) del acrílico. Dependiendo de la cantidad de vueltas, se desplaza hacia las estaciones intermedias, hacia el destino meta (Nemo) o el destino obstáculo (tiburón), por cada vuelta que le da al engranaje inicial, sea que llegue a la estación obstáculo, a las estaciones intermedias o la meta, constituye un intento. Teniendo en cuenta la alternancia de giro de las ruedas a partir del giro de la rueda inicial y la cantidad de engranajes que conforman el sistema.

Para que el niño cumpla el objetivo de la tarea, se requiere que él se represente la conformación del mecanismo en lo que respecta a su estructura y su función, estableciendo las siguientes relaciones:

-La transmisión de movimiento, la necesidad de contacto (concatenación) entre los dientes de un engranaje y el otro para transmitir el movimiento.

-La relación de transmisión, entendida como la relación entre las velocidades de rotación de dos engranajes que están concatenados. Esta relación está dada por el tamaño de la rueda dentada inicial y la rueda final, en relación con su número de dientes o diámetro (en este caso, no importa el tamaño de las intermedias), teniendo en cuenta la restricción de 1 vuelta del engranaje inicial. Para así determinar el número de vueltas que se genera en la rueda final, permitiendo una mayor o menor distancia de desplazamiento de la cadena dentada, por ende, de Marly. En esta tabla, el desplazamiento en una dirección u

otra depende de la cantidad de ruedas y del sentido de giro de la inicial, estas combinaciones posibles se expondrán varias tablas más adelante.

<i>Relación de transmisión de # de vueltas entre el engranaje inicial y el engranaje final</i> <i>Restricción: máximo 1 vuelta al engranaje inicial</i>		
Engranaje final vs Engranaje inicial	# de vueltas del engranaje inicial	A donde llega (depende del número par o impar y la dirección de giro de la inicial)
Engranaje Final mediano -con- Engranaje Inicial Pequeño	½ vuelta	Pez amarilla
	1 vuelta	Intermedio Pez amarilla y Dory (indicando hacia Dory)
	½ vuelta	Estrella de Mar
	1 vuelta	Intermedio Tortuga – Estrella de mar (Mas hacia la tortuga)
Engranaje Final mediano -con- Engranaje Inicial Mediano	½ vuelta	Intermedio Pez amarilla y Dory (indicando hacia Dory)
	1 vuelta	Nemo
	½ vuelta	Intermedio Estrella de mar y Tortuga (indicando hacia Tortuga)
	1 vuelta	Tiburón
Engranaje Final mediano -con- Engranaje Inicial Grande	½ vuelta	Nemo
	½ vuelta	Tiburón

Tabla 5. Relación transmisión de vueltas – engranaje inicial y final

-El número de engranajes usado (par o impar) para determinar la dirección de giro del engranaje final, y así, de la cadena dentada. En relación con el sentido de giro de la rueda inicial, que está determinado por la flecha del engranaje. Cuando se usa una cantidad par de engranajes:

-Si el engranaje inicial gira a la derecha, el engranaje final gira a la izquierda y la cadena retrocede (o desciende). Teniendo a Marly en un punto equidistante esto equivale a decir que, puede ir a donde la estrella de mar, la tortuga o el tiburón, todo depende ya de la relación de los diámetros del engranaje inicial vs el final, aplicando la restricción de darle máximo una vuelta.

-Si el engranaje inicial gira a la izquierda, el engranaje final gira a la derecha y la cadena asciende. Teniendo a Marly en un punto equidistante esto equivale a decir, que puede ir a donde la pez amarilla, a donde Dory o Nemo, todo depende ya de la relación de los diámetros del engranaje inicial vs el final, aplicando la restricción de darle máximo una vuelta.

Cuando se usa una cantidad impar de engranajes:

-Si el engranaje inicial gira a la derecha, el engranaje final gira a la derecha y la cadena avanza hacia adelante (o asciende). Teniendo a Marly en un punto equidistante esto equivale a decir, que puede ir a donde la pez amarilla, a donde Dory o Nemo, todo depende ya de la relación de los diámetros del engranaje inicial vs el final, aplicando la restricción de darle máximo una vuelta.

-Si el engranaje inicial gira a la izquierda, el engranaje final gira a la izquierda y la cadena retrocede. Teniendo a Marly en un punto equidistante esto equivale a decir que, puede ir a donde la estrella de mar, la tortuga o el tiburón, todo depende ya de la relación de los diámetros del engranaje inicial vs el final, aplicando la restricción de darle máximo una vuelta.

El desplazamiento de la cadena, en términos de la dirección de su recorrido es la que retroalimenta al niño sobre su proceso de resolución, es decir, sobre la configuración de engranajes que ha armado, lo que lo lleva a cambiar sea el tamaño o el orden de los engranajes, teniendo en cuenta la dirección de giro del engranaje inicial para lograr el objetivo. En cada intento el niño puede generar nuevas hipótesis, tomar conciencia de otras relaciones y elementos para reelaborar sus hipótesis, que se evidencian en las acciones y conducta en general del niño y es la que nos permite conocer el funcionamiento cognitivo del sujeto durante el proceso de solución de la tarea.

La tarea le exige al niño indagar sobre cómo se construye y cómo funciona el mecanismo que mueva la cadena de modo que Marly llegue donde Nemo. Esos cómo o esas preguntas se traducen en verbalizaciones, expresiones no verbales, procedimientos y acciones que lleva a cabo sobre el artefacto. De estas acciones el experimentador infiere las hipótesis que el niño usa, y por consiguiente que información es que está considerando para construir sus representaciones del problema, sus hipótesis, en general para comprender como funcionaria el mecanismo.

A continuación, se expone una tabla con las configuraciones de dos y más de dos engranajes que conforman el sistema concatenados al engranaje mediano final, mostrando la relación de giro dando máximo una vuelta al engranaje inicial y la estación a la que llega Marly.

Tabla 6. Sistema organizado con dos engranajes

Configuraciones del sistema de engranajes organizados por el niño						
Punto de partida: Mitad del recorrido						
Restricción 1: Uso de 2 engranajes adicionales al engranaje final (3ro)						
Restricción 2: dar 1 vuelta al engranaje inicial						
Restricción 3: En el sentido que indica la flecha						
Llega a	Cadena	3ro Engranaje final	2do Engranaje	Engranaje inicial 1ro	# de vuelta	
Tiburón	Retrocede	Mediano	Grande	Engranaje grande giro izquierda	½ vuelta	
		Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha			
Tiburón	Retrocede	Mediano	Mediano			½ vuelta
		Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha			
Tiburón	Retrocede	Mediano	Pequeño			½ vuelta
		Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha			
Nemo	Avanza	Mediano	Grande	Engranaje grande giro derecha	½ vuelta	
		Sentido de giro: derecha	Sentido de giro: izquierda			
Nemo	Avanza	Mediano	Mediano			½ vuelta
		Sentido de giro: derecha	Sentido de giro: izquierda			
Nemo	Avanza	Mediano	Pequeño			½ vuelta
		Sentido de giro: derecha	Sentido de giro: izquierda			
Tiburón	Retrocede	Mediano	Grande	Engranaje Mediano	1 vuelta	
		Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha			
		Mediano	Pequeño			

Tiburón	Retrocede	Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha	giro izquierda	1 vuelta
Intermedio Pez amarilla y Dory	Avanza	Mediano	Grande	Engranaje pequeño giro derecha	1 vuelta
		Sentido de giro: derecha	Sentido de giro: izquierda		
Intermedio Pez amarilla y Dory (indicando Dory)	Avanza	Mediano	Mediano		1 vuelta
		Sentido de giro: derecha	Sentido de giro: izquierda		
Intermedio Pez amarilla y Dory (indicando Dory)	Avanza	Mediano	Pequeño		1 vuelta
		Sentido de giro: derecha	Sentido de giro: izquierda		
Intermedio Tortuga – Estrella de mar	Retrocede	Mediano	Grande	Engranaje Pequeño giro izquierda	1 vuelta
		Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha		
Intermedio Tortuga – Estrella de mar	Retrocede	Mediano	Mediano		1 vuelta
		Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha		
Intermedio Tortuga – Estrella de mar	Retrocede	Mediano	Pequeño		1 vuelta
		Sentido de giro: izquierda	Sentido de giro: derecha		

Para la tabla con la configuración de 3 engranajes, se resumen ciertos aspectos, debido a la cantidad de configuraciones posibles para que la tabla no se haga tan extensa.

Configuraciones del sistema de engranajes organizados por el niño						
Punto de partida: Mitad del recorrido						
Condición: Uso de 3 engranajes adicionales al engranaje final fijo (4to)						
Restricción 2: dar 1 vuelta al engranaje inicial						
Restricción 3: En el sentido que indica la flecha						
Llega a	Cadena	4to Engrana Final	3ro Engrana	2do Engrana	Engraje inicial 1ro	# de vueltas
Nemo	Avanza	Derecha	Izquierda	Derecha	Engraje Grande e giro izquierda	½ vuelta
		Mediano	Mediano	Grande		
		Mediano	Pequeño	Grande		
		Mediano	Grande	Mediano		
		Mediano	Pequeño	Mediano		
		Mediano	Mediano	Pequeño		
		Mediano	Grande	Pequeño		
Tiburón	Retrocede	Izquierda	Derecha	Izquierda	Engraje Grande e giro derecha	½ vuelta
		Mediano	Mediano	Grande		
		Mediano	Pequeño	Grande		
		Mediano	Grande	Mediano		
		Mediano	Pequeño	Mediano		
		Mediano	Mediano	Pequeño		
		Mediano	Grande	Pequeño		
Nemo	Avanza	Derecha	Izquierda	Derecha	Engraje mediano giro izquierda	1 vuelta
		Mediano	Pequeño	Grande		
		Mediano	Grande	Pequeño		
		Mediano	Pequeño	Pequeño		
Intermedia Tortuga	Retrocede	Izquierda	Derecha	Izquierda	Engraje Pequeño giro	1 vuelta
		Mediano	Grande	Grande		
		Mediano	Mediano	Grande		

Estrella de mar		Mediano	Pequeño	Grande	derecha	a
		Mediano	Grande	Mediano		
		Mediano	Pequeño	Mediano		
		Mediano	Grande	Pequeño		
		Mediano	Mediano	Pequeño		
Intermedio Pez amarilla y Dory	Avanza	Derecha	Izquierda	Derecha	Engraje Pequeño giro izquierda	1 vuelta
		Mediano	Mediano	Grande		
		Mediano	Pequeño	Grande		
		Mediano	Grande	Grande		
		Mediano	Pequeño	Mediano		
		Mediano	Mediano	Mediano		
		Mediano	Grande	Pequeño		
		Mediano	Pequeño	Pequeño		

Tabla 7. Sistema configurado con tres engranajes

Las configuraciones posibles usando 4 y 5 engranajes adicionales al engranaje final, dan un número bastante alto, lo que generaría tablas muy extensas, por lo que se decide resumir de la siguiente manera:

-Con cuatro (4) engranajes + engranaje final = daría 5 engranajes en el sistema (número impar).

Con un número impar: si el engranaje inicial gira a la derecha, el final gira a la derecha y la cadena avanza o asciende. Dando 1/2 vuelta usando el engranaje el engranaje grande llega a donde Nemo, y dando 1 vuelta con el engranaje pequeño llega al intermedio entre la pez amarilla y Dory.

Si el engranaje inicial gira a la izquierda, el engranaje final gira a la izquierda y la cadena retrocede. Dando ½ vuelta con el engranaje grande llega donde el tiburón, dando 1 vuelta con el mediano llega donde el tiburón y dando 1 vuelta con el pequeño llega al intermedio entre la estrella de mar y la tortuga.

-Con cinco (5) engranajes + engranaje final = daría 6 engranajes en el sistema (número par).

Con un número par: si el engranaje inicial gira a la derecha, el engranaje final gira a la izquierda y la cadena retrocede. Dando $\frac{1}{2}$ vuelta con el engranaje grande llega donde el tiburón, dando 1 vuelta con el mediano llega donde el tiburón y dando 1 vuelta con el pequeño llega al intermedio entre la estrella de mar y la tortuga.

Si el engranaje inicial gira a la izquierda, el engranaje final gira a la derecha y la cadena avanza. Dando $\frac{1}{2}$ vuelta usando como inicial el engranaje grande, llega a donde Nemo, igual que dándole 1 vuelta con el engranaje mediano y dando 1 vuelta con el engranaje pequeño llega al intermedio entre la pez amarilla y Dory.

Procedimiento de solución ideal

La solución de la tarea Buscando a Nemo, requiere la formulación de una hipótesis inicial basada en la identificación de la transmisión de movimiento, esto quiere decir, que el niño debe prever ciertos principios sobre cómo se transmite el movimiento de un engranaje al otro por medio de la concatenación entre sus dientes, para que mediante el giro de uno de ellos, el empuje de los dientes del engranaje transmita el movimiento a los demás. Vinculando estos postulados del niño, a la parte del mecanismo que se le da armada, esto es, el engranaje final y la cadena, que es la que sujeta al papá de Nemo.

Con relación a la cantidad de vueltas (restricción de 1 vuelta) que debe darle al engranaje inicial, el niño debe establecer relaciones entre los tamaños del engranaje inicial y final, identificando que los intermedios no afectan esta relación. A pesar de que la relación de proporcionalidad dada entre los dientes y el tamaño de los engranajes no es notable de esa manera para el niño, si puede establecer relaciones entre el avance de la cadena vs el tamaño del engranaje inicial; a mayor tamaño del engranaje mayor avance de la cadena, a menor tamaño del engranaje menor avance de la cadena. Esto permite pensar, que además de determinar el papel que juega el tamaño del engranaje en el desplazamiento de la cadena, debe

reconocer, la relación que existe entre el lugar en que está ubicado el engranaje con el desplazamiento de la cadena y movimiento de Marly.

Debe también establecer relaciones entre el número de engranajes a usar (par o impar, restricción de mínimo 2) en el sistema que ha configurado y la dirección de giro del engranaje inicial que es el que determina la alternancia de giro de los demás engranajes hasta llegar engranaje final girando a la derecha o izquierda, generando un desplazamiento de la cadena, de avance/hacia arriba o retroceso/hacia atrás.

Después de que el niño establece las relaciones en formas de hipótesis, comienza un proceso de experimentación donde las pone a prueba, determinando que elementos debe tener en cuenta más que otros y que relaciones debe establecer para obtener el resultado deseado. Teniendo en cuenta las restricciones de la tarea. Esta dinámica entre formulación de hipótesis y experimentación sobre el artefacto, va arrojando evidencia que es tomada en cuenta por el niño, para sus posteriores intentos.

A continuación, se describen cada una de esas hipótesis que debe construir el niño para solucionar el problema, teniendo en cuenta las 3 restricciones para resolver el problema:

1. Para transmitir el movimiento deben entrar en contacto los dientes de los engranajes. Esto quiere decir, que si están separadas, y giro una la otra no girará. En este caso, el tamaño no importa, ni la flecha, ni el color de las espirales.
2. Si gira uno de los engranajes en un sentido identifica que la rueda contigua gira en dirección opuesta.
3. los dientes del engranaje fijo están concatenados a los dientes de la cadena, así como se colocan los dientes de los engranajes ubicados en la parte superior del tablero para que giren, esto quiere decir entonces, que si mueve el engranaje fijo la cadena se va a mover, por ende, el papá de Nemo se va a desplazar por la ranura (camino).

4. Si los dientes de un engranaje deben encajar con los dientes de otro, para transmitir el movimiento al momento de girar uno de ellos. Sabiendo que no puede mover al papá de Nemo con las manos, y que de hecho el movimiento del engranaje fijo produciría el movimiento de la cadena, entonces los engranajes ubicados en la parte superior del tablero, con los que debe mover al papá de Nemo, deben estar, por lo menos uno concatenado al engranaje fijo; es decir, ubicado dentro del riel.

5. Si la restricción dice que debe colocar mínimo 2 engranajes, ya no colocaría dentro del riel uno de ellos sino mínimo dos, concatenados entre sí.

6. la dirección de giro del engranaje final, que es el que permite el desplazamiento de la cadena, resulta de la combinación (mínimo 2) de los engranajes que coloque en el riel, si coloca un número par o impar, y si gira hacia la izquierda o la derecha tendrá resultados diferentes:

-Si se arma el sistema con un número impar de engranajes (quedando de 3 ó 5 incluyendo la rueda final) el engranaje inicial y el final giraran en el mismo sentido. Si el inicial gira a la derecha, la cadena desplazara a Marly en dirección de Nemo. Si el engranaje inicial gira hacia la izquierda la cadena se moverá en dirección del tiburón.

-Si coloca más o menos ruedas la dirección de giro se irá alternando. Si el sistema se configura con un número par de engranajes (quedando de 4 ó 6 incluyendo la rueda final) el engranaje inicial y final giraran en direcciones contrarias. Si la rueda inicial gira a la derecha, la cadena desplazara a Marly en dirección del tiburón. Si la rueda inicial gira a la izquierda, la cadena se moverá en dirección de Nemo.

7. El tamaño de los engranajes, con relación a la cantidad de dientes que se van engranando, permite un mayor o menor desplazamiento de la cadena. Al tener en cuenta la restricción de giro de la rueda inicial (1 vuelta), la relación entre el tamaño del engranaje inicial y el engranaje final, en términos de los dientes que son

recorridos, le permite inferir que con la rueda grande y la mediana tiene mayor avance que con la rueda pequeña. Con la mediana llegaría al objetivo en una vuelta, con la grande en menos de una vuelta y con la pequeña serían necesarias más vueltas.

En el caso de usar mínimo dos engranajes, que implica identificar menos alternancia de giro entre los engranajes, la solución se logra, ubicando dos engranajes concatenados al engranaje final, lo que forma un sistema impar, que quiere decir, que el primer y último engranaje tienen el mismo sentido de giro. De esta manera, el engranaje inicial debe girar hacia la derecha, para que el engranaje final gire hacia la derecha también, empujando los dientes de la cadena hacia arriba, esto es, generando un desplazamiento de avance hacia adelante y el engranaje debe ser de tamaño grande, que lo lleva a donde Nemo con $\frac{1}{2}$ vuelta.

Si la solución ideal parte del hecho de que sea con 1 vuelta completa que se logre llegar al objetivo, el niño debe construir un sistema de engranajes impar, esto es, que el engranaje inicial y el final giran en direcciones opuestas. De manera que, debe colocar de engranaje inicial el mediano (flecha hacia la izquierda) concatenarlo al el engranaje final, girar el engranaje inicial una vuelta completa hacia la izquierda, y así el engranaje final girara a la derecha empujando los dientes de la cadena desde la izquierda hacia la derecha, o hacia arriba, llevándolo a donde Nemo.

NIVEL OBJETIVO: Estructura de la tarea		NIVEL SUBJETIVO: Demanda cognitiva y procedimiento ideal		ANÁLISIS DEL ARTEFACTO
Preguntas y consignas	Elementos constitutivos	Funcionamientos cognitivos que exige la actividad	Procedimiento ideal	Procedimiento ideal relacionado con las características del artefacto
Fase Familiarización		Fase Familiarización		-La percepción es un proceso subjetivo donde tienen cabida no solo aspectos sensibles de las cualidades de las formas, colores y texturas, no es proceso pasivo o de mera recepción de estímulos, por el contrario, cuando percibimos se desencadenan recuerdos, experiencias previas, sentimientos e incluso el interés o preferencia por ciertos elementos direcciona nuestra percepción. Para Olguín y otros (2009) percibir implica también la interpretación de dichas sensaciones, entiéndase sensación como la respuesta (experiencia) que se genera cuando se está frente a un estímulo. De modo que, la interpretación conlleva significación y organización. En la configuración de los objetos, las cualidades estético-formales funcionan como medio para la interpretación de ese algo percibido (Cantú, 2003). Teniendo en cuenta al objeto como signo, desde la teoría semiótica, la forma hace referencia en diferentes maneras a su objeto. En este caso, la forma del objeto percibido guarda una similitud con la forma del objeto denotado, esto es un signo icónico (Castillo, 2009). Es el caso donde la forma de los personajes, sus colores e incluso sus expresiones no verbales (como la sonrisa) tienen una relación de semejanza y/o similitud con aquello a lo que se refiere, ya que, le permite al niño mediante un proceso de reconocimiento asociar la imagen mental de lo percibido a la imagen mental que él tiene de los personajes reales de la película, mediante esos signos icónicos.
.... si miras a este lado ¿Qué personajes ves aquí? ¿Tú te llegaste a ver la película buscando a Nemo? ¿Recuerdas estos personajes? ¿Sabes o recuerdas cómo se llaman? [las preguntas se hacen a medida que el niño responde u omite la pregunta] Este es Nemo, este el tiburón, esta es Dory, este es un pecesito amarillo, esta es la tortuguita y esta la estrella de mar que estaba en la pecera con Nemo, ¿los recuerdas?	Piezas de madera de siete personajes de la película Buscando a Nemo, con cualidades y características físicas similares a los de la película, identificables para el niño. (ej: colores de cada uno de ellos, y expresiones faciales como la sonrisa) cada personajes está ubicado, en posición fija sobre un acrílico que tiene una ranura, con forma curva llamada camino, para que se desplace Marly. Posición de los personajes, como un punto de referencia, para las configuraciones de engranajes que realiza, con más de dos ruedas adicionales al engranaje final.	-Reconocimiento de cada uno de los personajes, al contrastar las características físicas de los personajes del artefacto con la representación mental que tiene cada niño de los personajes de la película. -Construcción de la representación en el niño, de las características de los personajes del artefacto, y la posición en la que se encuentran con relación al camino que tiene el acrílico y a la posición de Marly.	Que el niño nombre cada uno de los personajes señalados, de manera correcta. Lo cual indicaría, además de la representación mental de la película y la posición que tiene frente al mecanismo.	

				Permitiéndole anclarse al contexto de la tarea, nombrar a los personajes e inferir el rol que tienen los personajes en el artefacto con relación a los de la película. El uso de estos signos, permite un proceso de comunicación importante, pues el mensaje se interpreta de manera rápida y sencilla (Castillo, 2009) a esto, castillo le agrega la importancia que tiene el uso de iconos en las funciones indicativas de los objetos, en este caso esa función indicativa se traduce a la estación a la que se desplaza el personaje Marly dependiendo de la configuración de engranajes usada.
<i>El juguete también trae estas piezas que están aquí (señalando los engranajes, que están pegados al tablero)</i> <i>¿Qué son estas piezas para ti?</i> <i>¿A qué se te parecen?</i> <i>¿Estas piezas son iguales o diferentes?</i> <i>¿Qué tamaños tienen?</i> <i>¿Todas son del mismo tamaño?</i> <i>[las preguntas se hacen a medida que el niño responde]</i> <i>Estas piezas tienen esto que se llaman dientes (se muestra en cada uno de los engranajes)</i> <i>¿Todas tienen la misma cantidad de dientes?</i> <i>¿Para qué es esto que Tienen aquí (se señala la manivela)?</i>	5 engranajes de plástico, de 3 tamaños diferentes (grande, mediano, pequeño) cada uno de ellos configurados así: una rueda dentada plástica con dientes rectos, que tiene de eje una pieza cilíndrica metálica, atornillada al engranaje, que sin embargo, le da movilidad a la rueda independiente del eje. La base del eje tiene pegado un imán que permite, asegurar los engranajes al tablero. En la parte superior del engranaje cada uno de ellos tiene una espiral que ha sido impresa en papel y pegada sobre él. Los colores de las espirales están agrupados por los tamaños de los engranajes. También tienen un cilindro metálico que va enroscado	-Clasificación de los engranajes por tamaños (pequeños, medianos y grandes) o por color de la espiral. -Comparar los tamaños y forma de los dientes de los engranajes. -Inferir la funcionalidad de la manivela. -Deducir que los espacios entre dientes de un engranaje permiten el engrane de los dientes de otro engranaje. -Deducir el efecto del giro de un engranaje, causado por empuje de los dientes del otro engranaje. Lo que a su vez indica la alternancia de giro entre los engranajes, cuando gira uno de ellos desde la manivela.	-Clasifica los engranajes por tamaño. Relaciona el tamaño del engranaje con la cantidad de dientes que tiene. A mayor tamaño, más cantidad de dientes, a menor tamaño menor cantidad de dientes. -Realiza una inferencia inductiva, de que los dientes de un engranaje encajan en el espacio que hay entre los dientes de otro y así logra concatenarlos. -Formula una hipótesis sobre el efecto generado por el empuje de los dientes de un engranaje que esta concatenado al otro, causando un giro en dirección contraria al segundo engranaje. -El niño establece una relación entre el engranaje final y la cadena por la contigüidad espacial de sus dientes, al estar concatenados entre sí. Esto lo lleva a inferir como en el caso de los engranajes móviles que al	-Relación entre color y jerarquización de los elementos. Los colores que tienen las espirales, permiten en este caso ser clasificadas por este factor. -la forma de los dientes de los engranajes, visto desde la interrelación de formas, como segmentos del objeto que encajan o penetran la una en la otra (interpenetración de formas) -la manivela, como solido que se eleva del plano del engranaje, estableciendo un nivel de jerarquía en relación de uso con la rueda dentada, ubicada en un extremo que permite generar la fuerza de empuje al engranaje. Ubicado en la parte superior de la flecha sugiriendo una función indicativa de giro en dicha dirección.

	en un extremo de cada rueda dentada, y que sirve para girar el engranaje.		estar concatenados y girar uno de ellos el otro gira, pasara lo mismo en la relación engranaje final y cadena.	
<i>Ahora observa aquí, como puedes ver hay una cadena que tiene unos dientes como los de los engranajes y al lado hay una rueda dentada igual a la otra (se le muestra) unido a esta cadena esta Marly que es el papá de Nemo.</i>	Cadena dentada de plástico, ubicada por debajo del tablero de acrílico, sostenida por tres sujetadores que le permiten estar a la altura y concatenada al engranaje final. Estos tres sujetadores están ubicados de manera que le dan a la cadena la misma forma, que tiene el camino en el acrílico. A esta cadena está unido Marly, el papá de Nemo, mediante un cáncamo que funciona como eje, dejando a Marly justo encima del acrílico. El eje del engranaje final del sistema esta fijo, tiene un tamaño mediano, no cuenta con manivela (pues no es operado directamente por el niño) y en su parte superior, tiene una espiral con los mismos colores de la espiral del engranaje móvil mediano.	-Comprender la relación de dependencia que existe entre la cadena y la ubicación de Marly en ella, respecto a que, el movimiento de uno de ellos afecta al otro. -Inferencia inductiva, estableciendo que por contigüidad espacial entre los dientes de uno y otro elemento, al mover el engranaje mediano se moverá la cadena, y así, el papá de Nemo. -Inferir que dependiendo de la dirección de giro del engranaje mediano, la cadena se desplazara en un sentido u otro.	-Movilizar el mecanismo a través del uso de los engranajes móviles. -Ubicar un engranaje en el riel, concatenándolo al engranaje final para transmitir el movimiento a la cadena cuando lo gire.	-Relación de proximidad entre dos elementos (cadena y engranaje fijo) le permite al niño establecer una relación de dependencia del movimiento de uno con relación al movimiento del otro.
¿Cómo puedes hacer para que Marly (se señala el personaje) se mueva, usando estas ruedas con dientes que están aquí (se señala cada uno de los engranajes)? Sin usar tus manos		-Comprensión de la restricción verbal, de no mover al papá de Nemo ni el engranaje final directamente con las manos. -Inferencia causal del movimiento generado por el engranaje final a la cadena. -Identificación de la	-Poner en contacto los engranajes, reconociendo que por lo menos uno de estos engranajes móviles debe ir ubicado dentro del riel concatenado al engranaje final.	-La disposición o configuración estructural de los perfiles que conforman el riel, atravesando completamente el tablero, generando ese orden de lectura de derecha a izquierda, que a su vez es el orden de colocación de los engranajes.

directamente para moverlo (se le muestra como no debe moverlo).		alternancia de giro entre los engranajes.		
Fase Experimentación		Fase Experimentación		
<i>Ahora, que ya sabes cómo mover al papá de Nemo, debemos hacer lo siguiente. Tal como pasa en la película, Nemo se había perdido y Marly que es el papá lo está buscando con ayuda de sus amigos y huyendo del tiburón que se lo quiere comer. Tu tarea consiste en mover al papá de Nemo (se señala el personaje y su punto de partida), de modo que llegue a donde esta Nemo (se señala), evitando irse para donde está el tiburón (se señala).</i>	Personaje Nemo, ubicado en la parte más arriba y a la derecha del camino. Personaje Tiburón ubicado a la izquierda del camino. Personajes intermedios o amigos (ubicados en diferentes puntos del camino, cercanos a la curva) Marly (papá de Nemo) sujeto a la cadena dentada, y en el punto de partida (a igual distancia al destino meta y obstáculo).	-Establecer una ubicación viso-espacial de la posición de Marly respecto a Nemo (destino final) respecto al Tiburón (obstáculo) y a los demás personajes. Reconociendo esta posición como el punto de partida, a una distancia equidistante uno del otro. -Comparar las distancias en que se encuentran los personajes uno del otro. -Comprensión y construcción de la representación del objetivo meta de la tarea; este es, de Marly llegando a donde Nemo.	-Formulación de hipótesis de la relación entre tamaño de engranaje vs cantidad de dientes que generan empuje, por consiguiente movimiento en menos de una vuelta. De esta manera el niño debe establecer que una rueda que tiene más cantidad de dientes o que es de mayor tamaño, logra un mayor desplazamiento de la cadena. -Comprensión del objetivo de la tarea, elegir mínimo dos ruedas en donde la inicial y final giren hacia la derecha y escoger el tamaño del engranaje que con máximo 1 vuelta de la rueda inicial le permita llegar a su destino (Nemo).	En esta fase de experimentación el papel que cumple el artefacto, deja de estar supeditado a los indicios salientes que puede ofrecerle al niño para construir sus hipótesis, y empieza a tener importancia la evidencia a partir de sus procesos de experimentación para redescubrir sus representaciones y variar en sus intentos y formulación de sus hipótesis.
<i>Para mover la cadena debes usar dos, tres, cuatro o cinco de estas ruedas (se señala cada uno de los engranajes), que tienes aquí, la última rueda que coloques (se señala el carril) la debes girar una sola vez y en la dirección que muestra la flecha (se señala la flecha de un engranaje), haciendo que Marly llegue directamente hasta donde esta Nemo.</i>	Los cinco (5) engranajes móviles ubicados en la parte superior del tablero, de tres (3) tamaños diferentes, cada uno de ellos con una flecha que indica su sentido de giro. El riel como elemento que configura la ubicación abierta y horizontal de los engranajes, y que delimita su movimiento al girarlos.	-Identificación de los engranajes como únicos elementos que le permitirán resolver la tarea. -Identificación de las restricciones verbales y físicas. -Estimación de la distancia que debe recorrer Marly, al estar en un punto de partida equidistante a Nemo y al tiburón.	-Usar mínimo 2 y hasta 5 de los engranajes móviles para armar la configuración que lo lleve a la meta. -Colocar dichos engranajes (mínimo 2) dentro del riel concatenados al engranaje final. -Girar el engranaje final 1 vuelta máxima llegando al destino meta (Nemo) usando una rueda inicial mediana o grande, son las que tienen mayor diámetro y le	

	Personaje Nemo ubicado en el acrílico como destino Meta y el personaje Marly sujeto a la cadena dentada, ubicado en el punto de partida.	-Reconocer que los engranajes deben estar concatenados para transmitir el movimiento. -Inferir la alternancia de giro a partir del giro de la rueda inicial. -Formular hipótesis sobre la alternancia de giro a partir de la cantidad de engranajes que coloca para conformar el sistema. -Relacionar el tamaño y/o cantidad de dientes del engranaje inicial y el engranaje final con el avance de la cadena dentada, a medida que llega a una estación (donde un personaje).	permitirán mayor desplazamiento (relacionándolo con la cantidad de dientes que tiene para movilizar durante una vuelta) -Girar el engranaje final en la dirección que indica la flecha, teniendo en cuenta que el número de engranajes (par o impar) afecta la alternancia de giro de los engranajes del sistema. -Configurar el sistema de engranajes (mínimo 2 engranajes), de manera que con el giro de una vuelta del engranaje inicial en la dirección que indique la flecha, llegue directamente donde Nemo,	
<i>No puede parar donde están sus amigos ni irse hacia donde el tiburón pues se lo comería, y así perderíamos el intento. Para lograr que el papá de Nemo encuentre a su hijo, tenemos tres intentos.</i>	Cada uno de los personajes (7 en total)	Identificación de las restricciones, en cuanto, a la pérdida de un intento. En este caso si al terminar de darle 1 vuelta al engranaje inicial queda donde algún otro personaje, en el intermedio o donde el tiburón, se pierde un intento.		

3.1.1.5. Entrevista realizada a la autora de la SRP

Buscando a Nemo

Se establece contacto vía e-mail con la psicóloga que diseñó la Situación de Buscando a Nemo y se le envía por correo electrónico una entrevista con preguntas concretas sobre la conceptualización de la tarea, aspectos relacionados a las características físicas y de uso del artefacto.

Fecha de envío de la entrevista: 22 de Marzo de 2012

Entrevistador: Angie Olmos Carmona

Entrevistada: Claudia Patricia Navarro Roldan Ms.C en psicología cognitiva

Respuestas recibidas el día: 29 de Mayo de 2012

PE: Pregunta de la entrevistadora

RE: Respuesta de la entrevistada

PE: ¿Cómo empezó el diseño del artefacto de la tarea Buscando a Nemo?

RE: Luego de una discusión de grupo sobre Popper quede con la inquietud de los engranajes, busque algunos artículos de Schauble y Lehrer y, Schwartz y me inquieto mucho saber si los niños más pequeños realmente no lograrían comprender este tipo de mecanismos de transmisión de movimiento. Pensé inicialmente en realizar un ascensor y pensé en cómo podría ser. Le comente a Rebeca sobre mi idea, a Ella le pareció muy interesante y me animo a seguir. De allí, en adelante sigue pensando cómo podría ser el ascensor, luego simplemente se ocurrió la idea de Nemo, la continúe elaborando hasta que finalmente resulto el diseño final. Mi hija en ese entonces tenía 3 años y amaba a Nemo tal vez de allí surgió el tema, de mucha revisión de literatura, de re pensar continuamente en el tema surgió la idea final.

PE: ¿Qué factores tuvo en cuenta para el diseño del artefacto? ¿Cuáles surgieron en el proceso y cuales fueron descartados?

RE: En que tuviera movimiento real, en que realmente evidenciara un problema desafiante para el niño, en que tuviera un tema (Nemo) que los niños reconocieran, que fuera susceptible de ser solucionado. Miles de problemas surgieron con los materiales del diseño, camine muchas calles en el centro de Cali en talleres y almacenes de repuestos para encontrar los materiales adecuados y el diseño justo como lo tenía proyectado porque no se hizo una maqueta inicial porque el tipo de materiales exigía hacer un solo diseño, así que lo pensé muy bien antes de hacer el diseño final.

PE: ¿Elaboró bocetos de cómo organizar los elementos del artefacto? ¿Con qué objetivo? ¿Cómo se modificaron?

RE: Realice un análisis de tarea que fue revisado y modificado muchas veces, al igual que dibujos. Lo primero que seleccione fue la cadena dentada y sobre ella se diseñó el resto de la estructura de la tarea. El análisis de tarea fue discutido muchas veces con Rebeca.

PE: ¿Qué factores tuvo en cuenta para definir las dimensiones finales?

RE: Que tuviera espacio suficiente para los engranajes, cada par de engranajes poseen iguales dimensiones para delimitar el número de vueltas por las cuales se lograba resolver el problema, y que fuera lo suficientemente visible y manipulable por el niño.

PE: ¿Qué aspectos tuvo en cuenta para la organización de los elementos como la posición del riel, la zona de la cadena dentada y los personajes?

RE: El riel fue una última decisión para que los piñones no se perdieran su línea al estar en contacto con el piñón fijo. Los personajes tienen que ver con la historia real de la película Nemo para que tenga

sentido para el niño. La zona de la cadena dentada fue el inicio del resto de la tarea.

PE: -¿La elección de los colores para el tablero y las espirales tiene un objetivo particular? ¿Cuál?

RE: Que fuera visible, atractivo, que evocara los colores del mar, que los personajes fueran iguales a los de la película, que los espirales de los piñones permitieran observar el movimiento de cada piñón.

PE: -¿Con que objetivo los engranajes tienen el papel con la espiral?

RE: Para observar el movimiento de cada uno, cada piñón vecino se mueve en sentido contrario.

PE: -¿En base a qué, se tomaron las decisiones de usar los materiales que actualmente tiene el artefacto (metal, plástico, acrílico. etc)?

RE: Resistencia del materia de la tarea, que no se rompa, que los niños logren manipular piñones reales y logre un funcionamiento real de un sistema de engranajes.

PE: -¿Qué tuvo en cuenta para definir del sistema de agarre para el giro de los engranajes?

RE: El problema, la idea es que Marly llegara a Nemo con una configuración que en una sola vuelta lograra llegar desde el punto de partida hasta el punto final. La rueda mediana fija permitía vislumbrar distintas tipos de configuraciones del sistema para resolver el problema, además servía de indicio inicial porque los dientes de este se encontraba en interacción con los dientes de la cadena dentada.

PE:- ¿Después de la aplicación con los niños, cuáles considera usted que fueron problemas que se originaron desde el uso con el artefacto?

RE: La dificultad para transportarlo por el tamaño. La fuerza desmedida que algunos niños ejercían sobre la configuración de engranajes sacaba del riel el último piñón y debían regular la fuerza posteriormente.

PE: -¿Qué problemas se presentaron en torno a lo constructivo?

RE: Un proceso dispendioso pero encantador.

3.1.2. *Análisis del artefacto de la SRP seleccionada*

3.1.2.1. *Definiciones teóricas para el análisis*

El análisis del artefacto Buscando a Nemo se estructura desde la teoría del objeto como signo (Sánchez, 2005) donde el objeto es definido como un conjunto de signos; siendo signo cualquier cosa que represente algo para el receptor, dichos signos configurados morfológicamente y relacionados estructuralmente para organizar un mensaje o concepto transmitido a través del objeto. Esta visión del objeto como elemento formal tridimensional y significativo que manifiesta un mensaje; utilizando la forma misma del artefacto y de sus partes, así como las relaciones previamente establecidas, para representar la situación problema que el niño debe solucionar.

El proceso de configurar la forma para representar un mensaje así como relacionarlas estructural y espacialmente es una actividad que debe ser consciente en el proceso de diseño (Sánchez, 2005) el artefacto Buscando a Nemo, ha sido conceptualizado y construido como un artefacto que proyecta un espacio físico donde están todos los elementos que el niño necesita para desplegar sus acciones en búsqueda de alcanzar el objetivo. Puche, Ossa, y Guevara (2006) mencionan el papel decisivo que tiene el objeto cuando el niño interactúa con la evidencia externa resultado de la interacción con el artefacto, permitiéndole pensar y revisar dicha evidencia una y otra vez en función de las relaciones que él establece entre los componentes del artefacto y la representación que tiene de ellos.

De acuerdo con Sánchez (2005):

“El objeto-signo se origina cuando se relacionan tres componentes: un significado, que es el mensaje y todos y cada uno de los significados que lo instauran (estructura significativa: praxis, función, estética, tecnología, etc.), un significante, que son todos y cada uno de los recursos formales que se utilizan para representar ese mensaje (estructura

morfológica: la forma y los elementos y estructura que la constituyen), y el referente, que sería el objeto (la manera como se codificaron el significado y el significante)”(pp.70-71).

Claudia Patricia Navarro Roldan¹⁰, desarrolla la Situación de Resolución de Problemas Buscando a Nemo en torno a las inquietudes personales y académicas sobre la comprensión de sistemas de engranajes en niños pequeños, el concepto que desarrolla y ordena para definirlo como mensaje (significado) gira en torno a la situación problema que representa mediante la historia de la película, Buscando a Nemo, donde Marly (el papá de Nemo) debe buscar a su hijo y llegar a él evitando al tiburón que se lo quiere comer, pero que en este recorrido conocerá muchos amigos (demás personajes como: Dory, que es la peccecita azul, la tortuga, la estrella de mar, y la peccecita amarilla) anclando la historia a la construcción de un sistema de engranajes que el niño debe realizar.

Luego esa idea se tridimensionaliza en una forma (significante), para dar como resultado el objeto o mensaje tridimensional conocido en el contexto de las Situaciones de Resolución de Problemas como artefacto o dispositivo¹¹, configurado en un dispositivo con un sistema de engranajes con función, es decir; con una finalidad, que en este caso es mover una cadena dentada que tiene sujeto a Marly (el papá de Nemo) para que este llegue hasta donde su hijo (Nemo), esta cadena se pondrá en movimiento al concatenar un grupo de engranajes y girarlos, que para asegurar su legitimidad como lo menciona Sánchez (2005) debe instaurarse como un código, con características significativas y morfológicas conocidas o con la posibilidad de ser entendidas por el receptor, en este caso por el niño.

¹⁰ MSc en Psicología Cognitiva, encargada de conceptualizar y diseñar la SRP Buscando a Nemo, para la tesis de maestría: Navarro, C. P. (2004). Cambio cognitivo, herramientas cognitivas y sistemas de engranajes: cambio cognitivo en la formulación de hipótesis y la experimentación ante una situación de resolución de problemas que involucra sistemas de engranajes. Universidad del valle, Cali, Colombia.

¹¹ Ver Figura 12. Artefacto de la SRP Buscando a Nemo



Figura 21. Vistas del artefacto de la SRP Buscando a Nemo

Si según Sánchez (2005) la forma se configura para vehicular una función (formas que posibiliten su operatividad), se pretende determinar si el niño infiere y comprende esas formas, como elementos que posibilitan funciones particulares, que lo guíen en el proceso de comprensión del funcionamiento del artefacto; esto se determinara en dos momentos mediante el análisis semiótico del artefacto, el primer momento se compone de un *Análisis Entitativo* (Olguín, Castellano, Abraham, Bourdichon, De la fuente, Giurdanela, Hernández, y Scoco, 2009), donde el nivel de significación del objeto es como una entidad en sí misma aislada de su contexto, es decir; se realiza un análisis per se del artefacto previo al trabajo de campo, apoyado desde la teoría del diseño y de las respuestas a una entrevista realizada a la psicóloga Claudia Navarro, sobre la conceptualización del objeto. De manera complementaria, el segundo momento abarca el *Análisis Contextual* (Olguín y cols, 2009), en el que el entorno de uso en relación con el niño le otorga otro significado, para este análisis se privilegia como evidencia de la comprensión del niño sobre el mecanismo, los desempeños en acciones sobre el artefacto, las verbalizaciones y expresiones no verbales de los niños, teniendo en cuenta también, el proceso de comunicación entre experimentador y sujeto.

Si entendemos al objeto, como un mensaje tridimensional (Sánchez, 2005) que comprende no solo unos elementos formales, sino que a su vez dicha estructura morfológica transmite un mensaje, percibido a través de los sentidos y de la inteligencia, que ha sido definido por unos códigos o referentes contextuales, permitiéndole al usuario leerlo y comprenderlo, estaríamos asumiendo a la forma como una entidad significativa, pero también, como una entidad funcional que debe ser responsable, es decir; a nivel funcional prestar correctamente su uso, y significativamente responsable, en la medida, que trasmite unos valores y referencias culturales. (Olguín y cols, 2009)

El objeto está compuesto así por varios significados que estructurados lo componen y que desde la concepción semiótica del objeto se constituyen desde tres niveles según Sánchez (2005): el nivel sintáctico, semántico y pragmático.

Teniendo en cuenta los dos planos de significación (Entitativo y Contextual) que expone Olguín y cols (2009) y los tres niveles del análisis semiótico del lenguaje objetual, que menciona Sánchez (2009). Olguín y cols (2009) expone una manera de integrar estas dos posturas, el *Análisis Entitativo*, estaría determinado por aspectos sintácticos y semánticos que por estar analizados desde el artefacto en sí mismo, provendría de la configuración y significación de la forma, desde la teoría del diseño. Por otro lado, el *Análisis Contextual*, considera al objeto en práctica con el usuario y otros objetos, por lo que, el nivel pragmático se ubicaría en este momento del análisis, adicionalmente se propone a este plano contextual, agregar una dimensión del aspecto semántico, en el nivel de las significación del sujeto, para así contrarrestarlas posteriormente con las significaciones propuestas por la persona que diseño el artefacto.

Pues como lo menciona Nikiel (2010) los seres humanos están en la capacidad de significar de diferentes maneras los objetos, esto quiere decir que el significado que el niño construye de los elementos del artefacto pueden ir mucho más allá de lo que contemplo la persona que diseño el objeto. Por lo que analizar a fondo el comportamiento del niño es fundamental para identificar la manera en que se relaciona con los objetos.

En palabras de Cantú (2009) “la relación entre la cosa perceptible, su representación y un sujeto interpretante es llamado signo. Un objeto puede ser considerado como signo semiótico” (p.24) para esta investigación se consideró al objeto como un signo en sí mismo, pero, reconociendo que sus partes también son signos y establecen relaciones, por eso el tipo de análisis aplicado se realiza desde sus unidades mínimas para poder comprender la totalidad.

Finalmente, para complementar el análisis de las relaciones que existen, entre los niveles sintáctico, semántico y pragmático, que se entretienen para configurar el objeto y siguiendo con la línea de un enfoque semiótico. Se tendrán en cuenta también para aspectos de la significación y definición del objeto, signos ya definidos, como los tres tipos de signos propuestos por Peirce: icono, índice y símbolo.

3.1.2.2. Categorías de análisis

DESDE EL ENFOQUE DE ANÁLISIS ENTITATIVO

Al analizar la significación de la forma en sí misma y como ente aislado de las significaciones del niño, pero desde el ejercicio de quien diseña, advierte vehiculizar en la forma significados e información que se buscan, el lector comprenda. La postura es entonces, desde quien diseña hacia el sujeto. Quien diseñó el artefacto, desarrolló un concepto, centrado en visualizar el funcionamiento mental de niños de 4 años, mediante la comprensión de un mecanismo de transmisión de movimiento, como son los sistemas de engranajes, definió los elementos a usar (tablero, manivelas, espirales, flechas, riel, etc.) y los ordeno para instaurarlo como un mensaje, para que el niño interprete como usar los engranajes, donde ubicarlos, cómo y desde dónde girarlos, etc. provocando un objeto o mensaje tridimensional en palabras de Sánchez (2005), que “para garantizar su legibilidad, ha debido ser instaurado como un código, es decir, como un conjunto de procedimientos (significativos y morfológicos) supuestamente conocidos por el receptor (usuario) o con la posibilidad de ser entendidos por el receptor” (p.148). El uso de la flecha, de manivelas cilíndricas, de elementos geométricos como círculos, espirales, el tablero rectangular y por supuesto los personajes; elementos icónicos que contextualizan y llaman la atención total del niño. Todos estos elementos pretenden poner en relieve un mensaje y posibilitar un proceso de comunicación, que se da a través de los sistemas de significación y para que un objeto signifique, se necesita de la interacción de cómo está conformado el objeto y de sus

manifestaciones sensibles cuando entra en uso con el sujeto (Olguín y cols, 2009).

Los objetos que han sido creados por el hombre, además de prestar su función esencial, tienen características perceptuales que van más allá de estas funciones, estas son conocidas como manifestaciones sensibles y responden a la necesidad natural del hombre de expresarse y comunicarse mediante signos, que a la vez forman parte de códigos culturales, sociales, estéticos, etc. Olguín y cols (2009) hablan del concepto de lectura, que se realiza en el proceso proyectual de diseño, el que ordena, selecciona, clasifica y jerarquiza la información; ese mensaje que se quiere transmitir, así, este concepto se torna generativo pues es el que le permite al diseñador establecer la dirección de lectura que quiere que el objeto tenga, niveles de jerarquización, oposiciones, etc. Esta lectura es la que se pretendió realizar para el análisis del objeto, ya que, el objeto fue diseñado por otra persona, se realizó una lectura interpretativa de signos, apoyada también en una entrevista realizada a Claudia Navarro sobre los aspectos que tuvo en cuenta, para el proceso de concepción y desarrollo del artefacto. Esta lectura constituiría la del diseñador, donde se pretende comprender el objeto, su funcionamiento, y establecer las relaciones que existen entre sus diferentes aspectos. Esta lectura está vinculada a la lectura que realiza el usuario durante el uso del objeto, pues el diseñador tiene como objetivo comunicar aspectos funcionales y estructurales mediante la forma para que sean entendidos por quien lo usa.

La lectura del objeto permite crear un orden sobre la relación entre las formas, sea por asociación o por oposición de las partes significativas de la materialidad estructurada. En este caso la división del artefacto para su análisis se realiza en términos de categorías funcionales, partiendo de la función que cumplen en la resolución de la situación problema, de la siguiente manera:

-Tablero (estructura principal).

-Engranajes móviles (sub-dividiendo: rueda dentada, eje, la manivela, la espiral, eje, y flecha).

-Personajes de la historia y su soporte en acrílico.

-Correa dentada + papá de Nemo unido a la cadena + el Engranaje final + Riel.

La lectura y significación que el niño realiza del artefacto, acontece de muchas maneras, una de ellas desencadenada perceptualmente por la asociación entre signos, aquellos signos que permiten reconocer un objeto de otro, Olguín y cols (2000) los denominan rasgos de tipicidad, como las propiedades y características que permiten identificar un objeto, estos rasgos incluyen aspectos sintácticos y semánticos, que de acuerdo a lo mencionado anteriormente hace parte del análisis entitativo. A continuación se definen estos dos niveles:

NIVEL SINTÁCTICO

En el nivel sintáctico se estudian, los significantes con su propia estructura y las relaciones que establecen con los demás signos, mediante criterios de relación física.

Para Jalkanene-Mäkelä (2002-2005) al nivel sintáctico pertenecen los detalles compositivos de la forma que son perceptibles, incluyendo los materiales, de la misma manera, Mondragon (2002) alude a las relaciones formales entre los signos, su composición y orden, así como la relación entre sus partes, a esta acepción de análisis sintáctico desde lo morfológico, Maña (1974) agrega la componente material del objeto, así, tanto lo formal como lo material de este, son mediadores en el significado que se construye del objeto, dicha significación se aborda posteriormente en el nivel semántico. Al componente material y perceptible del objeto, además de los elementos morfológicos, hacen parte lo que Olguín y cols (2009) llama; manifestaciones sensibles o superficiales de la

forma, estas provienen de las sensaciones y percepciones que se realizan de la forma, mediante los sentidos; debido a la incidencia de la luz y efecto producido sobre los objetos. Detalles como el color, textura, gráficos, etc. son considerados como cualidades de la composición visual, que pueden modificar la percepción de aspectos del objeto (Cantú, 2003).

De acuerdo a esos dos aspectos diferenciados que estudia el nivel sintáctico, se realizó una división del nivel sintáctico para una mejor comprensión y aprovechamiento:

La ESTRUCTURA FORMAL, analiza los elementos visuales que integran el objeto, dividiéndolo en: el análisis de los aspectos conformativos de la forma y las manifestaciones sensibles.

La ESTRUCTURA RELACIONAL: el análisis de las relaciones identificadas entre los significantes (partes del objeto) para solucionar la situación problema, como parte de un sistema de comunicación.

De acuerdo a la definición de las funciones-estético formales propuesta por Bürdek (citado por Nikiel, 2010) y teniendo en cuenta al objeto desde un enfoque comunicativo, estas funciones corresponden a un análisis sintáctico del objeto. Las funciones estético-formales son "...aquellos aspectos que pueden considerarse independientemente del significado de su contenido. Dicho en la terminología de la semiótica, se trata de la diferenciación entre la sintaxis y la semántica" (p.180). Nikiel hace énfasis en realizar el análisis desde dos posiciones, "por un lado, los componentes o piezas del producto de forma independiente y, por el otro, la interrelación que se da entre ellas como integrantes de un conjunto" (p.60) la primera de ellas correspondería al análisis de la estructura formal y la segunda al análisis de la estructura relacional.

ESTRUCTURA FORMAL

-Aspectos conformativos de la forma

La lectura de los objetos permite comprender su significado, a partir de la aprehensión e interpretación de signos perceptibles por el lector. Uno de estos signos es la forma, que como lo expresa (Fornari, 1989) va mucho más allá de ser una entidad limitante o que configura el perímetro de una pieza, pues otros aspectos perceptivos también son tenidos en cuenta. De manera, que la forma de un objeto en la mente del sujeto, se construye desde diferentes canales sensoriales. "la lectura de la forma produce criterios de ordenamiento sobre las formas de los objetos por asociación y oposición de elementos significativos" (Cohan, sin fecha, p.2)

Sánchez (2005) define la forma como "...un conjunto de elementos organizados y reconocibles que componen una estructura, floreciendo como orden tridimensional, configuración y representación de un concepto" (p.7). Es entonces, soporte de la significación que construye el sujeto, comenzando con la lectura de un conjunto de formas, ordenadas, jerarquizadas, relacionadas, que él puede categorizar, concibiendo al objeto como una concreción de elementos formales en primera instancia, aparte de eso, afirma que el concepto es el principio generativo de la forma, y que este debe tener un propósito o fundamento, en otras palabras la forma es "...la representación y síntesis de un concepto que se sustenta en un contexto o situación" (p.12). Sin embargo, es ingenuo pensar, que solo con construir una forma inmediatamente se comunica una intención, las formas deben ser pensadas y conceptualizadas para que comuniquen. Si de acuerdo a Sánchez, el concepto es el principio generativo de una morfología, en el caso de la SRP Buscando a Nemo, desde la herramienta del análisis de tareas el concepto radica en la definición de la tarea. El concepto en este caso está en la concreción del sistema de engranajes y la contextualización está en la historia de la película Buscando a Nemo.

La forma mucho más allá de determinar la apariencia externa de los objetos, debe ser capaz de transmitirle al sujeto lo que configura, haciéndose representación y comunicando qué es, sus funciones y como se usa, de hecho, la forma debe ser captada, aprehendida e interpretada para que el hombre le asigne sentido. Con relación a la aprehensión, Olguín y cols (2009) exponen que, “La aprehensión de la forma es compleja y es consecuencia de múltiples condicionantes tanto físicos como psicológicos del observador. Frente a un objeto, éste estructura la imagen de la forma de manera instantánea en base a impulsos que filtra y articula de acuerdo a los esquemas de aprendizaje que elaboro a partir de su contacto con el mundo. La forma es una totalidad que el observador estructura en función de las pautas culturales que haya asimilado” (p.46)

Este autor también hace hincapié en la labor del diseño en definir los atributos de la forma, tanto geométricos y/o compositivos, como los perceptuales y la manera de representarlos. Saber cómo funcionarían las formas en el objeto terminado, le confiere a la forma ser un proceso de configuración (Eisner, 2002).

Para esta investigación se utilizan los componentes de la forma propuestos por Olguín y cols (2009) para el análisis de objetos, de manera que, los aspectos conformativos de la forma hacen referencia a las variables geométricas y su concreción material. Del campo de la geometría se pueden obtener grandes aportes al conocimiento de la forma, sin embargo como menciona Olguín y cols (2009) la geometría tiene en cuenta a la forma como un elemento abstracto y objetivo, donde no hay lugar a interpretaciones. Por el contrario abordar la forma desde una mirada morfológica posibilita identificar las diversas lecturas y distintos significados que los niños le otorgan a las configuraciones más elementales del objeto (nivel semántico). Es la interpretación y posicionamiento del sujeto, en este caso el niño, quien le da sentido a los elementos geométricos que constituyen el artefacto, sin necesidad de negar la rigurosidad que demanda.

Por lo pronto, al centrarse en la materialidad de la forma, desde la geometría, tanto a nivel descriptivo de sus unidades mínimas, como los sistemas que la generan y como se concreta finalmente, el análisis de los aspectos conformativos de la forma, está compuesto por:

- **Descripción constructiva** (dimensiones, materiales de la pieza y construcción): Se describirá el material de la pieza y sus procesos de construcción así como sus dimensiones; longitud, anchura y profundidad.
- **Tipología:** la tipología de las figuras “entiéndase figura como un conjunto continuo e infinito de puntos- surge de la relación que existe entre las dimensiones de la forma y el número de coordenadas en el espacio para determinar dicha figura” (Doberti, 1971). De acuerdo a Doberti tipológicamente se encuentran: líneas planas, líneas espaciales, superficies en el plano, superficies en el espacio y volúmenes, y de acuerdo a como se materializan estas formas en componentes encontramos: varillas, placas y bloques.
- **Generación de la forma:** Por adicción, sustracción, intersección, proyección y superposición de las figuras.
- **Sistema generativo:** Se trabajara con cuatro sistemas generativos de la forma, estos son; rotación, translación, mixto e indefinido.
- **Modo de concreción:** es uno de los recursos para inducir y evidenciar la lectura de la forma. Es el componente, donde las formas pasan de lo abstracto- elementos geométricos- a su concreción material. Los modos de concreción son tres: por construcción, constitución sistemática y saturación. En el primero de ellos, una cantidad mínima de elementos concretan la forma, generando mayores espacios virtuales (entendidos como vacíos). En el segundo se selecciona una unidad, que produce un barrido de la forma, tanto la

unidad como el elemento que rige el desplazamiento hacen parte de la estructura abstracta, se le llama sistémica porque su desplazamiento no es aleatorio sino que tiene un ritmo, hay una búsqueda de proporción, equilibrio, y simetría. Y la tercera, como su nombre lo indica implica la saturación de la figura abstracta en su totalidad.

- Entidades: definidas por Doberti (1971) a continuación:

-*Caladura*: “propiedad de una figura que permite enlazarla- construir una línea cerrada totalmente exterior- alrededor de la figura” (p.2)

-*Inflexión*: puntos sobre las líneas, líneas sobre superficies, que al trazar una línea tangente. Se encuentran puntos muy cercanos a la figura en cuestión, estos deben quedar ubicados en semiplanos o semiespacios opuestos.

-*Limitantes*: aquellas entidades que limitan donde empieza y acaba la figura.

-*Reflexión*: propiedad que posee una figura por la que una recta o plano tiene, para cada uno de sus puntos, su correspondiente ubicado en un semiespacio opuesto.

-*Traslación*: propiedad que posee una figura para desplazarse con relación a sí misma.

-*Doble tangencia*: son aquellos puntos que posee dos rectas tangentes.

-*Vértices aislados*: es aquel punto que posee más de dos planos tangentes.

- **Características de igualdad y semejanza¹²**

-*Isometría*: aquellos elementos que tienen la misma forma y Dimensión.

-*Homeometría*: aquellos elementos que tienen la misma geometría, pero sus dimensiones varían, su escala cambia la forma pero la geometría se mantiene.

-*Singenometría*: aquellos elementos deformados de manera afín y proyectiva.

-*Catametria*: aquellos elementos que no son congruentes ni afines, pero están ligados por una relación común interfigural.

-*Heterometría*: aquellos elementos que no demuestran una relación interfigural pero si intrafigural.

-*Ametría*: aquellos elementos que carecen de relación interfigural e intrafigural. (Conceptos de Gui Bonsiepe)

- **Vínculos y fijaciones: analiza las formas de unión de ciertas partes con otras.**

-Fijos

-Móviles

-Articulaciones

-Deslizamientos

-Uniones

- **Continuidad- Discontinuidad**: La discontinuidad es una variable que hace parte de los aspectos conformativos del objeto, consiste en un cambio, quiebre o separación entre: componentes de la forma y categorías funcionales, entiéndase esta última, como la división por categorías que sufren los componentes de un objeto según la función que lleven a

¹² Definiciones tomadas del material de una clase virtual de Teoría del objeto, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, a cargo del docente Víctor Díaz, tomadas de la página web <http://www.slideshare.net/danamato/relacion-objeto-objeto03>

cabo (significado que comunican). En este caso, las discontinuidades se identifican a través de la separación de la forma en el espacio para interpretarla. Existen algunas discontinuidades como sobre-relieves, bajo-relieves, separaciones, entre otras. Su utilidad radica, en que estas discontinuidades permiten separar partes, jerarquizar zonas, diferenciar componentes e inducir modos de uso.

- **Elementos adicionales:** elementos que se analizan desde otro lado, dependiendo de su pertinencia morfológica. Estos aspectos se evaluaron en cada una de las partes que se compone el artefacto y luego se ordenaron en las fichas de análisis, así que es probable que no todos los aspectos se encuentren en un mismo elemento.

-Manifestaciones sensibles de la forma

Las propiedades visuales del objeto, se consideran como manifestaciones sensibles, sensibles a los sistemas sensoriales del perceptor. Para Eisner (2002) todas las cosas hechas sean en el arte, diseño o la vida práctica, poseen una forma, cuando estas formas están bien hechas, poseen propiedades estéticas, estas propiedades pueden generar ciertas cualidades en la vida del sujeto que percibe. En este nivel, estas cualidades estéticas al igual que las formales, se analizan de una manera objetiva, independiente del significado producido o del significado vehiculado por el diseñador. Se realizó un análisis de manera independiente por componente del artefacto para posteriormente indagar en la interrelación y vínculos que estas propiedades tienen y como comunican. Sánchez (1992) habla de los dos factores que permiten un encuentro estético entre el sujeto-objeto, estos son, los factores objetivos y subjetivos, a este nivel pertenecen los primeros, que son aquellos factores que se dan en el objeto, aunque no sea percibido o contemplado, es decir, son condiciones inherentes al objeto, independientes del acto singular de percibir. Las propiedades de sus materiales, la luz que permite o destaca elementos

de sí mismo, los sonidos que produce, etc. para Sánchez el objeto estético no puede existir sin el sustrato físico que lo sustenta, pero por otra parte, para que lo físico del objeto este en el plano de lo estético debe ser accesible a los sentidos del sujeto, no solo tener una existencia física. Finalmente entonces, el objeto estético no solo es físico, sino necesariamente debe ser sensible, perceptible.

Referente a las manifestaciones superficiales, se establecen las características de *color*, *brillo*, *textura* y *transparencia*. Teniendo en cuenta como estas variables se diferencian en el objeto, dependiendo del papel que cumplen. Estos roles son *dominante*, *secundario* y *acento*. El primero de ellos es el que caracteriza al objeto y comprende una mayor extensión, el secundario ocupa una menor superficie que el dominante, y finalmente el acento, con una superficie superficial menor que los anteriores, genera un fuerte contraste actuando como un punto de atención (Olguín y cols, 2009).

A continuación se define y profundiza un poco más en cada una de estas cualidades:

- **Color**

Desde el punto de vista de esta investigación, el color comporta dos niveles, el sintáctico; como propiedad estética de la forma percibida y el semántico como elemento significativo. El color es una percepción visual generada por el fenómeno de la luz que influye directamente en la percepción de las formas coloreadas. Las variables indicativas que puede ofrecer el color, así como aspectos denotativos y connotativos, serán analizadas en el nivel semántico, desde las intenciones comunicativas del diseñador hasta las interpretaciones del sujeto frente a esta cualidad perceptiva, en este nivel sintáctico el manejo del color tiene relación con sus características en sí.

Para esta investigación, el color se identificó y nomino a través del NCS (Natural Color System) un sistema de ordenamiento tridimensional

creado en 1985, donde cada color tiene una notación unívoca asignado bajo un orden lógico, basado en la percepción visual.

La colección de cartas de color del NCS cuenta con 1750 muestras distribuidas uniformemente en el espacio cromático, se utilizó el atlas NCS digital 1950 para acercarnos lo más fielmente y lograr identificar los colores de los componentes del artefacto. La notación NCS está compuesta por dos grupos de caracteres; el primero de ellos (las primeras cuatro cifras) representan el matiz del color, dividido en el grado de negrura, y la cromaticidad máxima. Así entonces, las dos primeras cifras representan la negrura y las dos segundas la cromaticidad, y la diferencia de estas dos cantidades sobre un 100% representa el grado de blanco que no aparece en la notación. La segunda parte representa el tono, dividiéndolo en la semejanza porcentual del color con los primarios cromáticos (Yellow, Green, Red, y Blue).

Este atlas ofrece también los equivalentes aproximados de la notación en CMYK y RGB. Por ejemplo, el color que en Adobe Illustrator CS5 se conoce como 'Azul CMYK' en la notación RGB-que es para visualizar en pantalla de computador- es (45,46,140), en CMYK (100,100,0,0) y en la notación NCS es, 4055-R70B en este caso, este color tiene 40% de negro, 55% de cromaticidad y 5% de blanco. De la segunda parte podemos decir que es un color con un 70% de azul y 30% de rojo.

Se establecerá la diferencia si el color es aplicado o propiamente del material, se definirán el tinte, valor y saturación de cada color, a partir del papel que esté desempeña en el objeto (dominante, secundario o acento). El tinte, es el color mismo en estado puro bajo su denominación, sea azul, amarillo, etc. La saturación o intensidad, es la pureza (viveza o palidez) de un color. El valor, se refiere a la claridad u oscuridad del color, cuando se le añade blanco o negro para obtener cambios en el valor.

- **Textura**

La textura es una propiedad y/o característica externa del objeto, pues así como puede ser propia del material del objeto, puede también realizársele un tratamiento a la superficie, a través de la adición de materiales o acabados (Castillo, 2009). La textura causa impresiones perceptivas tanto visuales como táctiles, y es entendida como el orden de signos sobre una superficie, y es analizada desde varios puntos de vista. En este caso desde lo conformativo o del canal preceptivo involucrado, se diferencian dos tipos de texturas; las bidimensionales y las tridimensionales. Siendo las primeras gráficas y las segundas táctiles, también se tienen en cuenta variables relativas a la composición de la textura como su direccionalidad (1 dirección, de 1 a 4, e indefinida), densidad (rala, mediana tupida), escala (pequeño, mediano y grande), orden, y tipología (Olguín y cols, 2009).

- **Brillo**

Efecto visual producido por la incidencia y distribución de la luz sobre las superficies del objeto, que al ser de distintas características producen no solo terminaciones brillantes, sino semi-mates y mates.

- **Transparencia**

Al igual que en el brillo, la incidencia de la luz nuevamente genera efectos visuales, en este caso la posibilidad del material de ser atravesado por la luz, las superficies pueden ser transparentes, traslucidas u opacas.

ESTRUCTURA RELACIONAL

-Aspectos relacionales

La forma estudiada como un conjunto de elementos geométricos organizados y reconocibles, conforman una estructura de carácter tridimensional, que configura y representa un concepto. Estos componentes tridimensionales que conforman la totalidad del objeto, están interrelacionados de manera estática o dinámica

produciendo una unidad para posteriormente ser manipulada con una finalidad (Fornari, 1989). Como unidad, la coherencia que exista entre sus partes, le permitirá ser reconocida como una estructura total. Como lo expresa Bonsiepe (citado por Castillo, 2009):

“La coherencia formal se manifiesta como concordancia y compatibilidad entre varios elementos formales; concordancia y compatibilidad que contribuyen a hacer, tanto si se trata de un producto como de un sistema de productos, una unidad. La coherencia formal se funda en el uso de elementos iguales o similares, geoméricamente describibles, tanto en el caso de la coherencia intrafigural (interna) de un producto, como en la coherencia interfigural (externa) de un grupo de productos, cada uno de cuyos elementos constituye un sistema”(p. 65).

Transformaciones de tipo dimensional, adiciones, o sustracciones son operaciones desde la morfología que buscan la coherencia formal entre los componentes de un objeto.

La definición que expone Sánchez (2005) del objeto como “un conjunto de partes (significativas) relacionadas entre sí conformando una mayor (mensaje) o más compleja que una simple suma de ellas” (p.24). Pone en perspectiva la relación estructural que tienen las partes del objeto para conformarlo como una unidad. Esta visión estructural del objeto, se puede analizar desde dos formas, a partir de sus relaciones internas (Intraformal) o sus relaciones externas (interformal) con otros objetos, contextos y personas. Se plantea entonces, para este nivel entitativo, el análisis Intraformal del objeto; es decir, un análisis de los principios de relación internos de los componentes del artefacto, la manera como intercambian información formal, en este caso para instaurar un todo, así como las posiciones relativas de cada uno. Sánchez (2005) expone un ejemplo con unas gafas, mencionando sus partes como el marco, lente, puente, nodos, las posiciones espaciales, su construcción y significado. Dicho

análisis se elabora desde una descripción del orden y posiciones de las partes entre sí, así como los principios estructurales y constructivos que las rigen.

-Principios estructurales de la forma

Basados en Sánchez (2005) se identifican unos principios que estructuran el todo, desde los elementos organizados y reconocibles de los que se compone el objeto, el primero de ellos es:

-Equifinalidad: “consiste en que varios elementos tengan el mismo fin. La forma es la configuración de un mensaje o concepto, por ello las partes que lo constituyen deben tener el mismo fin o propósito, que es constituir una estructura formal y un mensaje. Esto organiza a las partes dentro de unos órdenes y jerarquías perceptivas específicas para darle el comportamiento de organización” (p.42)

Estos órdenes y jerarquías que menciona el autor, están relacionados con la organización que tienen los elementos para intercambiar información al relacionarse entre ellos, con un mismo propósito y se relacionan de dos maneras, mediante la:

-Integración: “es cuando se relacionan elementos de una misma jerarquía” (p.42) entiéndase jerarquía como el ordenamiento de los elementos del objeto, por ejemplo, una forma se puede percibir/leer mejor si se ordena desde lo principal hacia lo complementario.

-Interacción: “es cuando se relacionan elementos de diferentes jerarquías o entre jerarquías” (p.42). La forma se estructura, a través de la organización y jerarquización de sus elementos, esto comprende tener un criterio para relacionarlos y dar un orden. Sánchez (2005) postula dos criterios relacionales que tienen en cuenta el intercambio de información entre los elementos, esto son:

-Unidireccional: Cuando las partes intercambian información en un solo sentido, la forma solo es leída y usada en una misma dirección. Son ordenamientos simples que no permiten lecturas aleatorias.

-Multidireccional: Cuando las partes intercambian información en varios sentidos, así como hay variedad en su lectura y uso. Las partes son flexibles en su orden y pueden ser leídas desde cualquier punto de vista.

Finalmente, el último criterio a tener en cuenta en los aspectos relacionales, es la complejidad. En este nivel, desde la perspectiva morfológica, la complejidad estructural son aquellos estados y posiciones posibles de cada uno de las partes del artefacto, como por ejemplo, sus posiciones fijas o relativas; caso del engranaje fijo, la cadena dentada, el riel y los personajes del tablero. Posiciones móviles; como el caso de los 5 engranajes y como se relacionan unas piezas con otras.

3.1.1.1.1. Instrumento y Análisis Nivel Sintáctico

Como se mencionaba anteriormente, se realizó una división del artefacto para su análisis, en términos de categorías funcionales, partiendo de la función que cumplen en la resolución de la situación problema, de la siguiente manera:

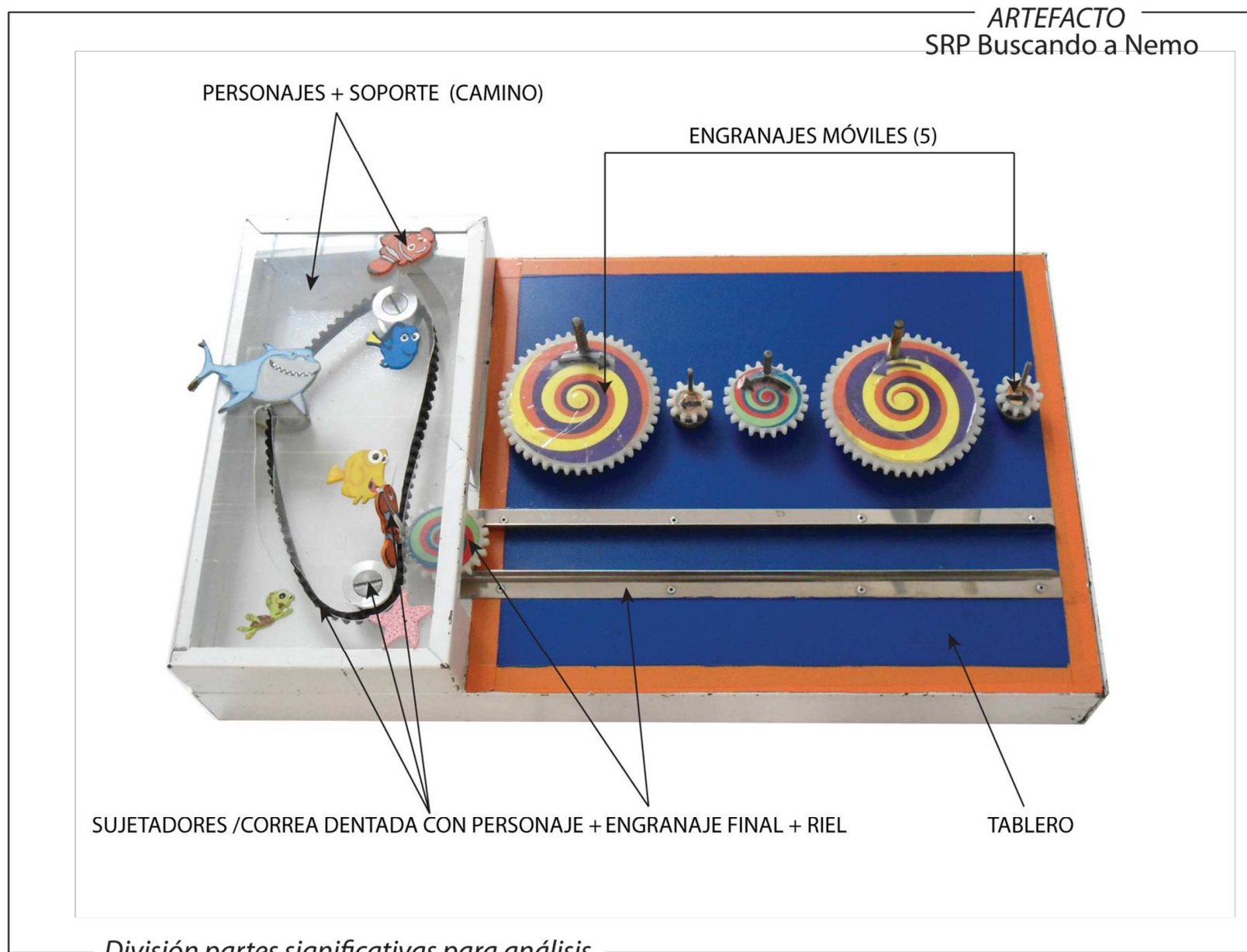
-Tablero (estructura principal)

-Engranajes móviles (sub-dividiéndolo: rueda dentada, eje, la manivela, la espiral, eje, y flecha).

-Personajes de la historia y su soporte en acrílico.

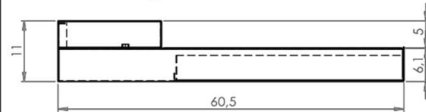
-Correa dentada + papá de Nemo unido a la cadena + Engranaje final + Riel.

A continuación, se exponen las fichas del análisis sintáctico del artefacto:

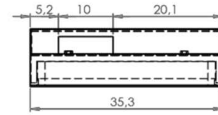


Nivel sintáctico TABLERO

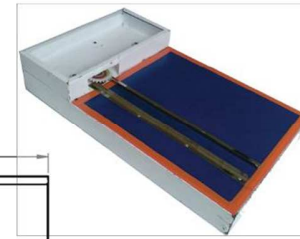
Medidas generales



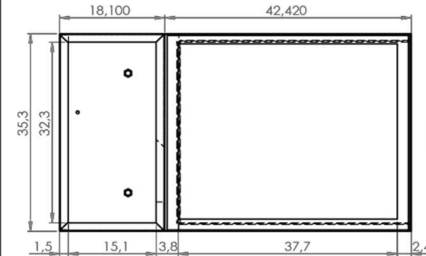
Vista frontal



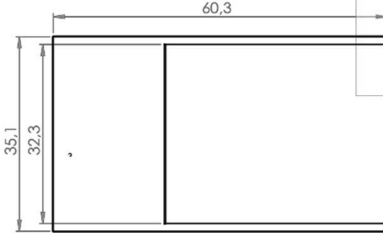
Vista lateral



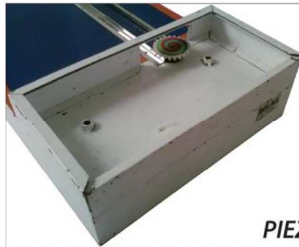
Vista Perspectiva



Vista superior



Vista inferior
Estructura sin cajón

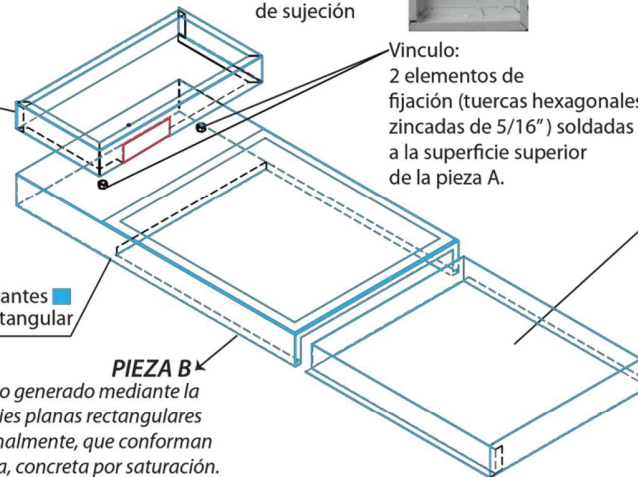


PIEZA A
Conformada mediante la adición de cuatro superficies planas rectangulares, ordenadas ortogonalmente. Una de las superficies laterales, tiene una caladura rectangular de 10 cm de ancho x 3,5 cm de alto. La pieza A se une por superposición (soldada) a la superficie superior de la Pieza B.

PIEZA A

Entidades Limitantes: ■
Línea Plana/rectangular

Convenciones:
-Entidades Limitantes: ■
-Caladuras: ■



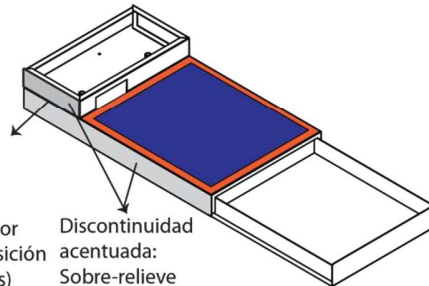
PIEZA B
Cuerpo morfológico generado mediante la adición de superficies planas rectangulares ordenadas ortogonalmente, que conforman las caras de la pieza, concreta por saturación. La superficie plana inferior no está completa, genera un espacio virtual que es completado por la pieza C.

Vínculo:
Perforación para elemento de sujeción

Vínculo:
2 elementos de fijación (tuercas hexagonales zincadas de 5/16") soldadas a la superficie superior de la pieza A.

Descripción constructiva

El tablero es la pieza base de todo el artefacto, esta fabricado en lamina de acero cold rolled, que ha sido plegado y soldado para conformar la totalidad de la estructura. Acabado con pintura en esmalte. zonas de color en papel contac adherido a la superficie metalica.



Fijación:
Piezas A Y B
Unidas por superposición (soldadas)

Discontinuidad acentuada:
Sobre-relieve generado por la fijación de la Pieza A sobre la Pieza B.

Vista tablero con cajón abierto

PIEZA C

Cuerpo morfológico generado mediante la adición de cinco superficies rectangulares planas, ordenadas ortogonalmente. Pieza concretada por saturación. mide 35,2 cm de ancho x 40 cm de largo y 6 cm de alto. Esta pieza encaja completamente en el espacio generado en la pieza B, quedando como se observa en la vista en perspectiva del objeto.



Aspectos Conformativos

Nivel sintáctico

ENGRANAJES MÓVILES

Descripción constructiva

Los engranajes móviles son 5 engranajes, de tres tamaños diferentes : 2 pequeños (de 11 dientes)

1 mediano (de 22 dientes)

2 grandes (de 44 dientes)

Cada engranaje como pieza individual se compone de las siguientes partes:

-Rueda dentada fabricada en polipropileno, mediante procesos de maquinado, con una perforación tipo rosca para ubicar la manivela

-Cilindro metalico con arandela interna que se sujeta al engranaje mediante un tornillo.

-Iman circular tipo dona pegado a la base del cilindro.

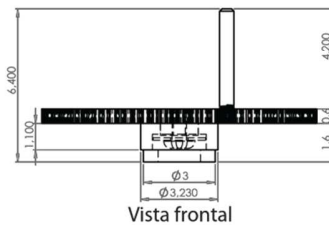
-Manivela, un pin metalico roscado para ubicarse en la rueda.

-Espiral pegada a la superficie superior de la rueda con papel contac y una flecha hecha en material Eva o fomi, pegada a la espiral.

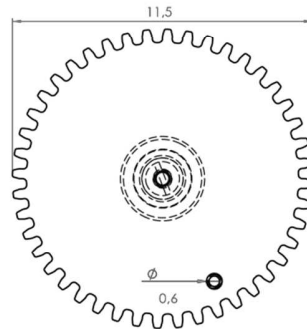
-Tornillo cabeza redonda ancha con ranura M6.



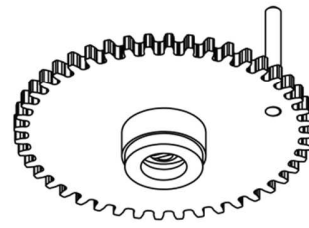
ENGRANAJE GRANDE



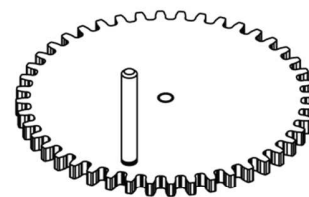
Vista frontal



Vista superior

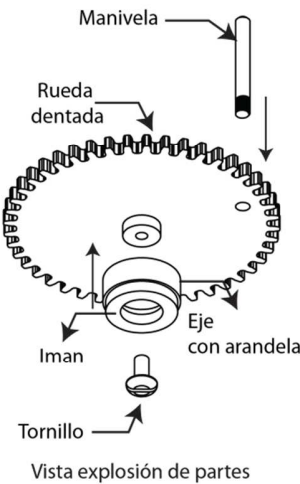


Vista perspectiva Inferior



Vista Perspectiva

Medidas generales y Vistas

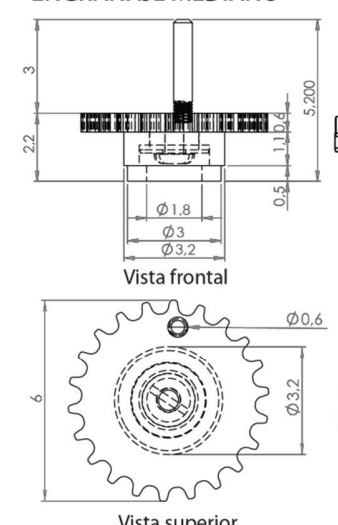


Vista explosión de partes



Aspectos Conformativos

ENGRANAJE MEDIANO



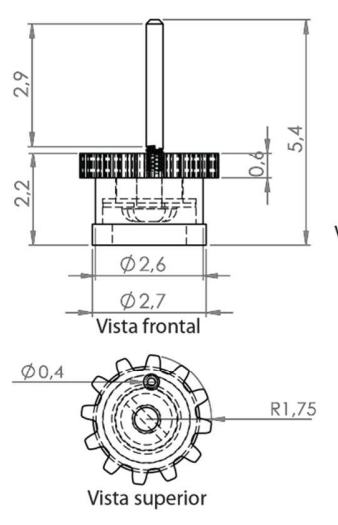
Vista frontal
3, 2.2, 5.200, 1.10.6, 0.5, $\Phi 1.8$, $\Phi 3$, $\Phi 3.2$

Vista superior
6, $\Phi 0.6$, $\Phi 3.2$

Vista Perspectiva inferior

Vista Perspectiva

ENGRANAJE PEQUEÑO



Vista frontal
2.9, 2.2, 5.4, 0.6, $\Phi 2.6$, $\Phi 2.7$

Vista superior
 $\Phi 0.4$, R1.75

Vista Perspectiva inferior

Vista Perspectiva

Dirección de armado del engranaje



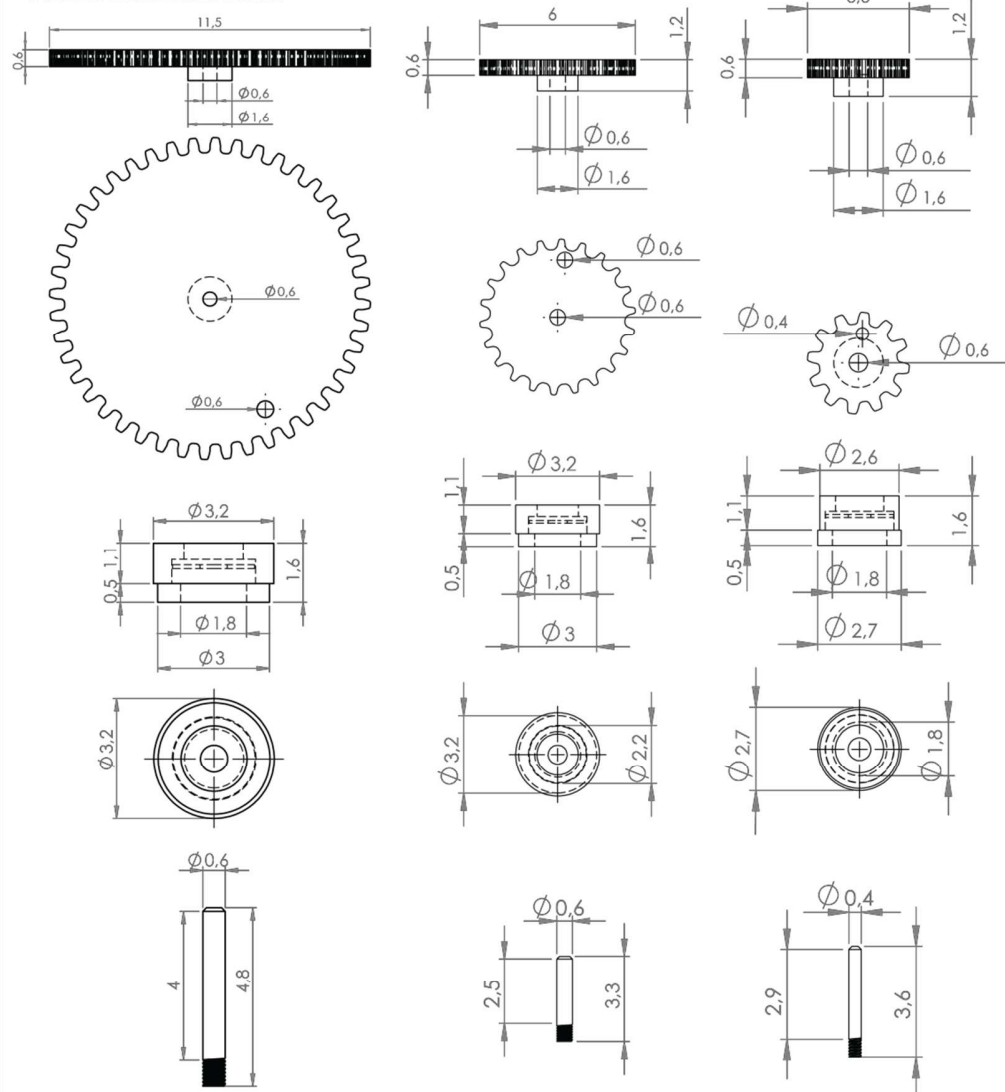
Nivel sintáctico
ENGRANAJES MÓVILES



Aspectos Conformativos

Nivel sintáctico ENGRANAJES MÓVILES

PIEZAS DEL ENGRANAJE



PIEZA A-Rueda dentada

Atributos Formales:

Figura plana construida por adiciones y sustracciones de una línea mixta (rectas y curvas), que forman una curva cerrada (11,5 cm diámetro engranaje grande, 6 cm engranaje mediano y 3,5 cm de diámetro engranaje pequeño) concretada por saturación, trasladada en sentido paralelo hasta el espesor de 6 mm generando la rueda dentada. En la parte inferior de la rueda dentada, centrado a ella un círculo de 1,6 cm de diámetro trasladado en sentido paralelo 0,6 mm formando la base de la rueda dentada.

Tiene una perforación de forma circular centrada en el área superior del engranaje, perforandolo completamente. Esta perforación permite enroscar el tornillo que sujeta el conjunto base-iman. Una segunda perforación circular se encuentra en el área superior para enroscar la manivela.

PIEZA B - Eje

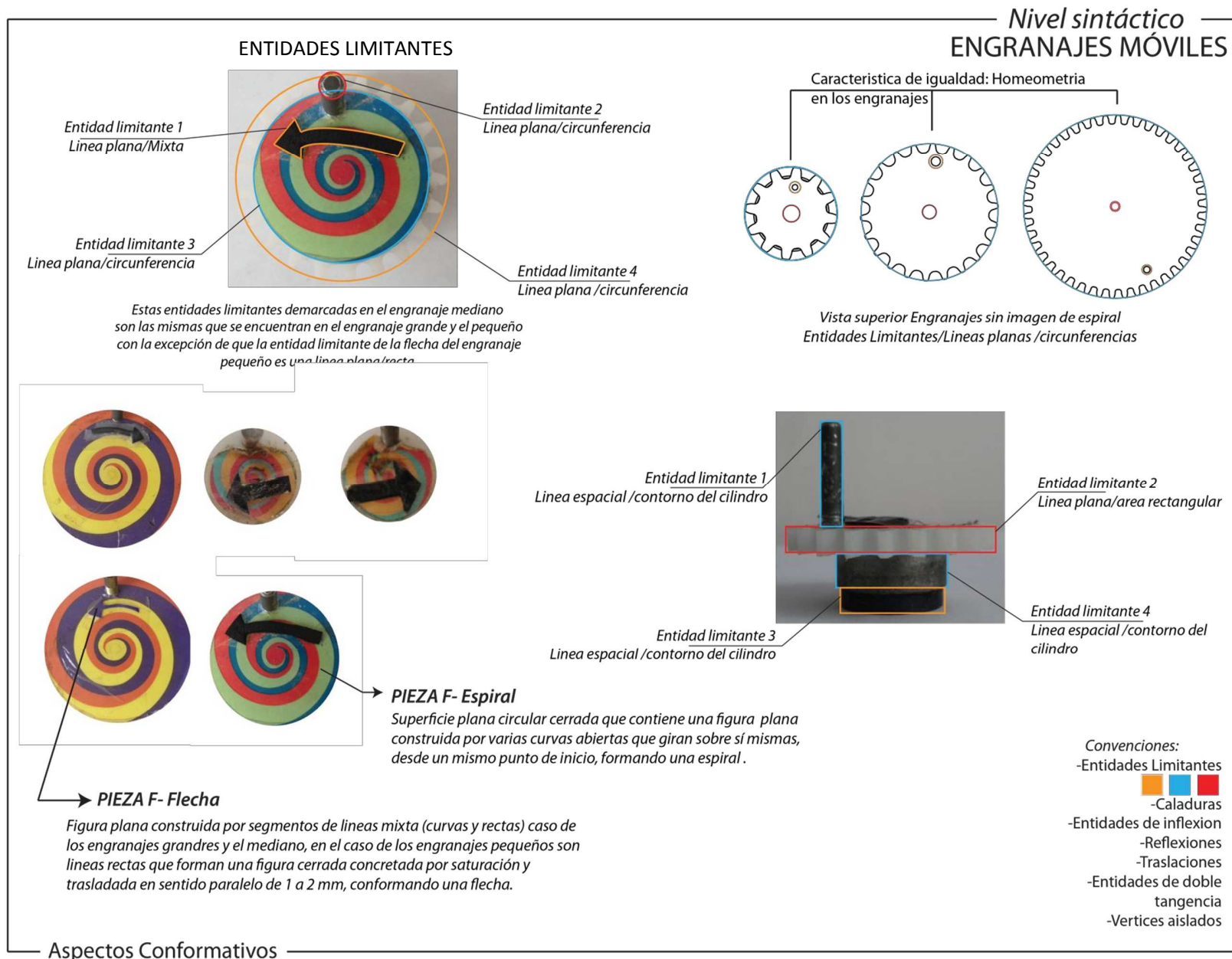
Volumen cilindrico de 3,2 cm de diámetro y 1,1 de altura en los engranajes grandes y mediano, 2,6 cm de diámetro y 1,1 de altura en los engranajes pequeños, generado por rotación. Con una perforación de forma circular centrada en su parte superior de la pieza, que permite introducir la base de la rueda dentada, perforación en la parte inferior para el paso del tornillo.

PIEZA C - Iman

Iman conformado por dos circunferencias concéntricas (varían de tamaño entre los engranajes grande - mediano y el pequeño) trasladadas en sentido paralelo 5 mm.

PIEZA D - Manivela

Volumen cilindrico de 0,6 y 0,4 mm de diámetro y altura variable dependiendo de cada engranaje, generado por rotación. Con base roscada para ubicar en la perforación de cada engranaje.



Nivel sintáctico

Manifestaciones sensibles de la forma

ENGRANAJE PEQUEÑO



A. COLOR DEL MATERIAL

1. Tinte:

DOMINANTE:

SECUNDARIO:

ACENTO:

2. Notación NCS:

S 2030-G10Y

S 1060-Y80R

S 1040-Y10R

S 0300-N

S 4502-B

S 9000-N

3. Valor:

Medio

Medio

Medio

Alto

Bajo

Bajo

4. Saturación:

Media

Media

Media

Alta

Media

Alta



B. TEXTURA VISUAL

ESPIRAL:

BIDIMENSIONAL-SUPERFICIE

PLANA

1. Tipología:

LINEAS CURVAS

2. Material:

HOJA IMPRESA + PAPEL

CONTAC

3. Direccionalidad: 1

(Textura Lineal)

4. Densidad: RALA

5. Escala: GRANDE

6. Orden: ORDENADA

C. BRILLO

DOMINANTE - SEMI-MATE

SECUNDARIO - MATE

ACENTO - MATE

D. TRANSPARENCIA

DOMINANTE - OPACO

SECUNDARIO - OPACO

ACENTO - OPACO

ENGRANAJES MÓVILES

Nivel sintáctico

PERSONAJES Y CAMINO

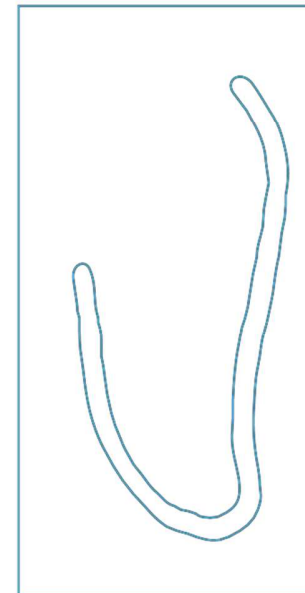
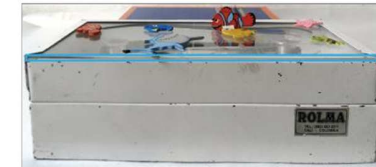
Descripción constructiva

Los Personajes son seis (6); Nemo, Dory, Pez amarilla, la estrella de mar, la tortuga y el tiburón. Están fabricados en madera triplex de 4 mm de espesor, cortados con sierra sin fin y pintados con vinilos de colores, de acuerdo al personaje original de la película, Buscando a Nemo. Cada personaje está pegado sobre el acrílico con cinta de doble faz, al borde del camino. El acrílico es transparente y tiene 3 mm de espesor, sobre él se ha realizado un corte manual de una curva cerrada que forma un especie de 'U' que constituye el camino disponible a recorrer por Marly.



PIEZA A - ACRILICO

Figura plana construida por líneas rectas que forman un rectángulo de 18 x 34,9 cm. concretada por saturación y trasladada en sentido paralelo 3 mm. En la parte superior del acrílico, una perforación en curva cerrada con forma de U que tiene 13,3 cm en su lado más ancho, y una altura de 27,5 cm.



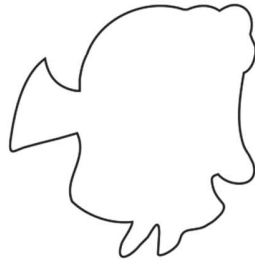
En esta ranura se introduce el acrílico, de manera que queda sostenido por la pieza A del tablero.



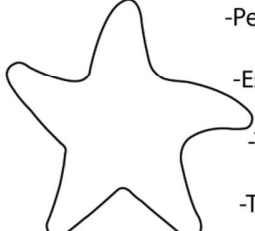
Convenciones:
-Entidades Limitantes: ■

PIEZA B- PERSONAJES

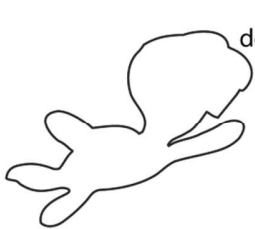
Pez amarilla



Estrella de Mar



Tortuga



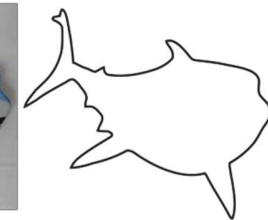
Los personajes son piezas configuradas a partir de figuras planas construidas por líneas curvas en su gran mayoría y algunas líneas rectas, concretadas por saturación y trasladadas en sentido paralelo 3 mm aproximadamente, espesor del material en que fueron fabricadas. El ancho y el largo de cada personaje varían de la siguiente manera:

- Pez amarilla: su lado más largo mide de 4,3 cm y su lado más ancho 4 cm.
- Estrella de Mar: su lado más largo mide 4 cm y su lado más ancho 4,1 cm.
- Tortuga: su lado más largo mide de 3,9 cm y su lado más ancho 3 cm.
- Tiburón: su lado más largo mide 9,1 cm y su lado más ancho 7,5 cm.
- Nemo: su lado más largo mide 4,7 cm y su lado más ancho 3,8 cm.
- Dory: su lado mas largo mide 3,9 cm y su lado más ancho 3,8 cm.

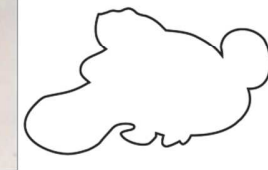
En el caso de los personajes el contorno de cada uno de ellos constituye una entidad limitante de sí mismo.

Análisis sintáctico
PERSONAJES Y CAMINO

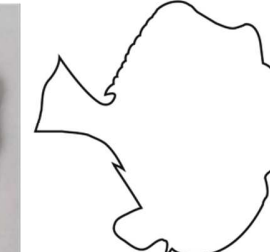
Tiburón



Nemo



Dory



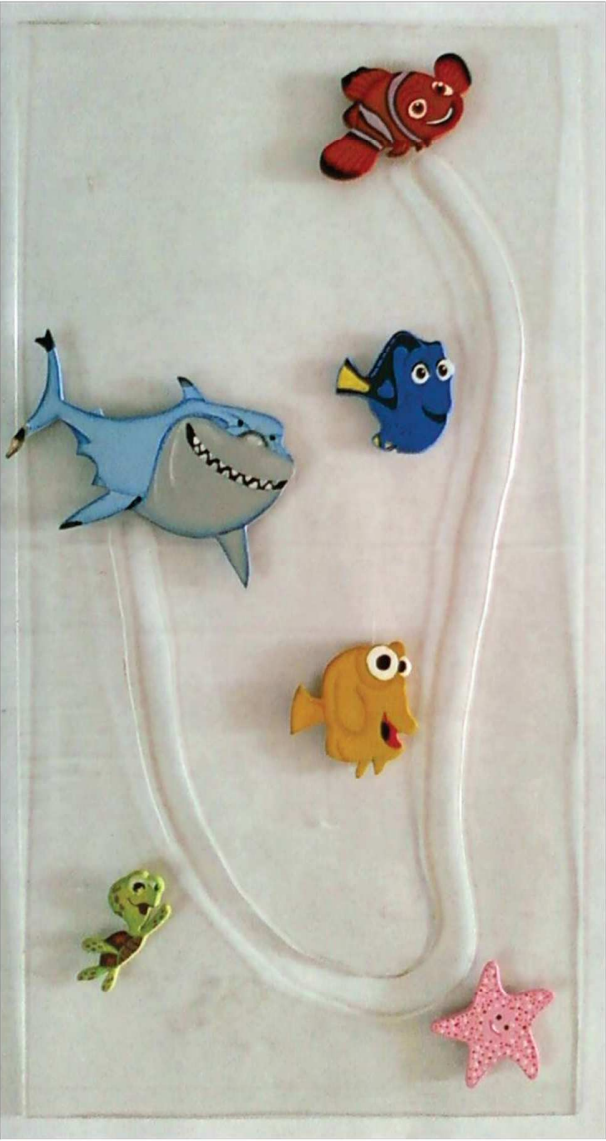
Manifestaciones sensibles de la forma

MARCO EN
PIEZA A - ACRILICO

A. COLOR
DEL MATERIAL/ACRILICO
1.Tinte: -
2.Notación NCS: -
3.Valor: -
4.Saturación: -

D. BRILLO
DOMINANTE - BRILLANTE
SECUNDARIO -
ACENTO -

C. TRANSPARENCIA
DOMINANTE -TRANSPARENTE
SECUNDARIO -
ACENTO -



Nivel sintáctico

PIEZAS CONJUNTO B- PERSONAJES

A. COLOR
APLICADO
1.Tinte:
DOMINANTE:
SECUNDARIO:
ACENTO:
2.Notación NCS:
S 1080-Y70R
Color con:
80% de cromaticidad
con un:
70% de rojo
30% de amarillo
S4050-R80B
Color con:
50% de cromaticidad
40% de negro
Con un:
80% de azul
30% de rojo
S2030-R80B
Color con:
30% de cromaticidad
20% de Negro
50% de blanco
Con un:
80% de azul
20% de rojo
S 1030-Y90R
Color con:
30% de cromaticidad
Con un:
90% de rojo
10% de amar
S 1060-G40Y
Color con:
60% de cromaticidad
Con un:
40% amarillo
60% verde

S 1070-G90Y
Color con:
70% de cromaticidad
Con un:
90% de amarillo
10% verde
3.Valor:
Medio
Bajo
Alto
Alto
Alto
Bajo
4.Saturación :
Alta
Alta
Baja
Baja
Baja
Alta
B. TEXTURA
DEL MATERIAL
1.Tipologia:
SUPERFICIE
2. Material:
MADERA + VINILO
3. Direccionalidad: 1
(Textura Lineal)
4.Densidad: TUPIDA
5.Escala : GRANDE
6.Orden: ORDENADA
D. TRANSPARENCIA
DOMINANTE -OPACO
SECUNDARIO - OPACO
ACENTO - OPACO
C. BRILLO
DOMINANTE - MATE
SECUNDARIO - MATE
ACENTO - MATE

PERSONAJES Y CAMINO

Nivel sintáctico

RIEL-ENGRANAJE FINAL-CADENA

Descripción constructiva

Este grupo de elementos o piezas se encuentra previamente relacionado por aspectos funcionales: esta conformado por la cadena dentada (incluyendo sus sujetadores), el engranaje final y el riel.

-La cadena dentada esta fabricada en poliuretano, tiene 75 dientes y en su forma sin tensionarse tiene un diametro aproximado de 20 cm.

-Los sujetadores de la cadena dentada son 3, dos de ellos metalicos y uno plastico.

-El engranaje final, asi como el engranje mediano móvil se compone de:

Una rueda dentada fabricada en polipropileno

Un cilindro metalico que funciona como eje y se sujeta al engranaje mediante un tornillo.

Un Iman circular tipo dona pegado a la base del cilindro.

y una Espiral pegada a la superficie superior de la rueda.

Todo el engranaje final mediano esta completamente fijo en la posición que muestra la imagen.

-Un riel o carril, conformado por dos perfiles en L de 1 mm de espesor fabricados en acero cold rold, remachados a la superficie del tablero dejando un espacio interno ente borde y borde del perfil de 3,5 cm.

PIEZA A - Cadena dentada + Marly

PIEZA A - Cadena dentada + Marly

Cadena dentada: Cuerpo morfológico generado, mediante una figura plana construida por adiciones y sustracciones de una línea mixta (curvas y rectas) que forman una curva cerrada de 20 cm aproximadamente y 75 dientes. Con un círculo concéntrico a esta curva de 19 cm, ambas formando una especie de anillo concretadas por saturación, y trasladadas en sentido paralelo hasta el espesor de 1,2 mm formando la cadena dentada.



La cadena dentada se ubica en el espacio vacío generado por la pieza A, está es sujeta y a la vez tensada por tres (3) piezas que hemos llamado sujetadores.

Desde este momento y debido a la flexibilidad que otorga el material en que está fabricado la cadena, esta toma otra forma curva, ya no circular. La altura máxima de la cadena cuando está ubicada con los sujetadores es de 26 cm y su ancho mayor es de 12 cm.

PIEZA B - Sujetadores



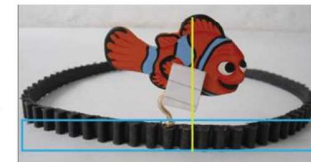
PIEZA C - Engranaje Final

PIEZA D - Riel

Marly:

figuras plana construida por líneas curvas en su gran mayoría y algunas líneas rectas, concretadas por saturación y trasladadas en sentido paralelo 3 mm aproximadamente; espesor del material en que fueron fabricadas. El ancho y el largo de este personaje es:
-Marly: su lado más largo mide de 6 cm y su lado más ancho 3,4 cm.

La altura que comprende desde la base de la cadena dentada hasta la parte superior de Marly es 6,2 cm. El cancamo sobre el cual se sujeta Marly, esta roscado en la cadena dentada. esta pieza metalica mide 1,6 cm de largo en estado roscado a la cadena, su ancho es de 1,3 cm.



Convenciones:
-Entidades Limitantes: ■ ■ ■

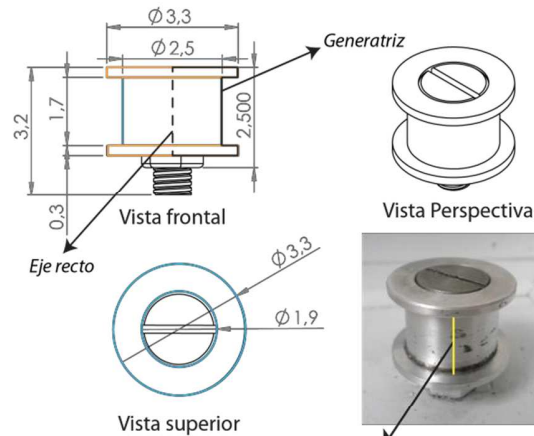
Aspectos Conformativos

Nivel sintáctico

RIEL-ENGRANAJE FINAL-CADENA

PIEZA B - Sujetadores

Los dos tensores o guías metálicos de la cadena dentada, se generan a partir de un eje recto y la rotación de una generatriz. La pieza se concreta por saturación. Generado un espacio cilíndrico interno donde encaja una pieza cilíndrica, con terminación en rosca a la que se ajusta una tuerca y que es la pieza que finalmente se atornilla a la tuerca o elemento de fijación que tiene el tablero.



Sobre este espacio entra y se apoya la cadena dentada

Distribución de los sujetadores en el tablero



La distribución de los sujetadores en el tablero forman un triángulo escaleno, donde ninguno de sus lados es igual. La posición de los sujetadores es la que finalmente le da la forma a la cadena dentada que es flexible. Y a su vez, esta forma determina la curva perforada en el acrílico que conforma el camino. Los sujetadores o tensores como se observa rotan sobre su eje; es decir, en el caso de los sujetadores metálicos, el cilindro interno que es el que finalmente atornilla en la tuerca que esta soldada en el tablero, permite que la parte móvil del sujetador gire a medida que la cadena dentada se mueve. Igualmente pasa con el sujetador plástico, pues su parte móvil, gira sobre un eje cilíndrico de modo que el movimiento de estos tres tensores ayuda al desplazamiento de la cadena, por ende, de Marly.

La altura entre la superficie del tablero y la parte más baja de la cadena es de 1,5 cm. con relación al engranaje final los dientes de estos quedan en el borde inferior de la cadena.

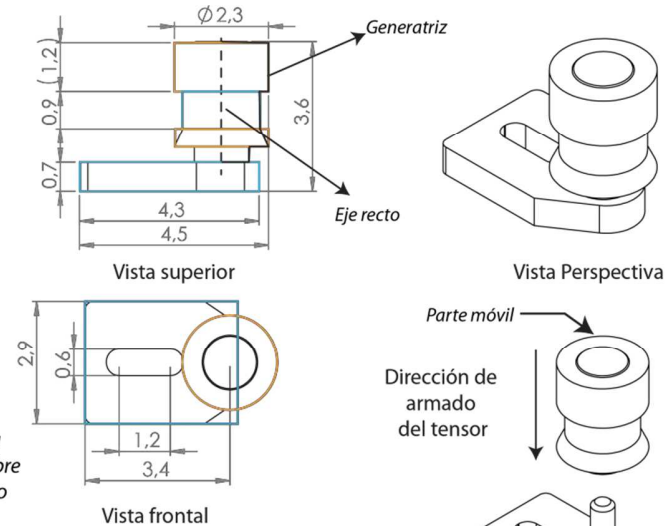
Aspectos Conformativos



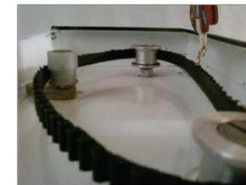
Dirección de armado del tensor

El tensor plástico tiene dos partes, la primera de ellas se genera a partir de un eje recto y la rotación de una generatriz, la pieza se concreta por saturación y está fabricada en polipropileno. Generando un espacio de forma cilíndrica en toda la pieza, de modo que un cilindro metálico la atraviesa. Dicho cilindro tiene una perforación para insertarse en un cilindro más pequeño que hace parte de la segunda pieza del tensor.

La segunda pieza es la base del tensor, formada por una figura plana construida por una línea mixta (3 rectas y 1 curva) que forman una figura cerrada, que se traslada en sentido paralelo 7 mm. Sobre la superficie superior, un círculo de 0,8 mm perfora la pieza, por la cual pasa un cilindro metálico de 2,1 mm de largo, y es a este cilindro donde la primera parte encaja. En la misma superficie superior de la base del tensor, una figura plana construida por dos líneas rectas y dos curvas que forman una figura cerrada, que perfora la pieza en su totalidad, esta perforación es la que permite ubicar un tornillo para fijar el tensor al tablero.



Dirección de armado del tensor



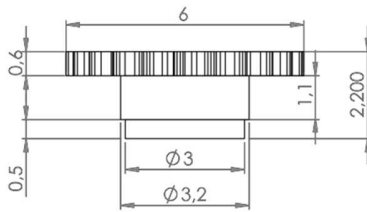
Nivel sintáctico

RIEL-ENGRANAJE FINAL-CADENA

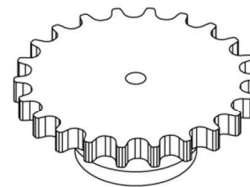
PIEZA C - Engranaje Final

Figura plana construida por adiciones y sustracciones de una línea mixta (rectas y curvas), que forman una curva cerrada de 6 cm de diametro concretada por saturación, trasladada en sentido paralelo hasta el espesor de 6 mm generando la rueda dentada. En la parte inferior de la rueda dentada, centrado a ella un círculo de 1,6 cm de diametro trasladado en sentido paralelo 0,6 mm formando la base de la rueda dentada. Tiene una perforación de forma circular centrada en el area superior del engranje, perforandolo completamente. Esta perforacion permite enroscar el tornillo que sujeta el conjunto base-iman.

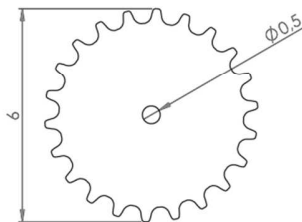
El engranaje final se encuentra fijo a la estructura del tablero pues ha sido sujetado a ella mediante un tornillo, el mismo que acopla el eje metalico y la rueda dentada.



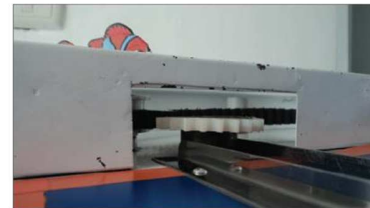
Vista frontal



Vista Perspectiva

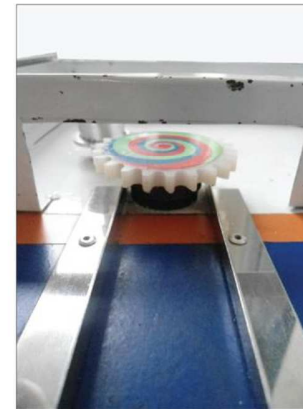
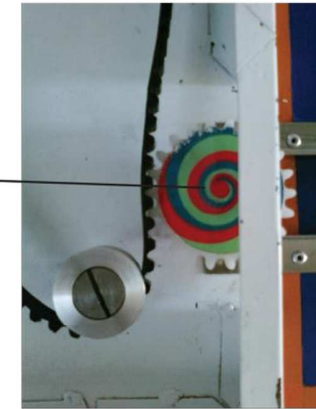


Vista superior

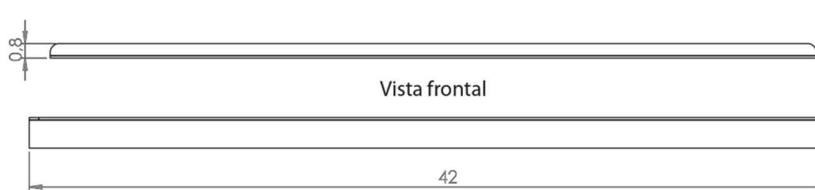
**Espiral**

Superficie plana circular cerrada que contiene una figura plana construida por varias curvas abiertas que giran sobre sí mismas, desde un mismo punto de inicio, formando una espiral.

El engranaje final queda a una altura de 1,5 desde la superficie del tablero. esta ubicado hacia la izquierda del artefacto, al final del riel, centrado en él.

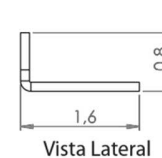
**PIEZA D - Riel**

Conformado por dos superficies planas rectangulares que han sido dobladas a un ángulo de 90° y por uno de sus lados remachadas a la parte superior del tablero. La distancia interna entre los dos perfiles es de 3,4 cm y la distancia entre los bordes externos del perfil es de 6,15 cm. El riel atraviesa casi toda la Zona B del tablero y una parte de él, aproximadamente 2,4 cm entran por la caladura de la Zona A.



Vista frontal

Vista superior



Vista Lateral



Aspectos Conformativos

Nivel sintáctico

Manifestaciones sensibles de la forma

A. COLOR
DEL MATERIAL/
PLASTICO

1.Tinte:
DOMINANTE ■
2.Notación NCS:
S 9000-N
3.Valor:
BAJO
4.Saturación :
ALTA

B. TEXTURA
DEL MATERIAL
1. Tipología: SUPERFICIE PLANA

2. Material: PLASTICO
3. Direccionalidad: 1
4. Densidad: TUPIDA
5. Escala : GRANDE
6.Orden: ORDENADA

D. TRANSPARENCIA
DOMINANTE - OPACO
C. BRILLO
DOMINANTE-MATE

A. COLOR
DEL MATERIAL/
PLASTICO Y METAL

1.Tinte:
SECUNDARIO ■ ■
2.Notación NCS:
S 3000-N ■
S 0505-Y ■

3.Valor:
ALTO ■
MEDIO ■

4.Saturación :
BAJA ■
MEDIA ■

B. TEXTURA
BIDIMENSIONAL/
DEL MATERIAL
1.Tipología: SUPERFICIE LISA
2. Material: METAL Y PLASTICO
3. Direccionalidad: 1
(Textura Lineal)
4.Densidad: TUPIDA
5.Escala : GRANDE
6.Orden: ORDENADA

D. TRANSPARENCIA
SECUNDARIO - OPACO
C. BRILLO
SECUNDARIO - BRILLANTE Y
SEMI-MATE



A. COLOR
DEL MATERIAL/
ACERO
1.Tinte:
SECUNDARIO ■
2.Notación NCS:
S4502-B
3.Valor:
ALTO
4.Saturación:
BAJA

B.TEXTURA
BIDIMENSIONAL
1.Tipología: SUPERFICIE
PLANA
2. Material: ACERO PULIDO
3. Direccionalidad: 1
4.Densidad: TUPIDA
5.Escala : GRANDE
6.Orden: ORDENADA
C. TRANSPARENCIA
SECUNDARIO - OPACA
D. BRILLO
SECUNDARIO - BRILLANTE

A. COLOR
DEL MATERIAL/
TINTAS DE IMPRESIÓN
1.Tinte:
ACENTO ■ ■ ■

2.Notación NCS:
S 1050-G30Y ■
S 1080-Y80R ■
S 3060-B40G ■

3.Valor:
Alto ■
Medio ■
Medio ■
4.Saturación :
Baja ■
Media ■
Media ■

B. TEXTURA VISUAL
ESPIRAL:
BIDIMENSIONAL/
SUPERFICIE PLANA
1.Tipología:
LINEAS CURVAS
2. Material:
HOJA IMPRESA + PAPEL
CONTAC
3. Direccionalidad: 1
(Textura Lineal)
4.Densidad: RALA
5.Escala : GRANDE
6.Orden: ORDENADA
C. TRANSPARENCIA
ACENTO -OPACA
D. BRILLO
ACENTO - SEMI-MATE

A. COLOR
APLICADO

1.Tinte:
ACENTO ■
2.Notación NCS:
S 1080-Y70R
Color con:
80% de cromaticidad
con un:
70% de rojo
30% de amarillo
3.Valor:
MEDIO
4.Saturación :
ALTA



B. TEXTURA
BIDIMENSIONAL/
DEL MATERIAL
1.Tipología:
SUPERFICIE
2. Material:
MADERA + VINILO
3. Direccionalidad: 1
(Textura Lineal)
4.Densidad: TUPIDA
5.Escala : GRANDE
6.Orden: ORDENADA

D. TRANSPARENCIA
ACENTO - OPACO
C. BRILLO
ACENTO - MATE

RIEL-ENGRANAJE FINAL-CADENA

Análisis estructural**Aspectos relacionales****Engranajes móviles**

Los engranajes son las piezas manipuladas por el niño, que en función de su uso no poseen una ubicación fija dentro del plano de los actos, sobre el cual se posicionan por gravedad, a través de la coincidencia entre sus superficies atraídas en el eje Y, por el fenómeno físico del magnetismo que produce el imán que tiene la base, del eje de los engranajes.

Durante la manipulación del niño, estos componentes son guiados por el riel en dirección horizontal, restringiendo solo en 3 casos (engranajes grandes y engranaje mediano) su desplazamiento vertical únicamente en el plano de los actos de uso, dejando libertad de movimiento en el eje Y.

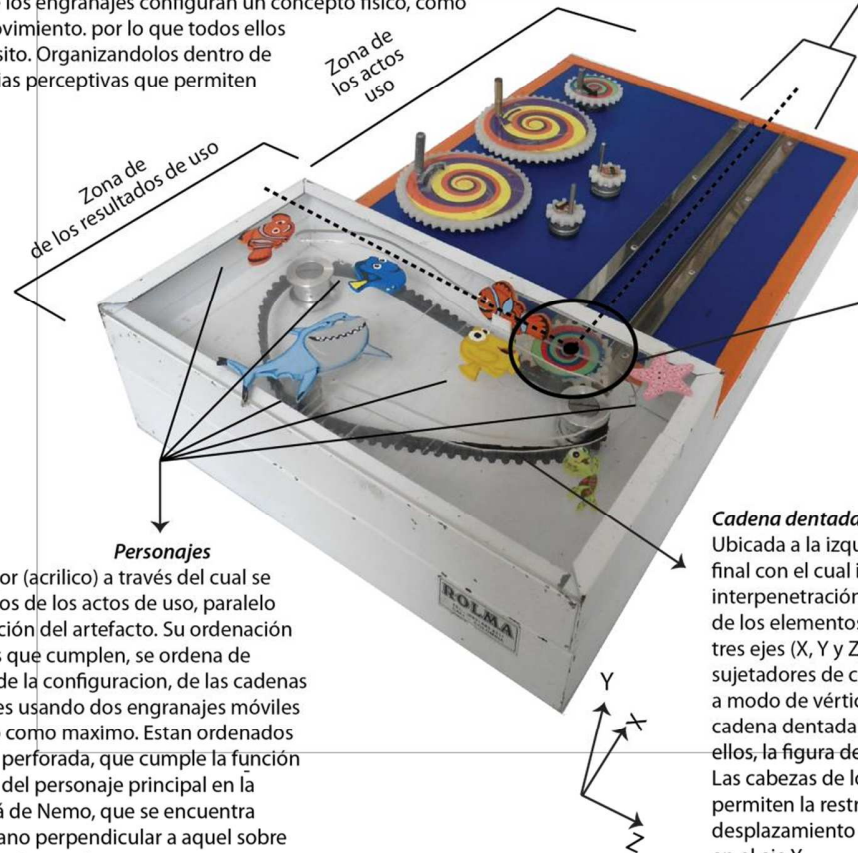
Los engranajes móviles cumplen un principio de equifinalidad al tener el mismo fin, la forma de los engranajes configuran un concepto físico, como es la transmisión de movimiento, por lo que todos ellos tienen el mismo propósito. Organizándolos dentro de unos ordenes y jerarquías perceptivas que permiten su integración.

**Riel**

Ubicado en el área de los actos de uso, sobre el plano de manipulación horizontal, constituye otro de los componentes completamente posicionado y fijo del artefacto. La lectura de uso de esta pieza se hace de derecha a izquierda debido a la orientación hacia el engranaje fijo, lo cuál insinúa el lugar y dirección de ordenamiento de los engranajes.

Engranaje final: Elemento nodal

Este engranaje, por su posición fija y su papel regulador, entre el área donde se descargan los actos de uso y aquella donde los resultados de estos son percibidos, constituye el punto nodal a partir del cual se ordenan y estructuran el resto de elementos del artefacto en un solo plano: X-Z. De este punto virtualmente se desprende dos líneas direccionales, una de ellas, horizontal que guía el riel y otra línea vertical con mayor longitud en sentido norte que orienta la cadena dentada y los elementos dispuestos a su alrededor (sujetadores de la cadena y personajes).

**Personajes**

Se ubican sobre el visor (acrílico) a través del cual se observan los resultados de los actos de uso, paralelo al plano de manipulación del artefacto. Su ordenación o papel de estaciones que cumplen, se ordena de acuerdo al resultado de la configuración, de las cadenas de engranajes posibles usando dos engranajes móviles como mínimo y cinco como máximo. Están ordenados alrededor de la curva perforada, que cumple la función de camino o trayecto del personaje principal en la historia: Marly el papá de Nemo, que se encuentra posicionado en un plano perpendicular a aquel sobre el cual se posiciona el resto de personajes.

Cadena dentada

Ubicada a la izquierda del engranaje final con el cual interactúa a través de la interpenetración de sus dientes, es otro de los elementos posicionados en los tres ejes (X, Y y Z), gracias a los sujetadores de cadena que se ordenan a modo de vértices formando con la cadena dentada guiada a través de ellos, la figura del triángulo escaleno. Las cabezas de los sujetadores permiten la restricción del algún desplazamiento de la cadena en el eje Y.

Ubicación de los sujetadores de la cadena dentada formando un triángulo escaleno

**ARTEFACTO**

NIVEL SEMÁNTICO

La semántica, aborda al signo en relación a lo que significa, permite entender la capacidad del objeto de ser el soporte de diversos significados y de transmitir diversos mensajes. Este nivel relaciona al signo con la capacidad de hacer visibles sus propiedades, hasta la capacidad de proporcionar un sentido susceptible a la interpretación. Como se mencionó anteriormente, el objeto es el resultado de la representación de un concepto en una estructura formal y significativa que transmite este mensaje; de esta manera, desde una perspectiva semiótica el objeto ha sido configurado con cierto orden morfológico, relacionado estructuralmente, con ciertos materiales y le han sido asignados valores estéticos por el diseñador, para constituir un mensaje, que se busca sea significado por el sujeto, de acuerdo, a las intenciones del diseñador, pero que posteriormente puede ser re-significados por el sujeto generando así nuevos usos.

Cantú (2003) enfatiza el análisis semántico, en identificar las cualidades simbólicas de los objetos, qué de los objetos representa algo y cómo eso expresa su uso o propósito; sin embargo, también reconoce que los objetos no sólo representan una cualidad de sí mismos, sino algo más, algo que no está per se en la mente del usuario cuando ve el objeto, sino que es construido por la relación entre el objeto, su configuración y la interpretación del sujeto.

Cantú (2003) y Sanín (2006) han expuesto como en ocasiones la semántica y la pragmática pueden relacionarse, si la semántica está relacionada con el mensaje contenido en la forma que se ha materializado, y la pragmática con los usos dados al objeto; en cierto punto, la dimensión semántica provee algún sentido pragmático. Es decir, la información que es capaz de comunicar y transmitir el objeto, le informa al sujeto como usarlo, como debe ser su comportamiento, afectando incluso su estado de ánimo.

De acuerdo a Mondragon (2002), la dimensión semántica proporciona denotación y connotación. Denotación es la medida que la forma ha sido configurada desde la proyección del diseño para permitir unas funciones prácticas primarias, y la connotativa comprende un proceso de interpretación de signos del objeto por parte del sujeto. Estos dos conceptos permiten entonces, hacer una pequeña división en el nivel semántico, que se explican a continuación: El nivel semántico I se encarga de la denotación y el Nivel semántico II de la connotación. Analizados desde dos visiones: Primero, por pieza que conforma la totalidad del objeto, y segundo, el objeto como totalidad, identificando aspectos que representan significados, permitiendo entender al objeto como una sola unidad.

Nivel Semántico I

El nivel semántico I, se centra en la capacidad del objeto de significar. Tanto los significados propios de los elementos formales (geométricos) y estéticos, como la función proyectada desde la configuración de la forma; o como lo define Nikiel (2010), la semántica en este nivel enfatiza en el repertorio de signos que usa el diseñador para conformar un significado a las entidades practico-formales y estético-formales que conforman el objeto, abordando además los aspectos simbólicos con fines de facilitar la comprensión y aceptación del objeto dentro de una cultura; sin embargo, reconociendo que las funciones simbólicas, adquieren su sentido al ser interpretadas y sociabilizadas en su contexto de uso. Todo esto, teniendo en cuenta la teoría del diseño y la conceptualización realizada por Claudia navarro, que se toma de la entrevista que se realizó a inicios de la investigación.

Cuando el diseñador está configurando formalmente una conceptualización, debe codificarla de manera que sea comunicable; la capacidad de la forma de comunicarle al lector la información que ha configurado, le da al objeto ese status de comunicador. Por una parte, la comunicación del objeto de sus funciones: lo que es, sus prestaciones

y como se usa. Y por otra parte la capacidad comunicativa, de valores culturales y sociales que portan los objetos y a los cuales el sujeto da sentido (Castillo, 2009). Al estar relacionadas la capacidad comunicativa del objeto con la función, se remite a Eco mediante el concepto de denotación (Citado por Castillo, 2009). Eco entiende por denotación “el efecto inmediato que una expresión (un signo) desprende de un mensaje en el receptor (dentro de una determinada cultura)” (p.80), así entonces, el objeto ha sido configurado mediante signos articulados por el diseñador para expresar sus funciones prácticas y de uso. Dichos signos deben ser interpretados por un usuario, para entenderlo y utilizarlo adecuadamente (Nikiel, 2010). Aquí el nivel semántico, referencia el mensaje que se quiere enviar y es el medio (representamen) para la interpretación (Cantú, 2003).

Este nivel semántico encierra el propósito o función básica del objeto (y sus partes), que en palabras de Moles (1975) es la semántica objetiva, donde la utilidad del objeto es la base del papel mediador entre situaciones y actos. En ese proceso de configurar las funciones del objeto, Moles habla de la complejidad estructural y la funcional. La primera de ellas, está relacionada con el conjunto de piezas que componen el objeto, su variedad y las relaciones que establecen. La segunda, está relacionada con las funciones elementales que permite un objeto y como ésta revela no sólo la frecuencia de actos sino aquellos que están condicionados a otros aspectos del individuo.

Sánchez (2005) señala que, frecuentemente, a la forma se le otorga un status funcional, convirtiéndola en mediador de las necesidades humanas, pues se vuelve el soporte de ciertos conceptos de diseño, basados en principios físicos (contener, soportar, elevar) si la forma sobredimensiona su mensaje, su génesis comporta:

“a) Función - forma: la estructura formal se configura para vehicular un principio funcional, siendo la forma la mimética

de un principio físico, mecánico, energético o informativo sobre la cual se ejecutan actos humanos (sentarse, agarrar, portar, soportar, transmitir).

b) **Forma - función:** la forma propone una función ya establecida o nueva (una globularidad hueca a la escala de las manos propone una estructura de contención portable).

Y dependiendo de su configuración, puede ser:

c) **Independiente:** soporta la función y la desempeña sin depender de otros (destornillar con un destornillador).

d) **Dependiente:** desempeña la función apoyada en otros (comer carne, relacionando una sujeción y un corte)” (p.26)

Castillo (2009) se remite a las funciones indicativas y expresivas (aspectos formal-estéticos) del objeto que se puede incluir dentro de los aspectos denotativos; estas funciones de la forma y elementos estéticos que pueden generar un significado, utilizando leyes de la forma, que existen independientemente de unos significados en particular y que ayudan a visualizar las funciones comunicativas del objeto, a indicar su función primaria y manejo. Las funciones indicativas llamadas así por B. Bürdek (1994), definen las señales usadas por el diseñador que remiten a las funciones prácticas de un objeto o explican su uso. No solo apoyado en el desarrollo formal, sino material, constructivo y sus interacciones. Se refiere también, a la transición entre las funciones estético-formales hacia las indicativas, esa transición se asegura desde el significado previsto en el nivel sintáctico, usando las leyes de la forma (de la teoría de la Gestalt) y definiciones sobre la teoría del color, que orientan al objeto desde sí mismo.

Para efectos del análisis semántico, se tuvo en cuenta la propuesta de Löbach (1981) sobre el análisis funcional, descomponiendo al objeto en sus funciones parciales, representando las funciones de cada pieza, y sus relaciones con la función total del

objeto. El objetivo es estructurar las características funcionales del objeto a través de sus cualidades funcionales.

Fornari (1989) considera que todos los objetos artificiales, justifican su existencia porque sirven a una finalidad, cada uno a su manera y satisfaciendo distintas necesidades, pero al fin y al cabo cumpliendo una función. Dando por sentado entonces, que todos los objetos son en principio útiles. Fornari (1989) propone tres tipos genéricos de utilidad: La utilidad física, psíquica y psico-física. Para este nivel, donde nos centramos en la función física desempeñada por el objeto, el autor propone denominarlos productos prácticos. Dichos objetos, podrían cumplir más de una función, porque aunque estén destinados a cumplir una función física, por ser objetos sensibles desempeñarían funciones psíquicas también.

Las funciones que han sido pensadas por el diseñador, que constituyen la esencia del objeto, Vila Ortiz (citado por Fornari, 1989) las denomina innatas, y las hay de tipo física y síquica: las físicas son aquellas que se analizan en este nivel semántico I y las síquicas en el nivel semántico II. Las funciones innatas pueden ser jerarquizadas en sub funciones que asumen las diversas partes del objeto. Por otra parte, el autor reconoce que cuando el objeto se usa sufre ciertas alteraciones, y ya no solo están las funciones innatas, si no las adquiridas (que se originan en el nivel pragmático) y que en algún punto pueden complementar las funciones innatas. También, se pueden encontrar funciones dependientes e independientes, las primeras son aquellas que están subordinadas a las funciones de otro elemento y las segundas son aquellas que se dan con autonomía.

Según Vila Ortiz (citado por Fornari, 1989) la relación que existe entre la noción de forma y función, “nace de la imposibilidad de cumplir con su función sin tener una forma adecuada para ello”. De ahí que “la forma se nos aparezca como un instrumento o agente productor de valores funcionales” (p.32) esto es, la forma confiere utilidad a los objetos. El uso de la forma, está sujeto

a ciertas predeterminaciones funcionales que deben realizar los objetos y a las diferentes maneras que tiene las personas de entender los tipos de funciones y la cantidad de funciones que un objeto desempeña; en esta medida, la relación forma-función puede presentar ciertas discrepancias con otros teóricos. Pues si esas predeterminaciones morfo-funcionales no son usadas adecuadamente, convierten al objeto o a una de sus piezas en “deficiente”.

Dentro de las funciones físicas u operativas, Vila Ortiz reconoce la existencia de unas funciones psíquicas generadas por los objetos. Estas funciones psíquicas que son asignadas a los productos durante el uso, conocidas también como funciones adquiridas y que se independizan en cierto punto de las funciones físicas, serán tratadas en el nivel semántico II. La forma permite configurar ciertos valores funcionales de manera objetiva, estos valores de uso físico o físico-funcionales, no solo se quedan en valores operativos del objeto, es decir, que permitan cumplir las funciones básicas del objeto; sino también, valores para-operativos, estos se refieren a la realización de acciones que de cierta manera pueden considerarse complementarias a las básicas, pero no se establece alguna diferenciación jerárquica de ante mano.

Cada uno de estos valores se correlaciona con diversos aspectos formales. Se pueden encontrar así:

- Valores de utilización o funcionamiento: cumplir su función básica.
- Valores de relación inter-objetual: la adecuación entre piezas con las que debe unirse.
- Valores de relación Hombre-Objeto: aquellos que permiten adecuarse a las características físicas del usuario.
- Valor de Seguridad: Permiten un uso seguro del objeto.
- Valor de Conservabilidad: posibilitan la conservación del objeto entre momentos de uso y su mantenimiento.
- Valor de Durabilidad: relacionada con los materiales que permiten su conservación.

Con el mismo carácter denotativo, se tendrán en cuenta otros aspectos como el material, el color, y aspectos compositivos de la forma en relación a unos criterios de orden.

-Material: Es el soporte físico del que están hechos los objetos, medio material usado para la configuración tridimensional del concepto. En la dimensión denotativa, aborda las características físicas como su duración, dureza, plasticidad, etc.

-Semántica del color: Este aspecto revela el uso del color para orientar y facilitar la lectura de la forma y su uso, teniendo en cuenta los significados del color. En cuanto el color, mediante ciertas leyes perceptivas se puede por ejemplo: determinar una lectura jerarquizada de los elementos, variando la intensidad, el contraste de los colores, resaltando u ocultando diferencias o similitudes. Para esa evaluación del color, se tiene en cuenta su significado, a partir del tono, valor, temperatura, entre otros.

-Criterios de orden: se abordan unos criterios de orden expuestos por Sánchez (2005) y unas señales expuestas por Bürdek (1994) que remiten a las funciones prácticas configuradas en el producto.

Del primer autor, se tienen en cuenta criterios de orden como la axialidad, coaxialidad, simetría y asimetría. De las señales que menciona Bürdek, se encuentran: la delimitación, el contraste, la formación de grupos, la orientación, ajustabilidad, entre otros.

En este nivel, la forma ha sido configurada objetivamente, están definidas sus funciones y sus cualidades estéticas. El mensaje que ha sido conceptualizado tridimensionalmente en un artefacto, está listo para ser comunicado, para ser usado por el niño. Tener claro el proceso de diseño, de los valores funcionales, estéticos y algunos simbólicos que han sido configurados previamente, permite confrontar las decisiones del diseñador frente al uso que el niño da al objeto y sus partes, poder evaluar el carácter comunicativo de la forma y demás valores agregados.

4.1.1.1.1. *Instrumento y Análisis Nivel Semántico I*

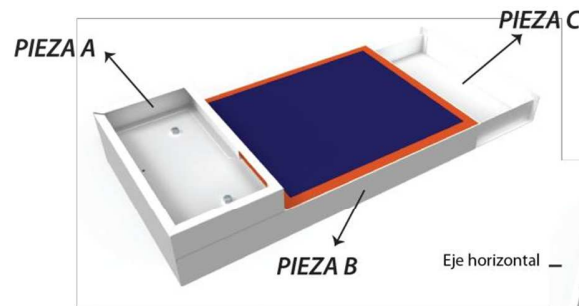
Análisis Semántico

Significado Forma y Función

DIMENSIÓN DEL SIGNIFICADO

la pieza tablero ofrece una apariencia sólida, pesada, geométrica y rígida, donde se realizan diversos actos de uso.

Conformada por diversas superficies rectangulares organizadas ortogonalmente. Los ángulos rectos que se forman de esta organización ortogonal, exhiben una objetividad y control de la forma. Las líneas rectilíneas que conforman los planos, definen los límites externos del artefacto, con direcciones verticales y horizontales. Esta organización de superficies planas, generan visualmente un volumen, en este caso, vacío. Aunque la pieza B se aprecia más como un volumen sólido y macizo, pues la pieza C se presenta guardada al niño, por su parte, en la pieza A se observa ese vacío, que sin embargo, en este artefacto expresa un espacio de contención para unos elementos.



La pieza B está dispuesta en un eje horizontal, contrario a la pieza A, que se une a está bajo un eje vertical y se superpone a ella en un extremo izquierdo. Esta ubicación genera un peso visual hacia la izquierda, apoyado además, en la relevancia o jerarquía que toma esta pieza en virtud de una posición más elevada con relación al resto de la estructura del tablero (pieza B). La posición de la pieza A, es consecuente con el espacio que se requiere para la disposición de las ruedas dentadas, por lo que, la pieza A delimita el espacio efectivo en la parte superior de la pieza B, para la ubicación de las ruedas dentadas.

DIMENSIÓN DE LA FUNCIÓN

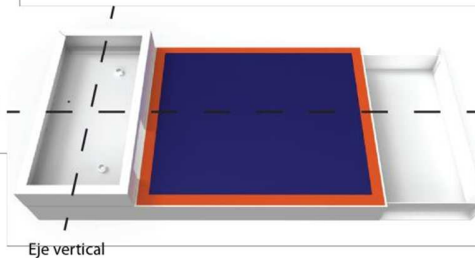
En términos de la función del tablero, se identifican dos zonas:

la Zona A, (parte A) tiene como función la contención de unos elementos (parte del mecanismo de transmisión que es dado al niño) pues las superficies organizadas ortogonalmente sugieren un espacio vacío, que finalmente delimita un área, de la superficie superior de la parte B, esta es la Zona B. Aquella donde se ubican, manipulan y organizan los engranajes móviles en el riel, de modo horizontal.

Teniendo en cuenta la toma de decisiones de la autora, ella expresa que la zona de la cadena dentada (Parte A) fue el inicio de la conceptualización de la tarea, por lo que, los elementos se configuraron de derecha a izquierda, a partir de la ubicación de la cadena, el engranaje final concatenado a ella (dado como indicio inicial del mecanismo de transmisión), y la longitud que se requería para colocar los cinco engranajes y poderlos manipular, esta disposición de los elementos, finalmente determino las dimensiones (largo y ancho) del tablero.

La conceptualización de la pieza A, parte del hecho de que, a la cadena dentada esta unido Marly, y su desplazamiento, originado por la transmisión del movimiento del engranaje final a la cadena, y a su vez, este transmitido por la configuración de engranajes que se ubican en el riel, debe ofrecerle al niño una evidencia de las configuraciones que realiza, por lo que el movimiento de Marly, tras el giro de una vuelta del engranaje inicial, dependiendo de la configuración de engranajes usada, lo lleva a estaciones intermedias, a la estación obstáculo o al éxito.

Finalmente el tablero de personajes que va encajado en la pieza A, es el que le informa al niño el resultado de cada intento. La altura de la pieza A esta determinada, por la altura de la superficie de la pieza B con relación a la cadena, más la altura de la cadena y del eje que sostiene a Marly, pues este personaje, queda al borde del camino de acrílico para que pueda desplazarse fácilmente por él.



En cuanto a los colores que tiene el tablero, estos permiten en el proceso de lectura del objeto, demarcar aún más, dos zonas funcionales del objeto; por una parte la zona donde se evidencia el movimiento de la cadena, por ende, de Marly y las estaciones donde va quedando, tras cada intento (Pieza A) y por otro lado la zona de ubicación y reorganización de los engranajes móviles (Parte superior de la Pieza B) que esta por fuera de los límites que establece la pieza A.

A todo el tablero (pieza A,B y C) le ha sido aplicado el color, mediante pintura en esmalte de tinte blanco. De modo, que el color que domina mayor área del objeto es el blanco, es un color que refleja en alto porcentaje la luz y es considerado como un color neutro.

El área hacia la derecha, delimitada por la pieza A, está cubierta por dos superficies planas rectangulares de papel contac, uno de ellos en mayor área que el otro. El de mayor área, es un color con 70% de azul-30% de rojo y alta saturación y el de menor área, que bordea la zona, creando una especie de marco, es un color con 50% de amarillo y 50% de rojo, generando un tinte naranja, con alta saturación y valor. Esta diferenciación de colores, acentúa el peso visual generado por la pieza A. produciendo ahora un contraste entre la pieza A y la zona de los engranajes de la pieza B, el uso de estos colores también permite reforzar en la lectura la organización y el significado funcional de las dos áreas. Estos dos colores, naranja y azul, son complementarios, de acuerdo al círculo cromático. El color naranja expresa una fuerza visualmente expansiva, tiene un carácter cálido y energético, por su alta saturación funciona como acento, o como un punto focal en el artefacto, que llama la atención, estimula y da dinamismo. Por su posición y área ocupada delimita el espacio de ubicación de los engranajes, direccionándolos hacia el espacio azul.

El color azul a pesar de estar presente, con una alta saturación, su valor o luminosidad es mucho más baja que la del naranja, generando la sensación de un área que se cierra y concentra. Teniendo en cuenta, las teorías que hablan sobre la temperatura del color, en este caso, el azul es considerado un color frío, que da sensación de profundidad, por su parte el naranja, haría parte de los colores cálidos, que acercan la atención y a su vez son más densos. El uso de estos dos colores; azul y naranja en alta saturación están cargados de expresión y emoción, que atraen y capturan la atención del niño. La autora uso estos dos colores con el fin de evocar los colores del mar, esta temática deviene de la historia principal de la película Buscando a Nemo. A pesar de qué, estos dos colores no se encuentran en el área donde están los personajes.

TABLERO

DIMENSIÓN DEL SIGNIFICADO

Los Engranajes móviles son cinco, dos (2) de diámetro grande, uno (1) de diámetro mediano y dos (2) de diámetro pequeño. Cada engranaje está conformado por cuatro piezas (la rueda dentada, la manivela, el eje y la base del eje, que es un imán) cada uno de los engranajes cuenta con una espiral (papel impreso) pegado a la rueda dentada y sobre él una flecha pegada que indica un sentido de giro, derecha o izquierda. De modo que, el análisis semántico, de los significados que vehiculan los elementos formal-estéticos de los engranajes, se realizó teniendo en cuenta estos elementos característicos que los conforman.

Las ruedas dentadas, desde sus cualidades morfológicas, han sido configuradas a partir de adiciones y sustracciones de líneas mixtas (curvas y rectas) que finalmente forman una curva cerrada, de la misma manera que su entidad limitante, desde una vista superior, es una forma circular, y que de cierta manera, al observar la rueda dentada se logra ver una

línea ondulada cerrada, que expresa movimiento. Interpretando, la parte creciente de estas ondulaciones como sus dientes, y la parte decreciente, que genera un espacio para el encaje o interpenetración de los dientes de otro engranaje, cuando se concatenan. Esta entidad, forma curva circular, que limita la rueda dentada, a pesar de ser una forma geométrica como el caso del rectángulo o cuadrado, expresa por el contrario, pasividad, movimiento y fluidez. Esta forma al trasladarse paralelamente, obtiene un grosor, que se percibe como un volumen sólido y macizo. La manivela, el eje y la base imán del eje, se interpretan como cilindros de diferentes alturas y diámetros. Volúmenes sin aristas, que ofrecen un fácil agarre pero que a su vez, se deslizan fácilmente.

La flecha, es un elemento simbólico, que representa la dirección en la que debe desplazarse el objeto, que obviamente tiene esa posibilidad de movimiento (Magariños, 2002). En este caso, la flecha que tienen los engranajes pegada en su parte superior, representa el movimiento direccional (hacia la izquierda o derecha) bajo el cual el niño, debe manipular el engranaje. En todos los engranajes la flecha es de color negra, excepto en uno de los engranajes grandes, que es de color morada. Esta flecha actúa como acento (Olguín y otros, 2009) pues su color genera un punto de atención y contraste sobre los colores de la espiral. Que es una situación ideal en aspectos funcionales, para que el niño tenga presente la dirección de giro del engranaje que está usando como inicial.

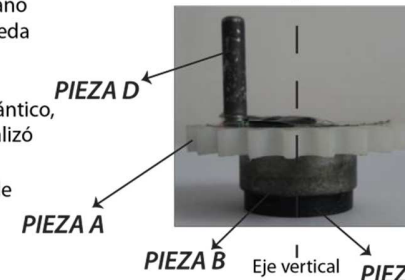


La espiral, se configura como una textura visual policromática. Que para la autora tiene como función, permitirle observar al niño el movimiento de cada rueda dentada, generando esa sensación. La espiral es deviene de una línea curva abierta en la cual hay una variación de su longitud radial, cuando tiene un movimiento de rotación periférico. Este tipo de espirales contraria a la espiral de Arquímedes, tiene un impulso creciente de distanciamiento con relación a su centro (Pol, 2005), expresando un dinamismo infinito, y donde adquiere vital importancia la dirección que toma. En este caso, por ejemplo, en los engranajes grandes a pesar de que la dirección de las flechas es izquierda – y – derecha, la dirección de las espirales en ambos engranajes es la misma. y en los engranajes pequeños, existe cierta variación de la posición de la espiral, sin embargo no son contrarias, como lo es la dirección de sus flechas.

En cuanto a los colores, las piezas del engranaje (rueda dentada, eje, manivela e imán) poseen el color de su material, al igual que la flecha, quien tiene el color del fomi o eva (Negro y morado). En el caso de las espirales, estas han sido impresa en papel y pegadas sobre la rueda reforzándolas con papel contac en su superficie. Los colores de las espirales se agrupan por tamaño cada grupo de tamaño (grande, mediano y pequeño) tiene una triada de colores en sus espirales.

En el caso del engranaje grande los colores dominantes son los de su espiral (que está entre los tonos del amarillo, rojo-violeta y naranja) sobre todo el color amarillo, quien tiene la mayor saturación y valor (luminosidad) de los tres, atrayendo la atención del perceptor, en particular sobre este color, considerado como un color luminoso, cálido y ardiente (Costa, 2003) los colores del engranaje grande, con relación al círculo cromático son casi análogos, hace parte del grupo de colores cálidos.

En los engranaje medianos, la espiral tiene tonos entre el verde, rojo, y azul-verde, formando un triángulo en el círculo cromático. El color rojo es el de mayor saturación, que atrae generando ese movimiento de espiral, desde afuera hacia adentro. En el caso de los engranajes pequeños, son los que menor valor y saturación tienen, podrían decirse incluso que por su tamaño y colores, no generan un mayor impacto en el usuario.

Nivel Semántico
Significativo - Funcional

Nivel Semántico Significativo - Funcional



El principio organizador del engranaje, propone un eje vertical de organización de cada una de sus partes, en un sentido organizador de abajo hacia arriba (eje y base imán) y de arriba hacia abajo (manivela). Así mismo, en virtud de su posición relativa a las demás piezas y su tamaño en posición vertical; la manivela adquiere una relevancia, una jerarquía con relación a las demás piezas, que se asocia a una función indicativa de este elemento.

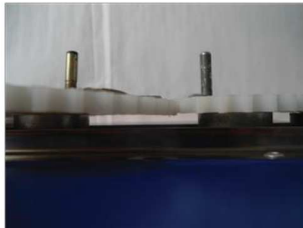
Desde la teoría de la Gestalt, en cuanto al aspecto compositivo de la forma podemos hablar del principio de similitud, que permite agrupar a los engranajes en una misma categoría al compartir características como su forma, grosor, y agruparlos en pares por el color de sus espirales y tamaño. Según Lidwell, Holden & Butler (2005) el agrupamiento que se realiza por similitud permite reforzar las relaciones entre elementos, en el caso de la similitud por color, esta genera un efecto de agrupación más evidente que por otra variable de similitud. La similitud por tamaño también resulta eficaz, pues en este caso, el tamaño de los engranajes se distingue claramente entre sí, constituyéndose como una estrategia de agrupación que pueden usar los niños para clasificar los engranajes. A pesar de que para estos autores, la estrategia de agrupar por forma es la más débil, en este caso la similitud de forma de los engranajes es clave, para comprender como se interrelacionan estas formas, de modo que son la base, para que el niño descubra como se concatenan los engranajes.

DIMENSIÓN DE LA FUNCIÓN



La Zona B del tablero, marca una pauta para la ubicación de los engranajes y la realización de diversos actos de uso, sobre los engranajes en esta área. La jerarquía, como criterio de relevancia o significación de una forma (Castillo, 2009) se evidencia en la funcionalidad, que se ha dotado a la manivela, para generar el movimiento de los engranajes, sin embargo, esta parte del engranaje no cuenta con textura o algún tratamiento que facilite su agarre por lo que los dedos se resbalan fácilmente. adicionalmente cuando se arman configuraciones usando 3, 4, o 5 engranajes la fuerza que se requiere para mover el sistema es mucho mayor, y es difícilmente alcanzable girando el ultimo engranaje desde la manivela, caso evidente en los engranajes pequeño.

Los engranajes móviles son, las piezas más importantes del artefacto, pues, a través del uso de ellas, el niño puede resolver el problema. Los engranajes son piezas dentadas (en este caso de dientes rectos) que transmite el movimiento circular de sus ejes cercanos mediante el empuje que ejercen los dientes de una rueda sobre los dientes de otra. Esto implica que, para que la transmisión del movimiento se dé, los dientes deben estar encajados y en contacto. Y esto es lo que posibilita la forma curva ondulada (construida a partir de segmentos de líneas curvas y rectas) que originan la rueda dentada.



El eje de los engranajes tiene como función permitir el giro individual de la rueda dentada, es decir, permitir que la rueda gire, pero que su eje este firme en el tablero; esto se logra, mediante el uso de un imán como método de fijación de los engranajes al tablero, ya que la piedra imán, tiene la capacidad de atraer otros metales como el hierro. Este fenómeno de atracción, llamado magnetismo, es el que se produce cuando el eje de los engranajes se acerca a cualquier superficie del tablero o incluso a los perfiles que conforman el riel. Sin embargo, el uso del imán no garantiza una completa fijación del eje en una orientación X, ya que debido a sus propiedades y la poca fricción generada entre las superficies de contacto, el engranaje se desliza en el eje X con mucha facilidad y esto es un problema de uso, ya que cuando se arma el sistema, el niño debe generar fuerzas de giro-empuje desde la manivela (que sería la función básica de ella) en dirección al engranaje final, para evitar que los engranajes se desconcatenen mientras giran.



La función de los engranajes es transmitir el movimiento entre ellos, teniendo como pieza fundamental de su sistema, el engranaje final, pues este, esta concatenado con la cadena dentada, permitiendo así transmitir el movimiento a la cadena, para lograr la transmisión del movimiento.

ENGRANAJES MÓVILES

Nivel semántico

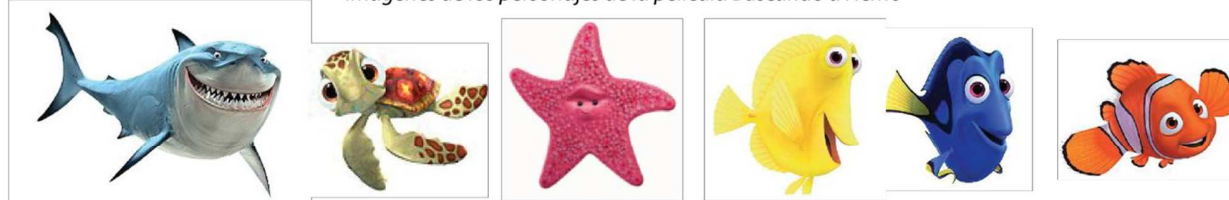
Significativo - Funcional



DIMENSIÓN DEL SIGNIFICADO

Los personajes hacen parte de los elementos expresivos-simbólicos del artefacto. Estos tienen que ver con la historia real de la película *Buscando a Nemo*, de modo que tengan sentido para el niño y se vinculen a su contexto para que él, se ancle a la historia y los personajes sean interpretados de la mejor manera. Los personajes del artefacto, se analizaron como representaciones icónicas similares (Lidwell y otros, 2005). El uso de estas representaciones, es con el fin de que los personajes sean reconocidos, a partir del establecimiento de una analogía con el personaje 'real' de la película. Los personajes del artefacto guardan una similitud a nivel formal, de color e incluso en sus expresiones no verbales, como la sonrisa, entre las piezas 'personajes' del artefacto y los personajes de la película.

Imágenes de los personajes de la película *Buscando a Nemo*



La característica del acrílico de ser transparente, permite ver a través de él, relaciones tan importantes, como lo es, la concatenación del engranaje final y la cadena, igualmente permite ver el movimiento de la cadena que resulta en el desplazamiento de Marly por la ranura en forma de 'U' que tiene hecha. La posición de los personajes (Nemo y Tiburón) a cada extremo de la ranura (camino) comunica una posición clave con relación a los demás personajes.

La jerarquía de los personajes en este caso es simbólica, ya que el personaje tiburón y Nemo cobran mayor importancia al ser el destino obstáculo (con el que pierde un intento) y el destino meta u objetivo de la tarea. Los demás personajes también son importantes, en la medida que le comunican al niño estaciones intermedias entre el éxito y el obstáculo. En cuanto a esa vinculación del niño con la tarea y relacionado a la película, el niño puede relacionar el destino obstáculo con el hecho de que el tiburón se quiera comer a Marly y al personaje Nemo con el aspecto principal de la película que es la síntesis simbólica de la situación problema, y es hacer que Marly se encuentre con su hijo Nemo.

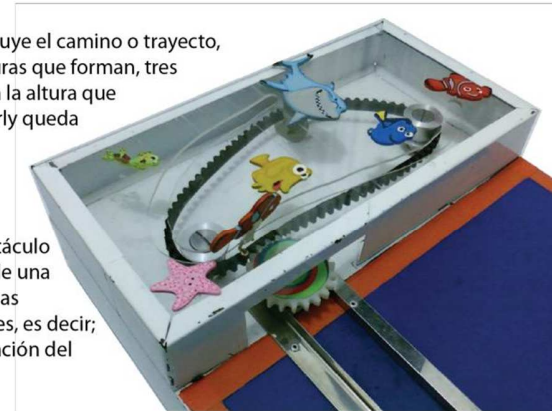
Los colores usados en los personajes se asemejan a los colores de los personajes de la película como tal. Se determinan tres colores dominantes (Nemo, Dory y el tiburón) los dos primeros por la alta saturación de sus colores, y en el caso del tiburón por el área que ocupa frente a la dimensión de los demás personajes. Se determinó el acento, como el color de la pez amarilla, un color cálido, en el grupo de los amarillo-naranja. Como secundarios, están los colores de la estrella de mar y la tortuga, unos colores base, con baja saturación, pero que, a pesar de tener un alto valor sus dimensiones no permiten que destaquen realmente.

DIMENSIÓN DE LA FUNCIÓN

La pieza en acrílico tiene dos funciones, primero ser el soporte de los personajes y segundo, tener la ranura que constituye el camino o trayecto, así como permitir la referencia espacial de la posición de cada uno de los personajes. El acrílico va insertado en las ranuras que forman, tres de las superficies ortogonales de la pieza A, quedando a un plano más elevado de la zona B, esto es necesario debido a la altura que se genera entre la superficie de la zona B, la cadena con sus sujetadores y el eje que sostiene a Marly, de modo que Marly queda al borde o incluso sobre sale un poco del plano de la pieza en acrílico.

La distancia que hay entre uno y otro personaje depende del trayecto de Marly, que es generado por las diversas configuraciones posibles entre los engranajes móviles más el engranaje final, usando mínimo 2 engranajes móviles y máximo 5.

Los personajes tienen como función indicar tres tipos de estados en el proceso de resolución de la tarea; el estado obstáculo o fin de un intento, cuando tras el giro de la rueda inicial, de una configuración de mínimo 2 engranajes móviles, al darle una vuelta, Marly llega donde el Tiburón. El estado meta o éxito de la tarea, cuando Marly llega donde Nemo, bajo las mismas condiciones de configuración del sistema mencionadas anteriormente, y cuando Marly llega entre los demás personajes, es decir, entre la pez amarilla y Dory, y entre, la tortuga y la estrella de mar, que constituyen estados intermedios de la configuración del sistema de engranajes.



PERSONAJES Y CAMINO

Análisis Semántico

Significado y Función

DIMENSIÓN DEL SIGNIFICADO Y LA FUNCIÓN

la agrupación de estas piezas, además de realizarse por su relación funcional, también se realizó por la organización de los elementos estableciendo una dirección de lectura de los mismos, de derecha a izquierda.

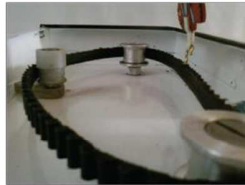
PIEZA A - Cadena dentada + Marly



La cadena dentada es la pieza de mayor jerarquía entre los elementos que se analizan en este grupo, en virtud de su dimensión, el espacio que ocupa, su forma curva atrayente y que expresa movimiento, así mismo, por tener sujeto a Marly, personaje

importante en la resolución del problema. La conexión entre la cadena y el engranaje final permite interpretar, el hecho de que comparten uno o más tributos en común, en este caso sus dientes engranados. Esta relación funciona como indicio para el niño, estas características salientes del artefacto, son importantes para la comprensión que él construye sobre el problema. Los sujetadores y la cadena también al estar en contacto, establecen una relación en este caso de sujeción y tensión de la cadena.

PIEZA B - Sujetadores



Los sujetadores se configuran como pilotes cilíndricos que por su superficie curva generan la sensación de movimiento, y de esa traslación que la cadena va haciendo alrededor de ellas cuando se transmite el movimiento desde el engranaje final, a su vez, la posición de los sujetadores generan la posición curva de la cadena. Y la forma que tienen, permiten sostener la cadena, en un plano paralelo a los dientes del engranaje final.

PIEZA C - Engranaje Final

El engranaje final es el elemento nodal entre la cadena dentada y el riel, es finalmente este engranaje el que se encarga de transmitir el movimiento a la cadena dentada y lograr el desplazamiento de Marly. Este engranaje guarda las mismas características del engranaje móvil mediano, exceptuando que el engranaje final no tiene manivela ni flecha que indica dirección de giro, pues este engranaje, dentro de las soluciones ideales de la tarea, no debe ser manipulado directamente por el niño. Sin embargo, el uso de la espiral, tiene la misma intención de las otras, y es generar la sensación de movimiento de la rueda, cuando el niño la gire. El hecho de que tenga los mismos colores de uno de los engranajes medianos, puede sugerirle al niño una agrupación y/o clasificación por la similitud de colores, del modo que si el niño coloca el engranaje mediano al lado del engranaje final, esta proximidad de los engranajes y su similitud forma es un medio poderoso para relacionar y concatenar los dos engranajes.

PIEZA D - Riel

Las formas del riel, geométricas y manejando ángulos rectos exhiben objetividad y control, la posición paralela en la que se encuentran dividen y a su vez delimitan un espacio. Dividen la zona B del tablero en tres franjas, una superior; donde se ubican los engranajes cuando se presenta la tarea, una media; que es la zona delimitada por las paredes internas de los perfiles que conforman el riel, y una zona debajo de uno de los perfiles, en donde también se puede ubicar los engranajes. A pesar, de que el riel fue la última pieza que se conceptualizó en el diseño de la tarea; su función es direccionar la posición de los engranajes en línea horizontal al estar concatenados al engranaje fijo. La orientación del riel, adecua la posición que debe tomar el niño frente al artefacto para usarlo, es decir, funciona como una limitación física, que reduce las acciones posibles al redirigir la ubicación y el movimiento de los engranajes de un modo determinado. El movimiento o posicionamiento de los engranajes se realiza linealmente mediante este canal donde deben insertarse los engranajes. El color y cualidades visuales están dados por el mismo material, que expresan un aspecto metálico, brillante, suave y cualidades de filo en sus bordes.

RIEL-ENGRANAJE FINAL-CADENA

DESDE EL ENFOQUE DE ANÁLISIS CONTEXTUAL

El análisis contextual, se centra en la construcción del significado del objeto en el entorno de uso, teniendo en cuenta las variantes culturales, sociales, familiares, las experiencias y conocimientos previos del sujeto. Es el proceso de contextualización del objeto anclado a la consigna y la actividad de resolución de problemas como tal.

Nivel Semántico II

La dimensión denotativa del objeto analizada en el nivel semántico I, sirve como soporte a la dimensión connotativa, objetivo de análisis en este nivel. El valor connotativo en la configuración de la forma, está dado por los modos en que el sujeto se relaciona y apropia del objeto para significarlo. La connotación trasciende la función básica y evoca al sujeto otros significados, significados que son atribuidos por él. En este nivel semántico II, el aspecto simbólico-expresivo es el que guía el análisis. Las funciones simbólicas del objeto (Bürdek, 1994; Nikiel, 2010) funcionan como mensajes de fondo; es decir, mediante asociaciones mentales, el objeto o ciertas características de este, remiten a un contexto en particular, direccionando así su uso y significación. En este nivel, el propósito del objeto no es lo único que se percibe de él, al mismo tiempo, surgen diversas interpretaciones de un solo objeto.

Las variaciones de la forma, le otorgan al objeto ciertos valores o cualidades axiológicas objetivas (Vila Ortiz citado por Fornari, 1989). Por ejemplo, el borde de un objeto puede ser muy fino, esto llevaría a pensar que tiene filo; a esta característica de poseer filisidad, se le denomina cualidad empírica. Gracias a este tipo de cualidades los objetos pueden ser significativos en algún sentido para las personas, estas cualidades de las que ostentan, son llamadas cualidades axiológicas objetivas y son valores adheridos a los objetos. Por lo que entonces, la forma le otorga al objeto valores objetivos, que en realidad

se convierten en valor, cuando el objeto es valorado por un sujeto; pero para que sea valorado, el objeto debe tener elementos que despierten la valoración por parte del sujeto; es decir, el objeto se puede configurar con valores objetivos, que por sí solos, representan únicamente potenciales de valor, en este caso funcionales.

Quien proyecta y diseña el objeto, lo concibe desde sus valores subjetivos iniciales, modelizando el objeto que quiere fabricar. La transformación física de la materia prima, responde a unas cualidades empíricas que representan los valores objetivos. Esas cualidades axiológicas son apreciadas por el sujeto, quien desde sus propios valores subjetivos lo interpreta, dándole el valor correspondiente. Frondizi Risieri (citado por Fornari, 1989) se refiere al valor, como una cualidad, que surge de la reacción del sujeto en relación a las propiedades del objeto. Introduce también al contexto como parte de esa relación, pues no se da en el vacío, sino que, por el contrario el ambiente de la situación afecta tanto al sujeto y al objeto, como al tipo de relación que establecen. Ese proceso de significación, interpretación, re significación se analizara en este nivel semántico II.

De los códigos comunicativos referidos por Bürdek (1994) como aquellas convenciones generadas en una sociedad y cultura, que son usados por el diseñador para configurar significados; en este nivel se puede observar cómo, estos códigos le permiten al sujeto inferir el contenido del significado del objeto, en la medida en que sean parte de un sistema de signos socialmente aceptado y reconocido. A su vez, influyen en el grado de aceptación del artefacto, pues este depende de hasta qué punto se conectan las pautas estéticas y simbólicas con los gustos del grupo de edad al que se dirige el objeto (Sánchez, 2005). Las connotaciones constituyen así, un repertorio de significados contruidos dentro de una cultura, para entender el objeto.

El uso de signos o símbolos contruidos socialmente que transmiten un significado, tiene una gran capacidad de apropiación,

esto debido a su capacidad de ser valorados desde una perspectiva estética. Para Sánchez (2005), tener varios símbolos configurados formalmente, permiten una inteligibilidad otorgada por esa valoración subjetiva, que a su vez, se presta para reinterpretaciones erróneas, afectando ciertos procesos comunicativos de la forma. Löbach (1981) se refiere a las funciones simbólicas, como aquellas determinadas por aspectos psíquicos, espirituales y sociales del uso. Aquí cobra importancia el aspecto perceptible del objeto, mediante los elementos estéticos, como el color, la textura, y la forma en sí misma, que remiten a experiencias previas mediante la asociación de ideas y vivencias con otros contextos. Para este autor, solo en la medida en que se percibe sensorialmente el objeto y hay un proceso espiritual de asociación de ideas, se vuelve eficaz la función simbólica de los objetos. Abordar la función estética, entre el sujeto-objeto dada por el proceso de percepción, es definida también por Löbach (1981) quien se centra más en el proceso de percepción sensorial durante el uso, sin dejar de lado el trabajo del diseñador para influir en las condiciones perceptivas del sujeto. Este autor considera dos momentos de la cualidad estética: la concebida/configurada por el diseñador, y la experimentada por el usuario quien percibe el objeto; haciendo énfasis en un proceso multisensorial, ya que todos los sentidos participan activamente del proceso perceptivo, y son conscientes de las dimensiones estéticas, como la forma, el color, las superficies, las texturas, el sonido que producen los objetos, que también relaciona con las experiencias previas con estas dimensiones.

Como lo menciona Moles (1975) y con base en el ejemplo de Cantú (2003), la relación estética es independiente de la funcional. Para Moles, el aspecto estético del objeto hace parte del universo connotativo del sujeto, radica en el placer de ver, tocar, tener y sentir el objeto. Las cualidades morfo-funcionales preparan ciertas reacciones y estímulos motores para el uso, pero las cualidades estéticas cambian la semántica del producto. Cantú, expone un ejemplo claro sobre esto: una misma jarra puede estar hecha de

plástico y de vidrio, su configuración formal no varía su función práctica, pero su cualidad no es la misma, el material expresa diferentes componentes expresivos y simbólicos. En el caso del artefacto por ejemplo, las flechas a pesar de que formalmente son iguales; indicando el sentido de giro del engranaje, la cualidad como el color, que es diferente en uno de los cinco engranajes, podría expresarle al niño que ese engranaje es diferente en algún sentido a los demás. Este tipo de respuestas se busca evidenciar, en el análisis de los videos de las aplicaciones.

Para Jalkanene-Mäkelä (2002-2005) la dimensión semántica también vincula los aspectos estéticos del objeto, en la medida que está vinculada a la satisfacción que produce el objeto durante el uso, originando una experiencia estética que permite conocerlo. Para Sánchez (1992) la experiencia estética, es una relación que se da entre un sujeto individual, un objeto físico en concreto, y en un momento dado. Para que un objeto exista estéticamente, es necesario que se relacione con un sujeto durante un uso, contemplación o consumo mediante su naturaleza estética. La experiencia estética es justo el momento concreto (no antes) cuando el objeto provoca esa experiencia en el sujeto. Para esta investigación, la experiencia estética, es individual por cada niño, se tendrán en cuenta patrones o actitudes similares en respuestas a esa relación para posteriormente aportar conclusiones.

Para que la relación estética sujeto-objeto se produzca, se requiere de varios condicionantes o factores, unos de orden objetivo, que se deben dar necesariamente en el objeto y otros de orden subjetivo, cuando son condiciones necesarias para que el sujeto entre en esa relación. En cuanto a los condicionantes de orden objetivo, estos son independientes del acto concreto de la relación; es decir, existen así el objeto no se percibido o contemplado. Lo anterior se refiere a las condicionantes físicas del objeto, como la luz que lo

ilumina, el color, entre otros. Son aquellos factores que destacan su aparición ante el aparato perceptivo del sujeto.

En cuanto a los factores subjetivos, se encuentran de diversos tipos, entre ellos los de carácter psíquico. Como por ejemplo, la atención o interés que tiene el sujeto ante la existencia del objeto, pues sin un mínimo de interés se cierran las vías a la relación estética. Sin embargo, no basta solamente que el sujeto esté atento al objeto, debe existir una motivación por el objeto como tal. También, existen otros factores subjetivos, que van más allá de la individualidad del sujeto, como son los de orden cultural, social, e histórico que intervienen en esa experiencia estética.

Para que se produzca esa experiencia estética, el objeto no solo debe comportar un sustrato físico, sino que su existencia física para poder ser estética, debe ser accesible a los sentidos del sujeto; es decir, perceptible y sensible. Así, un estímulo sensorial como el color, suscita una reacción estética elemental, pero este estímulo se integra con otros estímulos, adquiriendo un significado que va más allá del que tiene originalmente (denotativo). Es así, como el componente sensible va más allá de lo elemental, asumiendo un significado que no tiene por sí solo, siendo el resultado de esa experiencia estética, personal entre ese objeto (*físico-perceptual*) y el sujeto (*lo sensible que da significado*) en un momento particular, condicionado histórico, social y culturalmente (Sánchez, 1992).

Para poder reconstruir las significaciones (connotaciones) que pertenecen al niño, el experimentador realiza las inferencias necesarias, a partir del análisis detallado de algunos índices comportamentales como son: las verbalizaciones, acciones, miradas, gestos, indecisiones, entre otros; que han sido recogidas en el registro fílmico de la actividad (Inhelder et al, 1984). También se tienen en cuenta las preguntas realizadas al niño al presentársele el artefacto y sus partes. Preguntas como: ¿Para ti que es esto? ¿Para qué crees que sirve esto?, sin interferir en la actividad propia del niño, pues las

preguntas no se pensaron como un interrogatorio sistemático, sino que se van desarrollando por momentos específicos de la consigna, en la medida que el niño dirige libremente su acciones; teniendo en cuenta, que las preguntas se realizaron por igual a todos los niños, para así sacar conclusiones generales sobre ciertos aspectos.

De igual manera, se tienen en cuenta los valores de uso síquico expuestos por Fornari (1989) que constituyen valores subjetivos que se dan en el contexto de uso, definidos a continuación:

-Valor presentativo: Es el comienzo de la percepción; es decir, este valor es la consecuencia de la presentación de la forma material del objeto, y su capacidad de ser percibida por un sujeto. Este valor y su eficacia depende de las características formales del objeto y sus partes, en diferentes estados (ejemplo: estático y movimiento) así como del contraste entre las formas. Esta discriminación y detección de la forma, para Fornari (1989) incluye tres momentos procesales consecutivos: “captación, sensación y cognición. En relación a esto, las formas materiales producen estímulos (o son estímulos) que pueden resultar más o menos fácilmente captables, más o menos agradables sensorialmente y más o menos claros en términos informativos” (p.56). Este valor se observa, a partir, del momento en que el artefacto es presentando al niño, sus primeras acciones, verbalizaciones y gestos, que evidencien esa capacidad de la forma de ser percibida por el sujeto, de la identificación de elementos particulares y designaciones que el niño realiza.

-Valores estético/formal: Valores agregados por la forma del objeto, que producen modificaciones sobre la percepción de este, para actuar positiva o negativamente sobre la valoración que realiza el sujeto durante el uso. Esa valoración que realiza el niño, se puede observar en sus verbalizaciones, su motivación e interés suscitados por los elementos del artefacto.

-Valor informativo/expresivo: Valores formales del objeto que denotan lo que es. Estos valores, desempeñan un rol comunicativo.

En relación a un nivel significativo, que divide en valores informativos y expresivos; haciendo alusión al primero como denotativo y al segundo como connotativo, el que será tenido en cuenta en este nivel. Finalmente el valor informativo de la forma, debe posibilitar que los significados que el sujeto le atribuya le faciliten comprender el objeto de manera directa, sin que el proceso de inferencias y verificaciones sea tedioso.

-Valor expresivo/afectivo: son aquellos que configuran la capacidad de la forma para producir valoraciones estéticas. Los valores expresivos, constituyen las manifestaciones del sujeto de lo que siente o piensa. Es la comunicación de ciertas emociones o sentimientos, que despierta el objeto en el sujeto y son manifestadas mediante el lenguaje, sea verbal o gestual. La afectividad de los objetos puede ser deliberada o pensada, en cualquiera de las dos formas, cuando la intención no se da, pueden generarse efectos contrarios.

El uso del artefacto, esta mediado por la actividad de resolución de problemas, orientada por la consigna, en sus momentos de presentación: El objeto y sus partes, el objetivo inicial o de familiarización, la explicitación de las restricciones y objetivo principal de la actividad. Para el análisis de este nivel se tuvieron en cuenta: de las verbalizaciones, acciones, gestos y expresiones no verbales, aspectos relacionados con la forma, el material del artefacto, el color, la jerarquía de los elementos y la categorización que elaboran los niños. Indagando en cómo estos componentes aportan un valor significativo y complementario, que guía la apropiación que realizan (los niños) de las partes del objeto, la organización y las relaciones que establecen entre ellas. Además, esbozar esa relación estética en términos de Sánchez (1992) que se da durante el uso con el objeto.

NIVEL PRAGMÁTICO

Conocer los objetos, como parte de una realidad social y cultural a la que pertenecen, implica conocer sus usos, que desde una perspectiva cultural, obligadamente terminan siendo convencionales. Lo que de ante mano exige, ciertos acuerdos con las personas, mediante procesos de co-construcción del uso de los objetos, a través de pautas de uso adecuados (Rengifo, Gaviria, Hernández Y Osorio, 2009). Sin embargo, es cierto que el proceso de co-construcción en las situaciones de interacción con otros le permite al niño aprehender ciertas cualidades de los objetos. Pero se debe reconocer, que desde su experimentación auto dirigida y controlada, él aprende a identificar los objetos por sí mismo mediante la acción, aprende a reconocer sus cualidades y a darles un uso. Aunque, no se pretende negar el hecho, de que el niño no está solo en el mundo, pues esta cobijado por un contexto social, cultural, y familiar que de cierta manera lo aproximan al mundo material, se le debe otorgar un papel activo en su manera de conocer y significarse el mundo.

Ahora bien, la pragmática establece esa relación sujeto- objeto en el contexto de uso. Es la dimensión de la usabilidad, de evidenciar las funciones y prestaciones de las que ha sido dotado el objeto (Mondragon, 2002). Se ocupa también de aspectos psicológicos y sociológicos que se analizan desde el punto de vista del uso del objeto, estos aspectos sociológicos pueden ser abordados, desde herramientas como preguntas, sobre ¿Quiénes usan el objeto, cuándo y cómo?. Por otro lado, Jalkanene-Mäkelä (2002-2005) expresa que el nivel pragmático vinculado al uso, fundamenta la elección del material elegido para la fabricación de los objetos, esto es, utilizar las características del material como medio para realizar una actividad.

En este nivel, se analizan el origen y efectos del nivel sintáctico y semántico. Es donde confluyen los aspectos formal-estéticos y relacionales del nivel sintáctico, así como los aspectos de significante y significado de la semántica, para formar un proceso

unitario de significación a través de la contextualización y apropiación del objeto.

Sánchez (2005) introduce el termino de referentes pragmáticos, como aquellos recursos (funcionales, semióticos, estéticos, de complejidad) que permiten la codificación y decodificación (lectura) del mensaje tridimensional (objeto), estos referentes funcionan en la materialidad del objeto como elementos de expresión, correspondencia, convenciones, organización de lectura e interpretación y responden a los códigos individuales, colectivos y públicos que se deben vehicular en la forma para ser contextualizados, identificados y comprendidos por el usuario, permitiendo así una lectura legible del objeto.

Para Nikiel (2010) de todas las dimensiones o niveles de análisis semiótico del objeto, la pragmática es la más importante, ya que incluye al intérprete del signo, en este caso el sujeto parte fundamental en el proceso de comunicación. Define la pragmática, como una capacidad del sujeto, para establecer una relación con el objeto, significarlo y re-significarlo. En esta medida, para la autora, el objeto incluye un propósito pragmático, desde que sirve a una tarea práctica. Vinculando la pragmática más al aspecto semántico, sin embargo estableciendo la diferencia entre ellos, aludiendo al papel que cumple la capacidad del sujeto de re-significación elaborada durante el uso, que devela una infinidad de conductas de uso, que pueden incluso alejarse de la función para la que el objeto fue diseñada. Los niños conocen los objetos, a través de uso que hacen de estos. Rengifo y cols (2009) señalan que:

“Conocer consiste en dar significado a lo que nos rodea, y dar significado implica uso: algo es conocido cuando es usado (...) pensar consiste en darle sentido a los objetos que rodean la acción del sujeto y poder comunicar su significado favorece los aprendizajes y transformaciones” (p.125).

Además, menciona la importancia para el niño de reconocer las convenciones de uso de los objetos, que han sido adquiridas a través de las interacciones con otras personas. Esto permite concebir al objeto como un producto diseñado, bajo un marco de conocimiento social, concebido por alguien para algo.

En este nivel pragmático, donde confluyen los elementos configuracionales del nivel sintáctico y semántico en un objeto tridimensional que han sido asignados por el diseñador. Para Eco (citado por Castillo, 2009) El objeto adquiere su valor, al postular al sujeto, su destinatario, como elemento fundamental no solo de la capacidad comunicativa con la que ha sido configurado, sino de la potencialidad de ser significado por él. El niño como lector de lo que el objeto comunica, realiza un trabajo de inferencia para aprenderlo, para producir un conocimiento, que como menciona Pierce (citado por Castillo, 2009) surge de procesos de inferencia, sea por abducción, inducción o deducción.

Finalmente, este nivel también debe revelar los pensamientos del diseñador tenidos en cuenta, en términos de las competencias del sujeto receptor, que le permitirán entender y dar significado a lo que se comunica en el objeto durante su uso. Ya que de acuerdo a Rodríguez (citado por Castillo, 2009) el uso del objeto:

“...se ve posibilitado, en primera instancia, por la capacidad del usuario para decodificar la forma del objeto, por lo tanto la ergonomía, el correcto uso de los materiales y demás factores de la configuración formal, solo serán adecuados en tanto se observen ciertos principios –códigos- con respecto al modo de uso” (p.87)

En cuanto a principios o códigos, no solo existen en el uso convencional aprehendido de los objetos, sino que se deben tener en cuenta también aspectos del desarrollo y aprendizaje, de la psicomotricidad, la interacción social y el contexto. Pero no para limitar o encasillar las capacidades del niño, sino por el contrario, para

que desde las posibilidades del objeto, se evidencie aquellos aspectos ya alcanzados por el niño o posibilitar nuevas conductas.

Para el análisis pragmático, se tiene en cuenta de manera inicial los *referentes pragmáticos* que guiaron el proceso de materialidad del objeto, a través de la entrevista realizada a la MsC. en psicología cognitiva Claudia Navarro, quien diseño y guio el proceso de fabricación del artefacto. Teniendo en cuenta estos referentes, se indaga en los efectos producidos en el niño, por la utilización de estos recursos que posee el objeto.

Al mismo tiempo, se analizan las *frecuencias de uso* por cada pieza que compone el artefacto, así como las relaciones que establece entre ellas. Los modos de uso de cada pieza, centrado en las acciones, verbalizaciones y expresiones no verbales que surjan en la interacción niño-artefacto durante la actividad de aplicación.

Asimismo, se busca identificar los valores de uso físico y síquico que propone Fornari (1989), estos son:

-*Los valores de uso físico*, son valores agregados a la forma que durante la etapa de utilización del objeto, permiten no solo cumplir las funciones prácticas de este, sino de otras funciones consideradas como complementarias, no necesariamente estableciendo una diferencia jerárquica.

-*Los valores de uso psíquico*, entre ellos; los perceptivos, estéticos, de confort, informativos y expresivos, resultan de la capacidad de la forma material de producir modificaciones en las distintas formas de sentir del sujeto, de proporcionar sensaciones de placer al contacto físico, y de su capacidad para denotar lo que el objeto es.

A continuación se presenta, **la estructura básica del análisis semiótico del artefacto**, detallada en los párrafos anteriores:

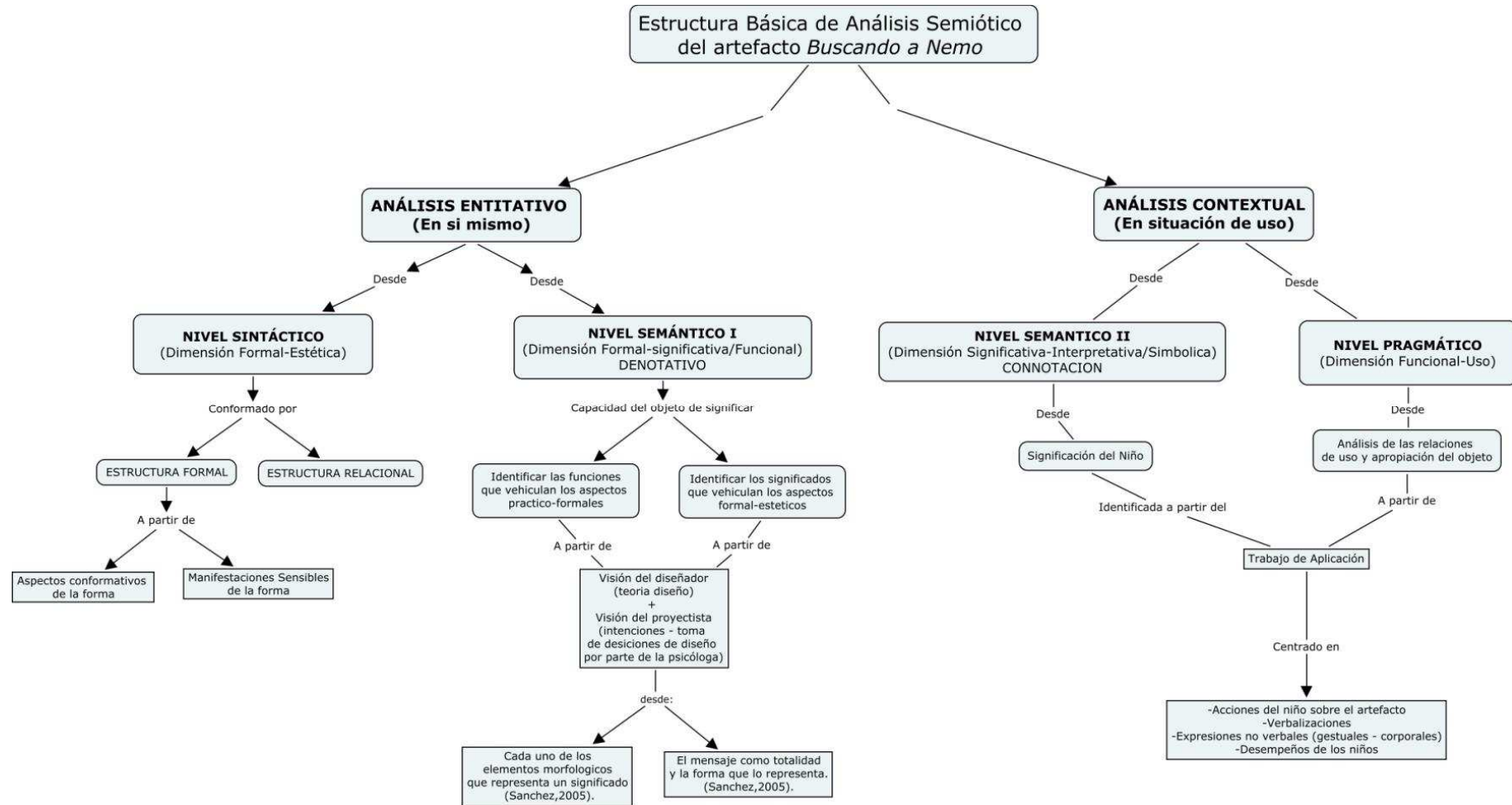


Figura 22. Estructura básica del análisis semiótico del artefacto Buscando a Nemo

3.1.2.3. Conclusiones del Análisis Entitativo del artefacto

-NIVEL SINTÁCTICO (Dimensión formal-estética y Estructural)

En este análisis sintáctico, se abordaron los aspectos configurativos de la forma (conformativo y sensible), que son aquellos que permiten que está, sea percibida visual y táctilmente y que a su vez comuniquen su función operativa. En general el lenguaje formal del artefacto es laminar y volumétrico, Los componentes fueron generados en su mayoría por traslación de forma, disposición ortogonal de superficies y rotación de volúmenes. Muchas de sus piezas son generadas por traslación de figuras planas paralelamente y la pieza más grande de todas está compuesta por planos ortogonales generando, lo que podría llamarse un volumen vacío, a pesar de dar esa apariencia de volumen macizo y pesado.

La disposición de los elementos debe tener un orden, establecido a partir de ciertas normas de organización, como son el ritmo, equilibrio, proporción, y simetría. En el caso del Equilibrio, hay dos espacios diferenciados por el alto relieve de uno de los componentes que se ha conformado por superficies dispuestas ortogonalmente, que permite evidenciar dos sectores o categorías funcionales que concretan posibilidades de acción, en una el ordenamiento de los engranajes y en la otra el movimiento de la cadena dentada, esta última zona con menor espacio con relación a la totalidad del objeto. El desequilibrio que se podría generar entre las dos zonas por el alto-relieve de una de ellas, se controla con el uso del color, en el sector de organización del sistema de engranajes.

La textura es en su mayoría por no decir toda bidimensional, como es el caso de los engranajes y podría tenerse en cuenta el acabado generado por el vinilo en el caso de los personajes. Se diferencian las categorías funcionales por jerarquía de formas, el uso del color, zonas

diferencias de uso por alto-relieve. El manejo de color azul y naranja compensa la diferencia entre la jerarquía de estos dos sectores. El naranja funciona como marco de la zona B, y punto de atención. El azul genera un contraste de los colores de los engranajes cuando se ubican en él.

En el caso de los engranajes móviles, se evidencia una operación de extensión, donde la figura sufre un cambio de escala pero no de forma. La vinculación de los componentes se realizó mediante uniones como el caso del riel y el tablero, mediante el remachado. Los sujetadores se unen al tablero mediante tuercas y el engranaje esta fijo al tablero a través de tornillería. La posición de los sujetadores es la que finalmente le da la forma a la cadena dentada y así mismo está le da la forma a la cavidad (camino).

La utilización del color, está muy vinculado a la temática de la tarea, que es la película Buscando a Nemo y la textura usada es únicamente la visual; haciendo énfasis en el uso de la espiral, como textura que pretende generar la sensación de movimiento, al girar los engranajes. No se encuentran piezas o zonas del artefacto delimitadas por texturas tridimensionales, que faciliten su uso o diferencien zonas importantes del objeto, para esta finalidad es usado el color (caso de la zona B, de ubicación de los engranajes) y por jerarquía de tamaños con la pieza A.

Relación Estructural

Lectura del objeto se puede hacer en las direcciones de izquierda a derecha o viceversa, pero una lectura guiada a la resolución del problema, en función de la organización y disposición de los componentes, debe hacerse de derecha a izquierda, contraria a la lectura convencional de muchos objetos. Los engranajes no solo se disponen en el sector derecho, sino que el engranaje inicial, es el primero de derecha a izquierda, lo que es contradictorio, por lo menos

con la actividad de contar o enumerar objetos que usualmente es enseñada y aprehendida de izquierda a derecha.

La lectura también permite reconocer una discontinuidad entre las categorías funcionales. La jerarquización de partes induce modos de uso, de manera que, un elemento indica donde se arma el sistema de engranajes (riel), otro indica donde se evidencia el resultado de esa configuración puesta en marcha, cuando el papá de Nemo se desplaza, y otra indica un estado o posición inicial de los engranajes.

El tablero cumple una categoría funcional de soporte, por su parte en la direccionalidad del riel y el engranaje al final del recorrido proponen una categoría funcional de ordenamiento. Los engranajes móviles una categoría funcional de elementos generadores de movimiento. Y los personajes una categoría funcional de respuesta a los procesos de experimentación del niño.

Finalmente, parece que algunos elementos del artefacto, no fueron diseñados en su totalidad, sino que fueron resueltos durante la fabricación, como los pines y las bases de los engranajes móviles.

-NIVEL SEMÁNTICO I (Dimensión Formal-significativa y Funcional)

Además de las conclusiones consignadas en el análisis semántico de cada una de las unidades significativas. El artefacto de la SRP por ser el escenario de representación del problema, y que contiene los elementos que son manipulados, y reorganizados por el niño en el proceso de resolución del problema. Tiene un status funcional determinante. De modo que, el artefacto es mediador en los procesos de experimentación del niño para la comprobación o refutación de sus hipótesis. En este caso, el artefacto de la SRP Buscando a Nemo, de acuerdo a la clasificación que realiza Sánchez (2005) sobre la génesis de la forma, desde el mensaje que transmite, se habla entonces de una estructura formal que ha sido configurada para vehicular unos principios funcionales (Función-Forma), siendo la

forma, la imitación de un principio físico, sobre la cual se ejecutan diversos actos.

En este caso, la formación de una cadena de engranajes abierta en dirección vertical, que permita transmitir su movimiento a un engranaje final que esta concatenado a una cadena dentada, que tiene un personaje (Marly) sujeto a ella. El recorrido de esta cadena es acorde con la perforación que tiene el acrílico como camino. La forma de la cadena, la distancia posible a recorrer por Marly, todo esto, está determinado por las posibilidades de desplazamiento que permiten las combinaciones de engranajes, mínimo con dos (2) ruedas máximo con cinco (5) sin contar el engranaje final. Las dimensiones del tablero corresponden a la disposición de estos elementos, un espacio adecuado para que entren los engranajes móviles. Teniendo en cuenta además, que la conceptualización y diseño de la tarea, de acuerdo a las respuestas dadas por la autora, el primer elemento que se definió, fue la cadena dentada. La utilización del color tiene que ver con la temática de la película buscando a Nemo, como es el color de los personajes y en el caso del tablero, el uso de naranja y el azul, como colores relacionados al mar; en palabras de la autora.

3.1.3. Aplicación de la SRP Buscando a Nemo

3.1.3.1. Participantes

El estudio se realizó, con una población conformada por 10 escolares (4 niños y 6 niñas) con una edad promedio de 5 años. pertenecientes a la Institución Educativa Normal Superior Farallones de Cali - Sede Martin Restrepo Mejía, institución oficial, ubicada en el barrio Los Libertadores en la comuna 3, perteneciente al estrato socioeconómico 3 (medio-bajo) en la ciudad de Cali. Los niños hacen parte del grado transición 4, a cargo de la docente Elvira Durán.

El grupo de estudiantes, en el momento del trabajo de campo estaba conformado por 16 niños, de los cuales se seleccionaron al azar 10 niños con los que se realizó el trabajo de aplicación de la SRP.

La participación de los niños fue voluntaria, y se llevó a cabo con la autorización previa de los padres de familia, mediante una circular que fue firmada por ellos autorizando a los niños no solo participar en la actividad sino ser filmados durante el desarrollo de esta, autorizando usar estas grabaciones única y exclusivamente con fines pedagógicos, como es el propósito de esta investigación (Ver Anexo 1).

3.1.3.2. Diseño

Se utilizó un diseño transversal que permite recolectar datos en un solo momento, ya que, el objetivo de este tipo de diseño, es permitir la descripción de variables e indagar en sus interrelaciones e incidencia en un momento dado. De manera que, la aplicación se realizó una sola vez, y para esa sesión el niño tuvo dos intentos para la fase de familiarización y tres intentos para la fase experimental, que implica el objetivo principal de la tarea.

3.1.3.3. Implementación de la SRP

La aplicación de la situación de resolución de problemas Buscando a Nemo se dividió en dos fases: una fase de familiarización,

que se divide en tres momentos; en el primer momento se realiza una descripción de la historia y sus personajes. En este momento se le pregunta al niño si reconoce los personajes, si los ha visto, y se desencadena una conversación con el experimentador sobre la historia de buscando a Nemo. En el segundo momento, se le presentan las demás piezas que conforman el artefacto como; los engranajes, la correa dentada, realizándole diversas preguntas sobre estas piezas. En el tercer momento, se le explica al niño el objetivo inicial, este es, mover al papá de Nemo usando los engranajes móviles, en esta fase sin tener ninguna restricción; esto con el fin, de que el niño descubra la concatenación de las ruedas como elemento fundamental de la conformación del mecanismo. Para esto se le dan al niño dos intentos.

Esta fase de familiarización se constituyó, como una subdivisión del problema principal, pues la idea es que él niño pueda descubrir el factor de movimiento, entre las ruedas dentadas, al estar concatenadas y girarlas. Para posteriormente en la fase de experimentación integrar esta evidencia y presentarle el problema principal, donde debe tener en cuenta otras variables adicionales para la solución del problema.

En la fase de experimentación, Ahora que ya el niño sabe cómo mover la cadena dentada (al papá de Nemo) se le presentó, el problema principal y las restricciones que debe tener en cuenta. Anclado a la historia de la película, se le explica que Marly (el papá del Nemo), está buscando a su hijo Nemo, entonces debe usar las ruedas dentadas para hacerlo llegar a donde él, evitando llegar donde el tiburón, y para eso debe usar dos o más engranajes, el último que coloca debe girarlo en el sentido que muestra la flecha y darle una sola vuelta, haciendo que Marly llegue hasta donde Nemo sin hacer paradas donde sus amigos, para esto, el niño tuvo tres intentos.

Cada vez que el niño cambio la combinación de engranajes para armar el sistema, y después de hacerlos girar efectivamente, se

consideró como un intento de solución. El objetivo de esta fase fue evidenciar la comprensión del niño sobre la estructura y función del mecanismo de engranajes para lograr llevar a Marly a donde el papá de Nemo.

Cada sesión de aplicación duro alrededor de 20 minutos por niño. En los casos en que el niño resolvió el problema en el primer intento de la fase de experimentación, el experimentador organizó dos intentos más con nuevas configuraciones de engranajes con el fin de verificar la hipótesis del niño, que guio su intento exitoso.

3.1.3.4. Instrumentos de registro

El desempeño de cada niño fue registrado en video con una resolución de 640x480 mediante una cámara digital soportada por un trípode, ubicada en los espacios (biblioteca, salón de clase, y casa de juegos) donde se desarrolló la actividad con cada uno de los niños.

También se realizó un registro escrito en bitácora, al finalizar la actividad con el niño, por parte del experimentador, donde quedaron consignadas conclusiones sobre la aplicación. Estos apuntes se unieron al material fílmico para construir las conclusiones de la aplicación.

3.1.3.5. Codificación de la información

Se utilizó el programa InqScribe 2.2 en su versión trial para la transcripción de cada una de las aplicaciones, este programa permite insertar en su interfaz, códigos de tiempo del video de la aplicación de unidades bastante pequeñas, que permiten transcribir segundo a segundo el contenido del video.

El objetivo de las Situaciones de Resolución de Problema es descompactar la actividad mental del niño e identificar el uso de herramientas científicas como la experimentación y la formulación de hipótesis (Ordoñez, 2003), herramientas involucradas en situaciones problemas que trabajan con sistemas de engranajes. Para indagar en

ese funcionamiento mental del niño las SRP se basa en el estudio de los desempeños de los niños, desde sus acciones y procedimientos durante el proceso de resolución del problema. Sin embargo, no se dejan de lado las producciones verbales de los niños durante ese proceso que podrían enriquecer de alguna manera la identificación de los funcionamientos cognitivos del niño, aunque como menciona Puche – Navarro (2003) de acuerdo, a la conceptualización de las SRP, es a través del despliegue de acciones y procedimientos que la situación se puede resolver. De manera que, desde esta característica fundamental de las SRP y teniendo otras en cuenta, se definieron categorías para codificar la información que permitió un mejor manejo de ella para el análisis.

Categorías de codificación:

-Verbalizaciones: Toda la información expresada verbalmente por el niño y el experimentador; desde la lectura de la consigna, preguntas, opiniones, respuestas y todas las interacciones con el objeto durante la aplicación.

-Acciones: Secuencias de acciones realizadas sobre los engranajes; tales como, girar, deslizar, levantar, o mover los elementos que conforman el artefacto (como la cadena dentada o el papá de Nemo).

-Gestos: Utilizar gestos o indicaciones con los dedos de la mano (tocando o no), para indicar el sentido de giro del engranaje, la transmisión del movimiento, dirección del recorrido de la cadena, ubicación de los personajes o engranajes, frente a la actividad espontánea del niño y a las preguntas del investigador. Para Goldin & Beilock (2010) los gestos tiene una función muy importante

“la de representar la influencia de las ideas pensadas de la misma manera como lo hacen las acciones cuya función es la de afectar directamente el mundo - dado que ambos son movimientos del cuerpo (...) Los gestos, de hecho, a menudo

presentan pensamientos que no se encuentran en cualquier lugar de las palabras del orador” (p.667)

-Expresiones no verbales:

- Gestos de la cara (como fruncir las cejas, inflar cachetes, sonreír, entre otros)
- Miradas al experimentador o al artefacto.
- Movimientos corporales (movimientos de la cabeza afirmando o negando, inclinar o reclinarse en el asiento, inclinar lateralmente el torso, pararse, sentarse, entre otros).
- Silencios ante preguntas.

Al ser varias categorías, se ha tomado uso del color y de símbolos como el paréntesis () y los corchetes [] para las transcripciones de los desempeños de los niños. En la siguiente figura (Ver.) se encuentran las convenciones.

Verbalizaciones:	Niño	Experimentador
Acciones: ()	Niño	Experimentador
Gestos: ()	Niño	Experimentador
Exp. No verbales: []	Niño	Experimentador
... : Pausas del Niño/del Experimentador		

Figura 23. Convenciones de color para las transcripciones de las aplicaciones

Estas categorías de codificación de la información permiten también relacionar los desempeños de los niños con el artefacto desde sus dimensiones del objeto como signo, explicadas más adelante. Pues ante las verbalizaciones, por ejemplo, estas permiten extraer información sobre las significaciones que el niño construye del objeto, así como valores estéticos y expresivos. En cuanto a las acciones, se evalúan los modos de uso y la frecuencia de elementos del artefacto, los efectos del color en el establecimiento de relaciones, el papel de la forma en las inferencias perceptuales de los

niños, entre otros aspectos que relacionan con los desempeños de los niños más adelante.

3.1.3.6. Categorías de análisis y Resultados de los desempeños de los niños

Para responder a la cuestión de cómo comprende el niño el funcionamiento del sistema de engranajes de la situación de resolución de problemas Buscando a Nemo, se identificaron regularidades en los desempeños de los niños, que comparados con los desempeños encontrados por la autora de la SRP expuestos en su artículo (Navarro, 2008) ayudaron a diseñar una rejilla teniendo en cuenta al igual que ella unos niveles de desempeño, que son propuestos por Puche-Navarro (2003) en distintos de sus trabajos, y usados en las investigaciones de los grupos de investigación del Centro de Investigaciones de Psicología Cognición y Cultura de la Universidad del Valle. Estos niveles están divididos en sub-fases que otorgan unos puntajes, sin embargo, el objetivo de esta investigación no es asignarle puntajes al desempeño del niño, por lo que solo se tendrá en cuenta la conceptualización de cada uno de los niveles para identificar en ellos los desempeños del niño en cuanto a la operacionalización de la formulación de hipótesis y la experimentación.

Se realizó un análisis de las aplicaciones previo a la transcripción de estas y de ahí se encontraron unos desempeños regulares a todos los niños, que de acuerdo a la propuesta de Puche (2003) se han podido clasificar en unos niveles. Como se puede ver en las transcripciones se analizaron dos momentos, en el caso de la fase de familiarización (presentación historia y engranajes), se tuvo en cuenta el objetivo de mover al papá de Nemo independiente de la dirección, como aspecto fundamental para el desempeño del niño en la fase exploratoria, en donde se integran las restricciones para solucionar el problema principal, de la cual se tuvieron en cuenta sus tres intentos.

De esta manera, los tres niveles que propone Puche (2003) son:

-Nivel Exploratorio: “El primer nivel se caracteriza porque, aunque se entiende el objetivo final de resolver la tarea, no se logra articular ese objetivo con unos medios para alcanzarlo. Los sujetos centran sus acciones en los elementos del artefacto de manera aislada” (p.166)

RESULTADOS GENERALES: Los desempeños que se encontraron en este nivel muestran como los niños toman los elementos del artefacto sin relacionarlos entre sí, es decir, los toman de manera individual guiándose por los indicios o características salientes del artefacto, como girar los engranajes de manera individual, sujetándolos por la manivela. También se evidenciaron desempeños en los que los niños buscaban relacionar algunos elementos pero no buscando su función como mecanismo de transmisión de movimiento, de modo que, unían los engranajes desde los imanes, los colocaban unos encima de otros, al lado de los personajes, encima del tablero de acrílico. Y finalmente en este nivel exploratorio el niño reconoce la existencia de la relación dada previamente entre el engranaje final y la cadena dentada, de modo que sus primeros intentos para resolver la tarea es usar directamente su fuerza moviendo sea el engranaje final o sujetando a Marly y llevándolo hasta donde Nemo.

-Nivel Intermedio:

Comienzos de un establecimiento de relaciones adecuadas entre los elementos y la resolución del problema. Se caracteriza porque aparece la corrección, y/o feedback y por otra parte el papel de la evidencia retro-alimentado la teoría. (...) los sujetos dirigen sus intentos de corrección teniendo en cuenta las relaciones parciales entre los elementos de la tarea, pero sin evidenciar aun una visión total de la misma. (Puche, 2003, p.166).

RESULTADOS GENERALES: Los desempeños encontrados en este nivel muestran las primeras relaciones efectivas que establecieron

los niños entre los elementos del artefacto, esto es, el niño construye una representación del mecanismo donde es necesaria la conexión de dos o más elementos del sistema, para poder generar la transmisión de movimiento. De esta manera las primeras relaciones que el niño establece es entre los engranajes móviles dos, tres o incluso todos en la parte superior del tablero y los gira. Sin embargo, esta relación de concatenación y de transmisión de movimiento no se unen necesariamente a la otra parte del mecanismo dada de ante mano (engranaje final-cadena).

En este nivel el niño relaciona algunas variables, pero otras. Posteriormente cuando el niño relaciona los engranajes móviles (más de 2) al engranaje final, no tiene en cuenta la cantidad de engranajes con relación a la alternancia de estos. así mismo, omite las restricciones dadas, como la dirección de giro, en este caso algunos niños no giran la última rueda sino su contigua, o intentan girar la final, también se observaron desempeños donde los niños armaban el sistema, miraban hacia el tablero de personajes/ o hacia los mismos engranajes y antes de girar la rueda inicial quitaban ruedas, colocaban otras, o cambiaban el orden, para luego girar el sistema, en este nivel no precisamente logra llegar al destino meta, pues omite las restricciones, o no tiene en cuenta todas las variables.

Por otra parte, algunos de los niños al ver, que tras su acción de girar el engranaje, el personaje se acerca al tiburón, inmediatamente, cambian el sentido de giro ignorando la restricción de la flecha. En el caso en el que Marly se acercaba a Nemo, usando por ejemplo una rueda pequeña, así ya le hayan dado una (1) vuelta al engranaje inicial, el niño busca darle más vueltas, violando esta restricción. Por eso el experimentador constantemente le recordaba al niño que debe dar (1) vuelta. Y en el otro caso, les decía a los niños que después de iniciado el recorrido no podían parar.

-Nivel de resolución:

Se caracteriza porque el modelo que el niño ha logrado reconstruir del funcionamiento del mecanismo considera las diferentes relaciones entre los elementos del artefacto. De esta manera, las estrategias de corrección utilizadas implican la consideración de la tarea como un todo y por lo tanto, las diferentes relaciones establecidas entre sus elementos. En esta fase el sujeto articula el objetivo de la tarea con las restricciones y comprende las consecuencias de cada acción, aparecen nuevas hipótesis que involucran las variables de la situación (Puche, 2003, p.167)

RESULTADOS GENERALES: Los desempeños de este nivel el niño integra las variables en función de alcanzar el objetivo, ya no solo tiene en cuenta la concatenación de las ruedas, sino su cantidad, la alternancia de giro, y para él que el tamaño algo tiene que ver con sus estaciones de llegada.

A continuación se ilustra uno de los desempeños:

Nombre del niño(a)	Fase de familiarización (mover al papá de Nemo - Marly)		
	DESEMPEÑO-ACCIONES	ANÁLISIS DE LOS DESEMPEÑOS (HIPÓTESIS Y/O REPRESENTACIONES)	CRITERIO (NIVEL DE DESEMPEÑO)
Gretchen Lozada Gutiérrez Tiempo de aplicación: 22:00	Mueve directamente el engranaje final con su mano, observando cómo se mueve la cadena y Marly llevándolo hacia donde Nemo, olvidándose de la restricción de no usar directamente sus manos para lograr que Marly se mueva.	Hipótesis: Si muevo la rueda dentada que está unida a la cadena, esta también se moverá porque la va a empujar con sus dientes y Marly se moverá, llegando a donde su hijo Nemo.	Asume la existencia de una articulación entre unos elementos de la tarea (engranaje final-cadena), pero no tiene en cuenta los demás elementos para conformar el mecanismo, a pesar de que en la consigna, se le especifica que debe usar los engranajes móviles. NIVEL EXPLORATORIO
	Mueve a Marly con las manos (omite restricción de no usar las manos)	Hipótesis: para llevar a Marly a donde su hijo Nemo, solo debo moverlo con mis manos.	No articula los elementos de la tarea, y los asume como elementos aislados. NIVEL EXPLORATORIO
	-Ahora Mueve el engranaje grande de manera individual que está ubicado en el tablero, le da varias vueltas, hasta que lo levanta del tablero y verbaliza: esto tiene un imán. -Mueve el engranaje pequeño, levanta y cambia de posición, colocando debajo del riel.	Hipótesis: El engranaje por sí mismo, en la posición en la que esta y con solo girarlo me permitirá lograr el objetivo (llevar a Marly donde su hijo Nemo). -Usando otros engranajes (grande o pequeño) cambiándolos de posición en el tablero y girándolos hará que el papá de Nemo se mueva.	No conecta o establece relaciones entre los engranajes móviles con otros elementos, para transmitir el movimiento, los usa como elementos individuales de la tarea. NIVEL EXPLORATORIO
	-Coloca el engranaje pequeño cerca al engranaje final pero fuera del riel, lo gira y no se mueve la cadena. - Coloca el engranaje pequeño cerca de Marly sobre el acrílico por un momento y lo retira riéndose.	Hipótesis: Si la rueda dentada final me permite mover la cadena, y así al papá de Nemo, estas otras ruedas deben estar cerca del engranaje final. -Si estas ruedas debo usarlas para mover al papá de Nemo, si las coloco cerca de él, entonces lograrse que se mueva.	Establece la relación inicial entre algunos elementos pero no logra articularlos adecuadamente. NIVEL EXPLORATORIO
	[Inclina la cabeza mirando al engranaje final] entonces coloca el engranaje pequeño dentro del riel cerca al engranaje final sin concatenarlo, intenta girarlo- se queda mirando ambos engranajes- y termina concatenándolo, sin girarlo. Coloca todos los engranajes concatenados, intenta girar el pequeño, pero decide separa entre si los demás engranajes, intenta girar el engranaje pequeño girándolo desde la manivela pero no logra moverlo.	Hipótesis: El engranaje pequeño debe ir al lado del engranaje final, porque primero se parecen y van unidos como fichas de rompecabezas pues se pueden encajar. Entonces Si una se mueve va a empujar a la otra rueda y la cadena se va a mover. Para que el pez se mueva, así como coloco las anteriores debe colocar las demás, todas concatenadas. Cuando intenta girar el engranaje pequeño (concatenado al lado del final) considera que las demás no lo dejen girar y separa los demás engranajes entre sí.	El engranaje pequeño y el final tienen características similares (en este caso formales) que le permiten concatenar los dos engranajes, no importa el tamaño ni color de las ruedas, sino que a través de la forma de sus dientes (calidad perceptiva), puede concatenarlas. NIVEL EXPLORATORIO
	Luego intenta de nuevo, gira el engranaje pequeño (que esta concatenado al engranaje final) moviéndolo desde el borde de la rueda y la cadena empieza a moverse, lo continua girando haciendo que Marly llegue a donde el tiburón.	Hipótesis: si muevo el engranaje que está conectado con el engranaje final se va a transmitir el movimiento de una rueda a otra y la cadena dentada se va a mover y así Marly, no necesita de todas las ruedas para mover a Marly, con solo un engranaje lo puedo lograr.	Concatena mínimo una rueda al sistema (engranaje final-cadena) generando y transmitiendo el movimiento de una rueda a otra, logrando el objetivo de la fase de familiarización de mover al papá de Nemo. NIVEL INTERMEDIO

Fase de Experimentación (Hacer que Marly llegue donde su hijo Nemo cumpliendo las restricciones)		
DESEMPEÑO-ACCIONES	HIPÓTESIS Y/O REPRESENTACIONES DEL NIÑO	ANÁLISIS DE LOS DESEMPEÑOS Y CRITERIO DE RESOLUCIÓN
INTENTO 1:		
- Coloca dos ruedas grandes, concatenadas entre sí. - Gira el engranaje inicial (grande izq) sujetando la manivela desde arriba, no logra mover bien el sistema, entonces continua girando pero desde el borde del engranaje. Como dice la flecha hacia la izquierda y se dirige a donde el tiburón.	- Puede ser que esta elección inicial de las ruedas por parte de la niña, se deba a la acción previa del experimentado al tocar esas dos ruedas mientras le explicaba a la niña la consigna. - Incluye dos ruedas concatenadas al engranaje final, respetando la restricción de cantidad de engranajes, transmite el movimiento del engranaje inicial girándolo (pues sus dientes empujan los demás engranajes) en la dirección de la flecha. Pero no tiene en cuenta la alternancia de giro de los engranajes.	- Concatena mínimo 2 ruedas dentadas, (respetando la restricción de giro) al sistema dado (engranaje final y la cadena), generando y transmitiendo el movimiento aunque no logra el objetivo de la tarea. Pues no le da relevancia a la dirección de giro de la rueda inicial y el papel que desempeña en la alternancia de giro de las demás ruedas por ende del movimiento de la cadena. NIVEL INTERMEDIO
- Al ver que se dirige a donde el tiburón, gira el otro engranaje grande (el 2do del sistema que va hacia la derecha), pero igualmente la cadena se mueve hacia el tiburón. Entonces el experimentador le recuerda que debe girar es la rueda inicial (1ra) del sistema. Continua girando la rueda inicial hacia la izquierda, Marly se dirige más hacia el tiburón, pero nuevamente viola una restricción e intenta girar en dirección contraria el engranaje inicial (hacia la derecha).	- Hipótesis: la posición en la que están las ruedas puede cambiar o alterar la dirección en la que se mueve Marly, o incluso la rueda que está más cerca es la que permitirá lograr el objetivo. Pero no tiene en cuenta la dirección de giro en que mueve el engranaje y como afecta la dirección en que giran, al engranaje final y el desplazamiento de la cadena. - Esta acción del niño, de girar la rueda inicial en dirección contraria permite evidenciar que tiene la hipótesis de que cambiando la dirección de giro de la rueda que gira (inicial) lograra cambiar el rumbo de Marly.	- Reconoce que la transmisión de movimiento se logra efectivamente al concatenar las ruedas móviles al engranaje final y girar la rueda inicial, pero para lograr el objetivo, debe tener en cuenta la dirección de giro de las ruedas. De modo que al recibir la evidencia de su experimentación cuando Marly se dirige hacia donde el tiburón, cambia la dirección de giro de la rueda inicial o de otra de las ruedas que en ese momento arman el sistema. A pesar de que empieza a esbozarse un reconocimiento de esa dependencia entre dirección de giro y movimiento de la cadena, no integra esa información a la característica que tiene cada engranaje, de tener una flecha en particular que indica una dirección. NIVEL INTERMEDIO
CONFIGURACIÓN DE ENGRANAJES INTENTO 1:	Mediano final-Engranaje Grande-Engranaje grande giro	Llego donde el Tiburón
INTENTOS FALLIDOS:		
- Coloca todos los engranajes, gira la última, pero no logran girar todos los engranajes. Los une nuevamente, se levanta del asiento, hace fuerza para girar el último, pero no se mueven todos. Reacomoda los engranajes, colocando los dos pequeños, los dos grandes y de ultimo el mediano. Pero intenta varias veces girar una de las grandes, pero no logra mover el sistema. Se despegan y las concatena nuevamente, intenta girarlos desde la inicial mediana, pero las pequeñas se levantan, la niña dice: no se jugar esto.	Estos cambios que realiza el niño, en cuanto a selección de ruedas y orden, tiene que ver con los intentos fallidos que experimenta, al no mover todo el sistema de engranajes que ha configurado, en este caso, cuando los coloca todos. Esto se debe al problema de engrane entre los engranajes grandes y los pequeños, cuando se intenta girar desde el engranaje grande, desplaza el eje de los engranajes pequeños, el modo de engranaje de los dientes cambia un poco y al girar, los dientes del engranaje grande terminan generando una fuerza que levanta el engranaje pequeño.	

	-Quita los engranajes grandes, y organiza el sistema con pequeño-mediano-pequeño. Intenta girar el pequeño pero no logra girarlo y lo saca del riel. -Coloca el mediano concatenado al final y luego uno pequeño, luego uno de los grandes, el otro pequeño y el grande, gira el grande pero le hace mucha fuerza, el engranaje se sale del riel y dice que no se mueven. Junto con el experimentador deciden sacarlos todos los engranajes del riel, ubican a Nemo en el punto de partida.		
	-Coloca solamente el engranaje mediano concatenado al final, lo gira y logra mover la cadena. Pero el experimentador le recuerda que son dos engranajes mínimo que debe colocar, devuelven a Marly al punto de partida. Ahora, escoge un engranaje pequeño, lo concatena al final, pero Intenta girar el mediano. El experimentador le recuerda que debe girar el engranaje que colocho como inicial (en este caso el pequeño). Lo intenta girar desde la manivela, el engranaje no se mueve mucho y lo quita. Gira nuevamente el mediano, haciendo que llegue donde Nemo, pero el experimentador le dice que no se vale el intento, porque debía usar dos ruedas o más de dos. Entonces se procede a realiza el 2do intento.		Concatena el mínimo número de engranajes que debe usar al sistema de la rueda dentada final y la cadena, transmitiendo el movimiento, pero omite la restricción de girar la última rueda, esto se debe a aspectos del funcionamiento de ciertos engranajes que ha usado previamente, que parecen prevalecer por encima de otras relaciones o aspectos como la cantidad de engranajes que usa o la dirección en que gira la última rueda y la alternancia de giro que se da entre las demás ruedas del sistema. NIVEL INTERMEDIO
INTENTO 2:			
	-Deja la rueda mediana con la que había logrado mover la cadena anteriormente y coloca uno de los engranajes grandes. Cuando lo intenta girar, este se inclina lateralmente y el niño decide sacarlo, coloca nuevamente un engranaje pequeño. Dice que los dos pequeños son los mismos (en cuando a la flecha) el experimentador le dice que no, pero la niña insiste que sí. Concatena al mediano uno de los engranajes pequeños, intenta girarlo, pero cambia la posición de los engranajes, y decide colocar el pequeño en medio de los dos engranajes medianos. -Gira el engranaje mediano hacia la izquierda, el pequeño se levanta, lo intenta nuevamente y pasa lo mismo. Decide intercalar el engranaje mediano y el pequeño nuevamente. Intenta girar el mediano, pero la experimentadora le recuerda nuevamente que debe girar el último engranaje, en este caso el pequeño, que además siempre intenta girarlo desde la manivela.	-El engranaje grande al intentar girarlo se levantó, entonces no va a servirme, mejor coloco uno de los pequeños que entran mejor en el riel. -Pero ya ha intentado girar el engranaje pequeño y no gira bien, en cambio el engranaje mediano si, entonces, coloquemos el engranaje mediano de primero para girarlo.	Existe cierta información que el niño pareciera que tiene en cuenta al momento de manipular los engranajes, la fuerza con la que el niño intenta girar el engranaje grande, como su manivela está ubicada al extremo, y el diámetro del engranaje grande es mayor a la distancia del riel, cuando se le genera presión vertical sobre el engranaje, este se inclina. -El intercambio de engranajes ocurre porque no se ha logrado obtener un adecuado funcionamiento del sistema en cuanto a la transmisión de movimiento. NIVEL INTERMEDIO

	-Gira entonces el engranaje pequeño desde el borde de la rueda dentada, de modo que Marly queda en el intermedio de Dory y la pez amarilla y la niña deja de girar. La experimentadora devuelve a Marly, le dice que vuelva a girar el engranaje pequeño explicándole que es una vuelta, pues la niña no reconoce que es una vuelta. Haciendo que llegue nuevamente a la posición anterior.	-El engranaje mediano es que el me permitió mover la cadena anteriormente, no importa donde lo coloque, es el que debo girar para que Marly se mueva y llegue donde su hijo Nemo.	-En este intento, después de cambiar otra y vez con varios engranajes, prima el hacer funcionar el sistema, ha descartado los engranajes grandes y continua sus intentos con la mediana y pequeña, independientemente de la relación de giro de la rueda inicial con las demás.
	CONFIGURACIÓN DE ENGRANAJES INTENTO 2:	Mediano final- Mediano-Engranaje pequeño giro der	Llego al intermedio de la pez amarilla y Dory
	INTENTO 3:		
	La niña verbaliza que con la rueda pequeña no se puede, sacándola del riel, igualmente saca la rueda mediana, aunque dice que con la rueda mediana si se podía. Al experimentador interrogarle sobre la posibilidad de intentarlo con la rueda grande (que levanta y se las muestra al niño), toma el engranaje grande giro izq (la que el experimentador toco con sus manos de primera), lo coloca concatenado al final y comienza a girarlo. Pero el experimentador le recuerda que deben ser dos o más de dos engranajes, aunque gira el engranaje grande hacia la izquierda haciendo que llegue donde Nemo. Entonces el experimentador nuevamente le explica que son dos ruedas mínimo a usar, cuentan que tienen 5 ruedas. Entonces la niña, decide dejar la rueda grande y coloca la rueda mediana de 1ra. La gira hacia la izquierda y se da cuenta que la cadena empieza a irse hacia donde el tiburón, utiliza la expresión: <i>se está devolviendo, se va a ir para donde el tiburón</i>. Entonces deja de girar y saca la rueda mediana del riel. -Desliza la rueda grande y coloca la mediana ahora de segunda y la grande de inicial. Gira entonces la mediana, pero la experimentadora le recuerda que debe girar es la última (la grande).Gira entonces la rueda grande, lentamente, aunque a veces se le desconcatena por la presión que le aplica a la manivela al girar el engranaje, verbaliza que se despega la rueda, sigue girándola desde la manivela (empuñándola) lentamente llevando al papá donde Nemo.	-De acuerdo a la experimentación anterior, al usar el engranaje Pequeño como inicial y darle una vuelta, al no llegar a su destino meta, entonces decide sacarla del sistema, saca también la rueda mediana pero la integra nuevamente a la nueva configuración, pues le funcionó previamente para mover el sistema. -El experimentador toco de primero el engranaje grande giro izquierda, entonces esta puede ser la que me lleve a donde Nemo, entonces la voy a usar. Al recordársele que deben ser por lo menos dos ruedas, usa la rueda mediana que ya había usado anteriormente en otro intento para lograr el movimiento de la cadena. -El engranaje mediano al girarlo para la izquierda si lo colocó en la 1ra posición hace que Marly se vaya para donde el tiburón, entonces si lo colocó en la 2da posición, me llevara a donde Nemo, como lo hizo antes. -Giro esta rueda por que el experimentador me dice que debe ser la inicial.	-El uso de la rueda grande por parte del niño puede deberse a la intervención del experimentador al preguntarle porque no usaba las ruedas grandes y tocar una de ellas. -Es la rueda la que dependiendo de la dirección de giro que tiene, me permite llegar a donde Nemo, para ella importa el lugar en donde está ubicado el engranaje. Pero aun no establece la relación de giro entendiendo el engranaje como parte de un sistema, en donde se debe girar el primero, para transmitir el movimiento a los otros, que resulta ser alternado, para lograr el objetivo. -Gira el engranaje grande logrando llevar a Marly donde Nemo, pues hace parte de la restricción girar el engranaje inicial, pero el éxito no se debe a la a la relación previamente construida sobre las otras variables que afectan el sistema de mínimo dos engranajes. NIVEL EXPLORATORIO
	CONFIGURACIÓN DE ENGRANAJES INTENTO 3:	Mediano final- Engranaje Mediano-Engranaje Grande giro der	Llego donde Nemo

3.1.3.7. CONCLUSIONES GENERALES DE LA APLICACIÓN

En la fase de familiarización, con la mayoría de los niños, la herramienta de experimentación se midió desde la exploración de los elementos de la tarea de manera individual, moviendo al papá de Nemo y/o al engranaje fijo directamente con sus manos, y a los engranajes móviles como elementos apartes o individuales del artefacto, girándolos desde la manivela o la rueda misma, aun sin establecen relaciones entre las piezas, que le permitieran acercarse a la conformación de un mecanismo de transmisión que permitiera mover a Marly hacia donde Nemo.

Posteriormente cuando establecían la concatenación entre los engranajes, algunos niños verbalizaron que lo hacían por la forma del engranaje, es decir, en palabras de algunos de los niños “uniendo diente con diente”, este tipo de verbalización permite identificar que el niño no solo reconoce la función de la concatenación de los engranajes de transmitir movimiento sino que explica la transmisión del movimiento términos de la estructura de los engranajes. En otros casos los criterios que usaron los niños para concatenar las ruedas dentadas estaban relacionados con la similitud perceptiva por tamaño (engranaje final mediano con el engranaje móvil mediano) o por color de la espiral.

-Cada rueda dentada se convierte en un elemento con unas características particulares dentro de la configuración que desarrolló el niño, la flecha no solo le comunica una dirección de giro del engranaje inicial, en términos del cumplimiento de la restricción. En muchos casos, el niño estableció una relación entre la dirección de giro del engranaje final y la posición en la que se encontraba Nemo y el Tiburón en el tablero.

-La hipótesis del niño estaba fundamentada en que el giro de la rueda inicial hacia la izquierda iba a llevar a Marly hacia donde el tiburón y si

giraba hacia la derecha iba a llevar a Marly hacia donde Nemo. En este caso la flecha se vuelve en un elemento estático, es decir el sentido de giro lo interpreta desde la posición en que coloca el engranaje, en este caso así como en otros la flecha es un icono que no representa solo la analogía a la acción de giro que el niño debe ejecutar sino que además indica los lugares del tablero al que el papá de Nemo llegara, olvidando completamente la propiedad de alternancia que implican los sistemas de engranajes

-Una resolución exitosa requiere que el niño comprenda que el engranaje mediano final es un elemento relevante para la resolución del problema, al igual que las relaciones entre la dirección de giro del engranaje inicial, la cantidad y tamaño de engranajes que conforman el sistema. El niño con un desempeño exitoso, realiza acciones con el objetivo de reevaluar sus hipótesis y encontrar otras soluciones. De esta manera, el niño está en la capacidad de verbalizar y argumentar sus decisiones basado en la información que ha obtenido, basado en las hipótesis que ha puesto a prueba, lo que involucra una comprensión de la relación entre las diversas variables.

-El niño tiene una representación del movimiento (cuando gira los engranajes independientemente esperando a que Marly se mueva) esto podría constituirse un modelo mental implícito. Pero no tiene la representación del mecanismo que genere la transmisión del movimiento a la cadena a partir del movimiento de los engranajes móviles.

-Cuando el niño con su propia fuerza mueve el engranaje final, transmitiendo el movimiento a la cadena generando su desplazamiento, explicita la representación de la relación que tiene de esos dos elementos. Sus acciones están determinadas por un modelo de transmisión de movimiento generado por su propia fuerza.

-Cuando el niño establece relaciones entre distintas partes del artefacto, aunque no estén contiguas al engranaje final o a la cadena (ej. entre los engranajes móviles entre sí) confirma la presencia de la

representación de un mecanismo que articula varios elementos, aunque, aun no relacione los otros dos elementos fundamentales. Este es un modelo en que la transmisión se genera por la concatenación de dos ruedas.

3.1.3.8. Registro del Nivel Semántico II y aspectos del Nivel Pragmático

A continuación se expone la siguiente tabla con la transcripción de las respuestas, de una de las niñas y uno de los niños frente a las preguntas de la fase de familiarización:

Valery SMO Tiempo de aplicación: 20:45	SOBRE LOS PERSONAJES			
	¿Qué personajes ves aquí?	[Mirando hacia el tablero de personajes] Ehhh...una tortuga, un tiburón, y unos peces		
	¿Tú te llegaste a ver la película buscando a Nemo?	Y ¿de qué se trataba la película? De Nemo que se perdió y no lo había encontrado el papá, que los tiburones y luego lo encontró el papá, y luego se volvió a la escuela y vivieron felices.	(Señala-toca/tiburón)	
	¿Recuerdas estos personajes?	En la película de Nemo		
	¿Sabes o recuerdas cómo se llaman?	[Movimiento de cabeza afirmando]		
	Este es... el papá, y este Nemo, y esta es Dory y este es el pecesito amarillo, la estrellita de mar, la tortuga y este es el tiburón...	Es Nemo		
	SOBRE LOS ENGRANAJES			
	¿Ahora mira, estas piezas que hay acá (señalando engranajes), tú qué crees que son?	No se hizo esta pregunta		
	¿A qué se te parecen?	[Mirando fijamente los engranajes] A unos círculos Que tienen que mover para acá este...este para acá...y este para acá, y este para, y este para allá.		(mueve sus manos encima de los engranajes en dirección hacia donde deben girar)
	¿Todas estas piezas son iguales o diferentes?	Tienen... [Mirando fijamente los engranajes] Las flechas diferentes, algunas no Muéstrame cuales Esta tiene igual, está igual, esta diferente, esta diferente y está igual		(Señala cada uno de los engranajes diciendo que tienen la flecha igual, excepto la que tiene la flecha morada)
	¿Qué tamaños tienen?	No, Solo estas dos ¿Solo esas dos son del mismo tamaño? [Movimiento de cabeza afirmando] ¿No hay más del mismo tamaño? No, Esta, esta y esta sobran		(Señala los dos engranajes grandes) (señala-toca/los engranajes pequeños y el mediano)
	¿Todas son del mismo tamaño?	No se hizo esta pregunta		
	Estas piezas tienen esto que se llaman dientes (se muestra en cada uno de los engranajes) ¿todas tienen la misma cantidad de dientes?	...Y esta de acá (engranaje final) también tiene Dientes Pero esto no se gira ¿Eso no se gira? ¿Por qué no? [Mira al experimentador][Mira hacia la unión del engranaje final y la cadena] Ahh si, si gira, para mover el camino ¿Para mover el camino? Muéstrame...como es... Pero se gira, pero todavía no está prendido A ¿tú crees que hay que prenderlo de algún lado? [Movimiento de cabeza afirmando] Será que si...mira (mueve el engranaje mediano con sus manos)....si?	(Gira/ engranaje final/pero como estaba en la estación meta, no se movió Marly)	(Toca/engranaje final)

Juan José J Tiempo de aplicación: 14:44	SOBRE LOS PERSONAJES			
	¿Qué personajes ves aquí?	Se une a la pregunta 3ra		
	¿Tú te llegaste a ver la película buscando a Nemo?			
	¿Recuerdas estos personajes?	Si ¿En dónde? Estos...es que yo tengo una película de Nemo Y tú recuerdas que pasaba en esa película Si...había un tiburón Y que más había Y... un pececito... este...	Desde que se inició la actividad gira al engranaje final, desplazando a Marly por todo el camino.	(señala-toca/Dory)
	¿Sabes o recuerdas cómo se llaman?			
	Este es... el papá, y este Nemo, y esta es Dory y este es el pececito amarillo, la estrellita de mar, la tortuga y este es el tiburón...	Ayyy y ¿quién es este? Esta pececita amarilla junto con la estrellita estaban en la pecera que estaba Nemo...y esta es la tortuguita que los ayudo. Ayyy se lo va a comer Ahh...Se lo come el tiburón cuando llegas ahí, Y aquí también Y acá también se acaba	Continúa girando el engranaje final... Gira el engranaje final hacia la izquierda, haciendo que Marly se vaya hacia donde el tiburón...	(señala-toca/pez amarillo) (Señala-toca/fin del camino donde Nemo)
	SOBRE LOS ENGRANAJES			
	¿Ahora mira, estas piezas que hay acá (señalando engranajes), tú qué crees que son?	Como unas cosas de un carruaje porque esto... Y ¿que más tiene?	(Gira/desde los dientes y luego desde la manivela/el engranaje grande)	
		Tienen...es que...esto no es un chuzo verdad No		(señala-sujeta/manivela del engranaje grande)
	¿A qué se te parecen?	Se responde en la pregunta anterior		
	¿Todas estas piezas son iguales o diferentes?	Tiene algo de diferente ¿Qué cosa de diferente tienen? Umm... esta ... Esta es rectangular y esta circular ¿Cuál es rectangular? Rectangular es...Esto ¿Esta es rectangular y cual es circular? Esta		-(sujeta el engranaje pequeño/señalando la flecha) (sujeta/engranaje grande y lo gira) -(dibuja forma de espiral/con el dedo/sobre engranaje grande)
	¿Todas son del mismo tamaño?	Umm...si	(Gira con ambas manos engranajes diferentes-pequeño y grande)	
	Estas piezas tienen esto que se llaman dientes (se muestra en cada uno de los engranajes) ¿todas tienen la misma cantidad de dientes?	[Movimiento de cabeza afirmando]	Mientras se le realiza la pregunta esta: (girando/engranaje pequeño y lo levanta)	
	¿Para qué es esto que tienen aquí (se señala la manivela)?	Para rodarlo	(Gira engranaje grande/prensión tridigital manivela parte superior)	
	Ahora observa aquí te muestro esto de color negro que está aquí, se llama cadena y esta cadena también tiene unos dientes como los de las ruedas, ¿si los ves? y a esa cadena está unido el papá de Nemo.	...Esto que tú ves acá de color negro ... una cadena Es una cadena, que también tiene dientes...cierto [Movimiento de cabeza afirmando] Igual que los tiene el, igual que los tiene el (señala dientes de varios engranajes) Ayyy ve esta cosa se parece a esta. Se parece a esa... y esta (señalando engranaje grande) ¿a cuál se parece? A esta Y esta (señala engranaje pequeño)... Es que esta es igual		(señala-toca/engranaje mediano móvil y luego engranaje mediano final) (señala-toca/otro engranaje grande) (señala-toca/un engranaje pequeño y luego el otro)

3.1.3.9. CONCLUSIONES GENERALES DEL ANÁLISIS CONTEXTUAL

-ANÁLISIS SEMANTICO II

El análisis semántico II se aborda desde el significado que construyen los niños sobre el artefacto, esta construcción parte del reconocimiento de los componentes del objeto o de categorías funcionales, a partir de la lectura que realizan de este, cuando se les presenta al inicio de la actividad, apoyada también en las especificaciones de la consigna.

En cuanto a la dimensión de la significación de los elementos del artefacto, por parte del niño, todos ellos lo hicieron de maneras diferentes, y es que los procesos de significación y de definición de los objetos son procesos subjetivos, partiendo por ejemplo, desde las preguntas que se realizaron sobre la historia y sobre los elementos que conforma el artefacto como: ¿A qué se te parecen estas piezas (engranajes)? los niños dieron respuestas como ruedas, círculos, llantas, incluso paletas de dulce haciendo una valoración desde lo formal, tomando como base la entidad limitante de la rueda dentada, que es un circunferencia. En el caso de la niña, que dijo paleta, la forma y colores de la espiral fueron asociadas a experiencias previas de la niña, con las paletas de dulce. Estos valores estéticos- formales aportan elementos, que le denotan al niño lo que el objeto es, pero esta información pasa por el filtro de las experiencias previas, recuerdos, aspectos emocionales e imaginativos del niño. El reconocimiento de los personajes, que guarda una similitud formal, cromática e incluso de expresiones no verbales como la sonrisa, le permite al niño identificarlos como signos icónicos. Y a partir de esto anclarse a la historia y motivarse a participar en la actividad.

-ANÁLISIS PRAGMÁTICO

Algunos niños argumentan la función del objeto a partir de las cualidades formales -como la forma redonda de los engranajes- del objeto en marco del contexto sin tener que manipularlo, a su vez, definen los engranajes en términos de un elemento que es reconocible para ellos como lo es, el imán. Dejando de lado otros aspectos de los engranajes centrándose en ese, dando por sentado que todos los engranajes tienen imanes, por lo que, lo comprueban al levantar otros engranajes.

En cuanto a la dimensión del uso, con respecto a las funciones del objeto, todos los niños en principio cuando giraban un engranaje individualmente usaron la manivela para girarlo, pero cuando se armaban los sistemas de más de dos engranajes, y sobre todo cuando el engranaje conductor era el grande y se intentaba girar el engranaje, este se inclinaba lateralmente. Esto se debe a que no siempre cuando los niños giran los engranajes, se genera una fuerza rotacional si no una fuerza vertical a la superficie del engranaje hacia abajo, que hace palanca por la relación diámetro de imán vs diámetro de la rueda dentada.

En cuanto a la dimensión estructural del artefacto, se evidenciaron problemas funcionales relacionados con la estructura del artefacto en la transmisión de giro, que si bien, no alteran la comprensión del niño, del funcionamiento del mecanismo de engranajes, genero evidencia falsa en algunos de los intentos de los niños, es decir, la estación donde quedo Marly después de completar el giro de una vuelta podría no ser realmente su punto de llegada. Pues existe un problema que se puede denominar estructural o incluso conceptual sobre aspectos mecánicos de la transmisión del movimiento entre dos engranajes, en este caso, el diámetro del

engranaje pequeño con relación al espacio delimitado por los rieles, deja un espacio en el que el engranaje se desliza.

Este caso se explica a continuación:

Una de las posibles causas que hace que el artefacto falle cuando se pone el engranaje de menor tamaño, es por el diámetro del imán al que se encuentra sujeto, este presenta un menor diámetro con respecto a los imanes del engranaje mediano o el engranaje grande, esto puede evidenciarse en la siguiente figura, el cual muestra el juego que existe entre el diámetro del imán y el riel.

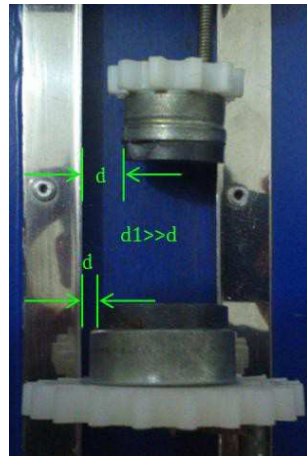


Figura 24. Problema estructural entre diámetro de imán y espacio del riel

Dónde:

d1: Distancia de separación entre riel y circunferencia del imán, del engranaje de menor tamaño

d2: Distancia de separación entre riel y circunferencia del imán del engranaje de tamaño mediano

El juego existente entre los perfiles sujetadores y el imán del engranaje pequeño, hace que cuando sus ejes no se encuentren alineados cuando se concatenen.

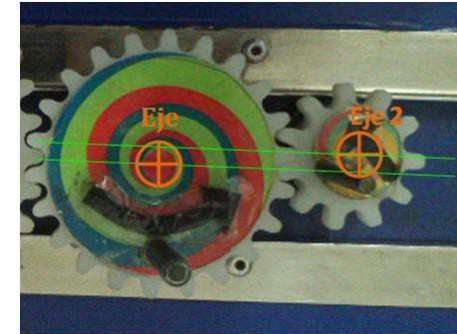


Figura 25. Desalineamiento de ejes entre engranaje mediano y pequeño

La desalineación existente entre los ejes de los engranajes, hace que cuando el engranaje conductor (Engranaje mediano) transmita su movimiento al engranaje conducido (Engranaje pequeño), este se desplace en el sentido de la fuerza que aplica el engrane conductor al engrane conducido, presentándose un desacople entre los dientes de ambos engranajes, haciendo que se deslice y levante en el momento de la transmisión del movimiento (momento del giro).

En la siguiente figura (Ver. Figura 26) puede apreciarse con mayor detalle la situación. Si se aplicara una fuerza F al engrane conductor (Engranaje mediano) que haga que este gire en sentido contrario al de la flecha este transmitirá ese movimiento al engrane conducido (Engranaje pequeño) por medio del contacto existente entre los dientes con una fuerza igual a la aplicada, como el eje del engrane conducido no está bien sujeto en el riel, cuando el engrane conductor aplique el movimiento con la fuerza hará que el engrane conducido se desplace, pivotando o levantándose un poco de la superficie verticalmente. Esta situación no solo presenta un problema a nivel de usabilidad, sino que impide una continua

transmisión del movimiento y esto entrar en conflicto con la restricción de darle una sola vuelta al engranaje final, ya que no se garantiza seguridad de que realmente se está dando una vuelta o más de una vuelta.

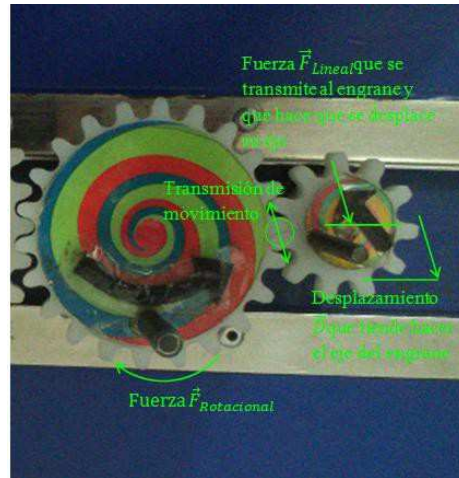


Figura 26. Situación de desacople entre engranajes

Otra posible causa del descarrilamiento del engranaje pequeño cuando está en contacto con el engrane de mayor tamaño es la deformación existente en la sección longitudinal del ultimo engrane. Cuando se tomó el engrane grande como engrane conductor y se hace girar en ciertos momentos del giro la deformación existente en él, hará que los dientes que se acoplan con el engrane conducido dejen de estar alineados sobre el mismo plano, lo cual hace que cuando se transmita el movimiento se genere una fuerza saliente que sumada con la tendencia de desplazamiento se genere una fuerza que levante el engrane conducido, esta situación se ilustra en la siguiente imagen.

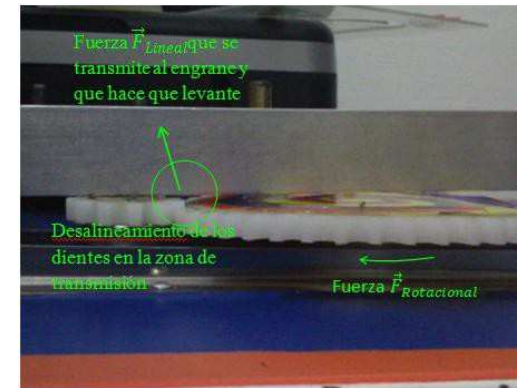


Figura 27. Desnivel entre la superficie de los engranajes

4. CONCLUSIONES FINALES

Los niños son sensibles a la información que ha sido configurada en el artefacto, evidenciada en sus características formales, estéticas, estructurales y funcionales; estas características o indicios salientes, como se llamaría en términos de las SRP guían sus acciones y nutren algunas de sus hipótesis, para así, establecer diversas relaciones iniciales, como por ejemplo, la relación de concatenación entre los engranajes por la interpenetración de sus dientes. Sin embargo, se reconoce también que existen hipótesis que surgen en virtud de los procesos de significación del niño, donde intervienen sus experiencias previas y en donde no todos los elementos que afectan las hipótesis y las acciones de los niños se derivan exclusivamente del artefacto.

Las características (formales, estéticas, funcionales y estructurales) del artefacto median en los procesos de significación que le permiten a cada niño valorar la forma, los colores, las disposiciones y jerarquías de los elementos de forma individual para significar funciones y usar el objeto de determinada manera. Esto es muestra, de que el niño usa los objetos de manera provechosa, cada elemento significa algo para el (ella) y lo demuestra mediante sus acciones, verbalizaciones o expresiones no verbales.

Entre más variables incluya un problema, las características de la situación tienen un papel diferente. En el caso de la situación problema analizada en esta investigación, el sistema de engranajes que el niño debe armar para lograr resolver la tarea, le exige tener en cuenta más de una variable, variables que van más allá de las características formal-estéticas o estructurales de los componentes del objeto de manera individual, que le permitieron en una fase de familiarización establecer relaciones, sino que, ahora el niño debe poner juego relaciones de funcionamiento como la alternancia de giro, el tamaño de los engranajes y la cantidad de vueltas que da, tras cada intento, el establecimiento de estas relaciones dependen del uso de las

dos herramientas cognitivas que trabaja la SRP analizada como es la formulación de hipótesis y la experimentación por parte del niño.

La resolución exitosa de la tarea *Buscando a Nemo* no depende exclusivamente de las características del artefacto, aunque, si es determinante para el proceso de resolución, pues, hay aspectos de la configuración formal-estructural del artefacto de la tarea, así como cualidades estéticas y funcionales que inciden en la lectura de uso por parte del niño de ciertos elementos, como, la agrupación o clasificación de los engranajes; partiendo del uso de los colores de las espirales, o el uso del riel para la disposición horizontal de los engranajes.

Las dificultades estructurales y constructivas que presenta el artefacto, a pesar de no influir en la comprensión del funcionamiento del sistema de engranajes como tal, si hace que el niño privilegie unos elementos por encima de otros o que incluso considere erróneas sus elecciones en base a una evidencia falsa. Estos problemas pueden generar frustración en el niño y desmotivación.

Se deben tener en cuenta los requerimientos metodológicos del diseño de la SRP, no solo, desde la herramienta cognitiva de la cual se pretende evidenciar su funcionamiento en el niño, sino, reconociendo que el diseño adecuado de un artefacto que represente la tarea, permite acceder a los indicios de la actividad mental del niño, si se adecuan usos efectivos del objeto evitando problemas funcionales, aprovechando decisiones estéticas, y entendiendo las implicaciones que tiene la configuración de la forma en el establecimiento de las relaciones entre los elementos.

El aporte que se realizó con esta investigación desde la perspectiva del diseño a la psicología, que tiene que ver con el diseño de tareas experimentales o SRP dirigidas a niños, es fundamental, puesto que, esta investigación permite entender como los niños piensan teniendo en cuenta el papel del objeto en ese proceso de resolución de un problema que parte desde la configuración de sus propios elementos.

5. REFERENCIAS

- Álvarez, J. A. (1981). La resolución de problemas en psicología. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 13 (2), 247-266.
- Avendaño, C., Bonilla, M. S., & González, L. F. (2004). Procesos de cambio representacional en la comprensión de dispositivos mecánicos. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Cali.
- Ayala, M. y Montes, J. (2011). Funcionamiento cognitivo de niños entre 4 y 6 años para la resolución de conflictos interpersonales. *Revista Diversitas Perspectivas en Psicología*, 7 (1), 91-102.
- Baillargeon, R. (1994). How Do Infants Learn About the Physical World?. *Current Directions In Psychological Science*, 3 (5), 133- 140.
- Bartolini, G.M., Boni, M., Ferri, F., & Garuti, R. (1999). Early approach to theoretical thinking: Gears in primary school. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 67-87.
- Bem, S. (1970). The Role of Comprehension in Children's Problem Solving. *Developmental Psychology*, 2 (3), 351-358.
- Boncoddo, R. Dixon, J. & Kelley, E. (2010). The emergence of a novel representation from action: evidence from preschoolers. *Developmental Science*, 13 (2), 370-377.
- Boucheix, J. M., & Guignard, H. (2005). What animated illustrations conditions can improve technical document comprehension in young students? Format, signaling and control of the presentation. *European Journal of Psychology of Education*, 20 (4), 369-388
- Bürdek, B.E. (3ra Ed.). (2002). *Diseño. Historia, teoría y práctica del Diseño Industrial*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Buteler, L. (2003). La resolución de problemas en física y su relación con el enunciado (Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba). Recuperado de
- Buteler, L. Gangoso, Z. Brincones, I. y González, M. (2001). La resolución de problemas en física y su representación: Un estudio en la escuela media. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 285-295
- Buteler, L. y Gangoso, Z. (2001). Diferentes enunciados del mismo problema: ¿Problemas diferentes?, *Investigações em Ensino de Ciências*, 6 (3), 269-283.
- Cantú, M. A. (2003). El objeto ordinario: Una aproximación semiótica al diseño industrial (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León). Recuperado de http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020149428/1020149428_02.pdf
- Casler, K. & Kelemen, D. (2005). Young children's rapid learning about artifacts. *Developmental Science*, 8 (6), 472-480.
- Castillo, P. A. (2009). Criterios transdisciplinarios para el diseño de objetos lúdico-didácticos. (Tesis de maestría). Recuperado de http://www.palermo.edu/dyc/maestria_diseno/pdf/tesis.completas/45-castillo.pdf
- Cohan, E., Isola, P., Lopez, J. P., Louzán, E., Mastronardi, M., Mauro, M., Mitchell, L., Muñoz, P., Oppizzi, E., Perelló, J., Rezk, A., Seifert, V., Torroja, A., y Varela, R. (n. d). *Lecturas y modos de concreción*. En <http://www.plm.com.ar/academico/general/indocu.html> (03-01-13)
- Coronel, M. & Curotto, M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), 463-479.
- Costa, J. (2003). Diseñar para los ojos. Recuperado de: <http://books.google.com.co/books?id=aod9tjaeabcC&pg=PA7>

[1&dq=JOAN+COSTA+COLOR&hl=es-419&sa=X&ei=ITU9UZeDIYnW8gTz-4GICw&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8958/Tesi%20Domenech.pdf?sequence=1)

- De la torre, G. (1992). El lenguaje de los símbolos gráficos. Introducción a la comunicación visual. México: Editorial Limusa S.A.
- De Vega, M. (1993). Introducción a la psicología cognitiva. España: alianza editorial
- Defeyter, M., & German, T. (2003). Acquiring an understanding of design: evidence from children's insight problem solving. *Cognition*, 87, 133-155.
- Del castillo, A. & Montiel, G. (2009). ¿Artefacto o Instrumento? Esa es la pregunta. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 22, 459-468
- DeLoache J., Miller K., & Pierroutsakos, S. (1998). Reasoning and Problem Solving (pp.801-850). In D. Kuhn and R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of Child Psychology. Vol.2 : Cognition, Perception, and Language*. New York: Wiley & Sons. (5ta ed.)
- DeLoache, J. S. (2002). Early Development of the Understanding and Use of Symbolic Artifacts. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell Handbook of childhood cognitive development* (pp. 206-226). Malden, MA: Blackwell Publishing.
- DeLoache, J., & Brown, A. (1990). La temprana aparición de las habilidades de planificación en los niños. En J. S. Bruner & H. Haste (Comps.). *La elaboración del sentido* (pp. 105-124). Barcelona: Paidós.
- Dixon, J. & Bangert, A. (2002). The prehistory of Discovery: Precursors of representational change in solving gear system problems. *Developmental Psychology*, 38 (6), 918-933.
- Doberti, R. (1971, Junio). Sistema de figuras. *Revista Summa*, 38. Recuperado de <http://www.documentosplm.com.ar/pdf/textos/sistfig1.pdf>
- Domenech, M. (2004). El papel de la inteligencia y de la meta cognición en la resolución de problemas (Tesis Doctoral, Universitat Rovira I Virgili). Recuperado de <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8958/Tesi%20Domenech.pdf?sequence=1>
- Donaldson, M. (1979). *La mente de los niños*. Madrid: Ediciones Morata, S.A.
- Dondis, D.A. (18ª Ed.). (1937). *Elementos básicos de la comunicación visual En La sintaxis de la Imagen*. Introducción al alfabeto visual. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.L.
- Escobar, M, H. (2002). De la operación a la herramienta cognitiva. *Universitas Psychologica*, 1 (2), 49-57.
- Evangelou, D., Dobbs-Oates, J., Bagiati, A., Liang, S., & Choi, Ji. (2010). Conversaciones sobre artefactos. Exploraciones de niños preescolares con bosquejos, cuentos y objetos tangibles. *Investigación y Práctica de la Niñez Temprana - ECRP*, 12 (2). Recuperado de <http://ecrp.uiuc.edu/v12n2/evangelou-sp.html>.
- Figueroa, D. L, & Rodríguez, M.A. (2009). "Aprender de los problemas" Caracterización de la resolución de problemas con estado inicial y final bien definidos, que no requieren conocimiento previo en niños de 4 a 5 años (Tesis de Maestría). Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/educacion/tesis45.pdf>
- Fornari. T. (1989). *Las Funciones de la Forma*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. México: Tilde Editores, S.A.
- Gauvain, M., & Greene, J. (1994). What do young children know about objects?, *Cognitive Development*, 9 , 311-329.
- Gelman, S. & Bloom, P. (2000). Young children are sensitive to how an object was created when deciding what to name it. *Cognition*, 76, 91-103.

- Gelman, S.A., & Lawrence, H (Comp.). (2002). Cartografía de la Mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura Volumen II. 'Teorías' infantiles, estudios interculturales y consecuencias educativas. Barcelona: Editorial Gedisa, S.A.
- Goldin-Meadow, S. & Beilock, S. L. (2010). Action's influence on thought: The case of gesture. *Perspectives on Psychological Science*, 5 (6), 664-674.
- González, A., Herrera, N., Marín, D., & Rojas, T. (2008). Planificación cognitiva en niños con déficit auditivo. *Pensamiento Psicológico*, 4 (11), 85-104.
- Gutiérrez, M. F & Correa, M. (2009). Operaciones discursivas y contextos argumentativos: Sobre la comprensión del fenómeno físico de rebotar. *Acta Colombiana de Psicología*, 12 (2), 85-99.
- Hope, S. (1981). The integration of verbal and motor behavior in Preschool Children. *Child Development*, 52 (1), 280-289.
- Inhelder, B., et al. (1984). Procedimientos y significaciones en la resolución de un problema concreto. En R. Puche-Navarro (Comp.). Después de Piaget (pp. 67-80). Cali: CLEPS Ediciones.
- Inzunza, J. C & Brincones, I. (2010). Aprendizaje de la física por resolución de problemas: Caso de estudio en Alcalá de Henares, España.
- Jalkanen-Mäkelä, M. (2002-2005). Los amuletos de predicción, objetos de diseño de su época. *Xama*, (15-18), 324-331. ISSN 0327-1250. Revisado en <ftp://ftp.cricyt.edu.ar/pub/xama/xama/xama15-18/22.pdf>
- Karmiloff-Smith, A. & Inhelder, B. (1974-75). If you want to get ahead, get a theory. Trad. Cast En M. Carretero & García - Madruga (Comp.), *Lecturas de psicología del pensamiento: Razonamiento, solución de problemas y desarrollo cognitivo* (pp. 307-320). Madrid: Alianza.
- Kelemen, D., & Carey, S. (2007). The Essence of Artifacts: Developing the Design Stance. En S. Lawrence & E. Margolis, *Creations of the mind: Artifacts and their representation*, Oxford, Oxford University Press, 415-449.
- Kemler, D., Frankenfield, A., Morris, C., & Blair, E. (2000). Young children's use of functional information to categorize artifacts: three factors that matter. *Cognition*, 77, 133-168.
- Landau, B., Smith, L., & Jones, S. (1998). Object perception and object naming in early development. *Trends in Cognitive Sciences*, 2 (1), 19-24.
- Lehrer, R. & Schauble, L. (1998). Reasoning about structure and function: Children's Conceptions of Gears. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (1), 3-25.
- Lidwell, W., Holden, K., & Butler J. (2005). Principios universales de diseño. Naturart, S.A editado por Blume: Barcelona.
- Löblich, Bernd. (1981). Diseño Industrial. Bases para la configuración de los productos industriales. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- López, S. (2007). Procesos de cambio cognitivo en la resolución de problemas en niños de 1 año de edad (Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili). Recuperada de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8959/TESISDOCTORAL1.pdf;jsessionid=98741633882CF9F21CD18C0B32CACA08.tdx2?sequence=1>
- Magariños, J. La semántica visual de las imágenes simbólicas. (subido a internet en mayo, 2002) recuperado de: <http://www.centro-de-semiotica.com.ar/indice.htm>
- Mañá, J. (1974). El diseño Industrial. Barcelona: Salvat Editores. Mayer, R. E. (1986). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona, España: Ediciones Paidós.

- McCarrell, N., & Callanan, M. (1995). Form-function correspondences in children's inference. *Child Development*, 66, 532-546
- Metz, K. (1985). The development of children's problem solving in a gears task: A problem space perspective. *Cognitive Science*, 9(4), 431-471.
- Moles, A. (1975). *Teoría de los objetos*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Mondragon, S. (2002, Junio). Aportaciones de la semántica del producto al diseño de productos orientados al usuario. Artículo presentado al XIV congreso internacional de ingeniería grafica, Santander, España. Artículo recuperado de <http://www3.uji.es/~pcompany/APGC02.pdf>
- Montealegre, R. (2007). La solución de problemas cognitivos. Una reflexión cognitiva sociocultural. *Avances en psicología latinoamericana*, 25, 002, 20-39.
- Montes, J.A. (2009). Experimentación, autorregulación y dominio de la física en edades tempranas. *Acta Colombiana de Psicología*, 12 (1), pp.125-133
- Montserrat, B. (1997). *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid, España: Visor Distribuciones, S.A.
- Mounoud, P. (1977). *La estructuración del instrumento en el niño*. Buenos Aires: Editorial Glem S.A.
- Muñoz, P. (1992). Texturas: conformación de un Atlas a partir de su Clasificación. *Color & Textura*, Cámara de empresarios pintores y de revestimientos de la república Argentina, 28, 20-22,
- Navarro, C. (2008). Comprensión de sistemas de engranajes: Un estudio del cambio cognitivo y las herramientas cognitivas en niños de cuatro años. *Universitas Psychologica*, 7 (2), 411-424.
- Nikiel, M. (2010). *Semiótica del producto. El objeto como elemento comunicativo*. (Tesis de grado, Universidad de Palermo). Recuperado de: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectorgraduacion/archivos/235.pdf
- Norman, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. Madrid: NEREA S.A.
- Ochoa, S., Cruz, L., y Valencia, A. (2006). Las situaciones de resolución de problemas como estrategia de trabajo con niños diagnosticados con TDAH. *Pensamiento Psicológico*, 2 (7), 73-88.
- Olguín, G., Castelano, L., Abraham, M., Bourdichon, M., De la fuente, F., Giurdanela, S., Hernández, T., y Scoco, M. (2009). *Leer la forma. Estudio sobre la morfología aplicada al diseño*. Cátedra de Morfología I, II, II Diseño Industrial – F.A.U.D – U.N.C . Córdoba, Buenos Aires: Redargenta ediciones.
- Ordoñez Morales, O. (2003). Procesos psicológicos básicos. En S. Ochoa y O. Ordoñez Morales (Comps.), *Revisión del Estado del Arte del Conocimiento en Psicología*. Publicado como Documento de trabajo. Publicaciones de la Pontificia Universidad Javeriana. Cali.
- Ordoñez, O y Bustamante, L. G. (2005). Habilidades para la comprensión y el razonamiento científico en el niño. Una revisión bibliográfica. En Puche, R. (2da Ed), *Formación de herramientas científicas en el niño pequeño* (pp. 77-109). Cali: Artes Graficas del Valle Editores Impresores Ltda.
- Ordoñez, O. (2003). Hipótesis, experimentos e inferencias en el niño: una propuesta de análisis. En Orozco, B.C. (Comp.) *El niño: Científico, lector y escritor, matemático* (41-69). Cali: Artes graficas del Valle Editores-Impresores Ltda.
- Orozco Hormaza, B.C. (Comp.) (2003). *El niño: científico, lector y escritor, matemático*. Cali: Artes Gráficas del Valle Editores.

- Otálora, Yenny (2009). Análisis de tareas como estrategia metodológica para acceder a la cognición encubierta. Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura, Cali.
- Ortiz, F. (2004). Diccionario de metodología de la investigación científica. México: Limusa
- Perales, F. J. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *La Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 170-178.
- Perry, M. & Lewis, J. (1999). Verbal imprecisión as an Index of Knowledge in Transition. *Developmental Psychology*, 35 (3), 749-759.
- Piaget, J. (1980). *Psicología del niño*. Madrid: Ediciones Morata S.A.
- Pineda, E., & Pineda, A. (2009). El objeto de uso como signo. Un recurso para la comprensión de la experiencia cotidiana. *Adversus*, VI (14-15), 70-99
- Pol, A. (2005). Secretos de marcas, logotipos y avisos publicitarios. Simbolismo gráfico, espacial y cromático. Buenos Aires: Editorial Dunken. Recuperado de: <http://books.google.com.co/>
- Puche-Navarro, R. (2001). De la metáfora del niño como científico a la racionalidad mejorante. En R. Puche Navarro, D. Colinviaux, y D. Dibar (Comps.), *El niño que piensa. Un Modelo para la formación de maestros* (pp.23-55). Cali: Artes Gráficas del Valle Editores.
- Puche-Navarro, R. (2003). Procesos de desarrollo, de cambio y variabilidad. En Puche Navarro, R. (Comp.) *El niño que piensa y vuelve a pensar* (pp.17-50). Cali: Artes Gráficas del Valle Editores.
- Puche-Navarro, R. (2003a). La actividad mental del niño: una propuesta de estudio. En Orozco, B. C, (Comp.) *El niño: Científico, lector y escritor, matemático* (17-40). Cali: Artes gráficas del Valle Editores-Impresores Ltda.
- Puche-Navarro, R., Ordóñez Morales, O. (2003) Pensar, experimentar y volver a pensar: Un estudio sobre el niño que experimenta con catapultas. En Puche Navarro, R. (Comp.) *El niño que piensa y vuelve a pensar* (pp. 109-148). Cali: Artes Gráficas del Valle Editores.
- Puche-Navarro, R. y Ordoñez, O. (2005). Comprensión, resolución y formación de herramientas científicas en el niño. En Puche, R. (2da Ed.), *Formación de herramientas científicas en el niño pequeño* (pp. 45-76). Cali: Artes Gráficas del Valle Editores.
- Puche-Navarro, R. (2005). Formación de herramientas científicas en el niño pequeño. (2da ed.) Cali, Colombia: Artes graficas del Valle Editores – Impresores Ltda.
- Puche-Navarro, R. Ossa, J. y Guevara, M. (2006). La resolución de problemas ¿Una alternativa integradora?, *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII (46), 167-189.
- Puche-Navarro, R. y Colinviaux, D. (2003). Génesis de los Modelos Mentales: Una propuesta para el estudio del funcionamiento mental en el cambio cognitivo y en el desarrollo. En Puche, R. *El niño que piensa y vuelve a pensar* (pp.51-86). Cali: Artes gráficas del Valle Editores-Impresores Ltda.
- Puche-Navarro, R. y Gillieron, C. (1992). ¿Volver a Piaget?. Cali: Centro editorial Universidad del Valle.
- Puche-Navarro, R., Colinviaux, D., y Dibar, M.C. (2001). El niño que piensa. Un modelo de formación de maestros. Cali, Colombia: Artes gráficas del Valle Editores-Impresores Ltda.
- Rengifo, F. J., Gaviria, A. S., Hernández, C. A., Y Osorio, Y, E. (2009). “Te voy a ganar”: Semiosis y signos presentes en la construcción de instrumento en la relación adulto-objeto-niño. En F. J. Rengifo, *El sujeto como centauro: Ensayos e investigaciones en psicología de la cultura* (pp. 115-157). Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.

- Rengifo, F.J. (2005). El símbolo es, del ojo, la pupila: primeras aproximaciones al surgimiento de la agencialidad en la relación niño-objeto-adulto. *Revista Académica e Institucional de la U.C.P.R.*, 73, 31-46
- Sáiz, M. & Alonso, M. (2008, Abril). El análisis de tareas como estrategia cognitiva de evaluación. Encuentro Nacional de Orientadores, Burgos, Argentina.
- Sánchez, A. (1992). *Invitación a la estética*. México D.F.: Editorial Grijalbo S.A
- Sánchez, M. (2da Ed.). (2005). *Morfogénesis del objeto de Uso. La forma como hecho social de convivencia*. Bogotá D.C.: Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Sánchez, F, T., Pérez, A., Sancho, J., Rodríguez, P. (2006). *Mantenimiento mecánico de maquinas*. Castello de la Plana: Publicaciones de la Unversitat Jaume I, D.L. Recuperado de <http://books.google.com.co>
- Santos, M. (2007). *La resolución de problemas matemáticos: fundamentos cognitivos*. México: Editorial Trillas.
- Schwartz, D & Black, J.B. (1996). Analog Imagery in Mnetal Model Reasoning: Depictive Models. *Cognitive Psychology*. 30, 154-219.
- Sigüenza, A. (2000). Formación de modelos mentales en la resolución de problemas de genética. *Revista enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 439-450.
- Sobel, D., & Buchanan, D. (2009). Bridging the gap: Causality-at-a-distance in children's categorization and inferences about internal properties. *Cognitive Development*, 24 , 274-283.
- Tapia, J., Pabón, O. A. (2009). Resolución de problemas matemáticos y diseño didáctico en preescolar. ASOCOLME – Asociación colombiana de matemática educativa. X encuentro colombiano de matemática educativa. Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Thornton, S. (2000). *La resolución infantil de problemas*. (2da ed.) Madrid, España: Ediciones Morata S.L.
- Varela, P. (2002). *La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias: aspectos didácticos y cognitivos* (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid). Recuperado de <http://pendientedemigracion.ucm.es/BUCM/tesis/19911996/S/5/S5006501.pdf>
- Villalobos, M. E. (2005). *El desarrollo psicológico del niño, juego, representación y capacidades mentales del niño como sujeto*. En Puche, R. (2da Ed), *Formación de herramientas científicas en el niño pequeño* (pp. 77-109). Cali: Artes Graficas del Valle Editores Impresores Ltda.
- Villeta, J. A. (1995). *Dibujo técnico de ingeniería y geometría descriptiva*. INTEC. Editora BUHO: Santo Domingo. Recuperado [de http://books.google.com.co](http://books.google.com.co)

WEBGRAFÍA

- The candle problem. En Wikipedia. [Imagen]. Recuperada el 3 de enero de 2013. Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Candle_problem

6. ANEXOS



Santiago de Cali, 17 de Febrero de 2012

Señores,
Padres de familia del nivel transición 4
Cordial saludo;

El programa de Diseño Industrial de la Universidad del valle requiere que para la realización del trabajo de grado de la estudiante Angie Olmos Carmona se desarrollen unas actividades con niños de edades entre los 5 y 6 años de edad, para implementar el diseño de unos juegos que posibilitan el razonamiento mecánico en ellos.

Para lo anterior estamos solicitando la autorización de ustedes como padres de familia, para permitirle a su hijo(a) participar y simultáneamente filmar los desempeños que ellos tengan durante las actividades, dichas actividades bajo ninguna circunstancia atentaran contra la integridad física, mental y/o moral del niño(a).

Aclaremos que los registros de las filmaciones serán usados con fines de analizar la información para la presentación de los resultados en el documento final del trabajo de grado así como la presentación ante los docentes.

Muchas gracias por la colaboración que nos puedan brindar.
Atentamente,

Elvira Durán
Profesora grado transición 4

Angie Olmos Carmona
Estudiante autora del trabajo de grado

AUTORIZACIÓN

Yo, _____ con Nro. de C.C. _____ autorizo para

que mi hijo(a) _____ del grado transición 4 participe y sea filmado durante el desarrollo de las actividades relacionadas con el trabajo de grado de la estudiante de la Universidad del valle.

NOTA: Recuerde que dichas filmaciones solo serán usadas con fines pedagógicos.

Firma de los padres de familia
C.C.

.

Anexo 1. Formato de autorización de padres de familia