

**Pensamiento científico compartido:**

**Una exploración desde los elementos estructurantes de la tarea**

**Paula Alejandra Sánchez**

**Trabajo de investigación para optar  
por el título de Magíster en Psicología**

**Programa de Maestría en Psicología**

**Instituto de Psicología**

**Universidad del Valle**

**Febrero de 2019**

## **Pensamiento científico compartido:**

### **Una exploración desde los elementos estructurantes de la tarea**

#### **Resumen**

Este estudio explora la relación que tiene tres tipos de entornos de resolución de problemas (individual, en compañía del adulto cuidador, y en compañía de un investigador) con las estrategias utilizadas por niños entre 7 y 10 años de edad en la resolución de una tarea orden físico –mecánico. La investigación busca explorar la relación entre dos enfoques de investigaciones en pensamiento científico: El primero centrado en la presentación de situaciones individuales que implican el desarrollo de teorías, control de variables, experimentación y evaluación de la evidencia. El segundo que analiza el pensamiento científico compartido desde la habilidad de exploración y discusión para la construcción de conocimiento.

Las tareas presentadas demandan la comprensión de aspectos como contigüidad o concatenación, tamaño y número de elementos para el caso de la conformación de cadenas de engranajes que exigía la primera tarea. La segunda tarea exige comprender aspectos como el peso, la distancia y la cantidad para lograr generar un contrabalanceo y equilibrar una barra que sostiene varios elementos.

Los resultados del estudio mostraron que los niños que se enfrenaron solos o en compañía del experimentador, tuvieron un aumento gradual en las estrategias utilizadas pasando de estrategias exploratorias a estrategias resolutorias, esto debido a que el tipo de interacción generada en los dos entornos permitía que el niño organizara sus acciones entorno a la

experimentación lo cual les que permitió progresivamente generar comprensiones de manera individual cuando se enfrentaban a resoluciones donde solo se les daba la consigna y las reglas de la tarea, y de manera conjunta cuando con el apoyo del experimentador se generaban diálogos, preguntas o afirmaciones que permitían, hacer pruebas, dar explicaciones o generar análisis de lo que había ocurrido en medio de la resolución de la tarea.

En caso contrario se encontró que los niños que resolvían las tareas con el adulto cuidador permanecían por más tiempo utilizando estrategias exploratorias dado que la relación entre en adulto y el niño en términos de los tipos de interacción, se centraba en su gran mayoría en direccionamientos explícitos para solucionar la tarea. Esto generaba que el niño se convirtiera en el ejecutor de las estrategias del adulto cuidador y que ni el número de movimientos, ni el tiempo de ejecución y por ende el tipo de estrategia se transformara sustancialmente a lo largo de las sesiones de aplicación.

## Introducción

La investigación centrada en pensamiento científico se ha interesado en los procesos de descubrimiento que permiten a los sujetos consolidar las explicaciones frente a los eventos del mundo físico. Una manera de comprender como los niños estructuran el pensamiento científico ha sido a través de la presentación de tareas o situaciones de descubrimiento científico que llevan al niño a tratar de establecer las relaciones entre los elementos presentes en la tarea, para así generar hipótesis, instaurar las relaciones entre teoría y evidencia o realizar experimentaciones adecuadas. La mayoría de los estudios se concentran en el diseño de situaciones que en términos metodológicos dependen primero de la claridad en los elementos que constituyen la tarea como aspectos objetivos y segundo de las estrategias puestas en uso por parte del niño es decir los desempeños individuales.

De acuerdo con Klarh y Simon (1999), los estudios sobre pensamiento científico han sido abordados principalmente desde cinco enfoques. El primero centrado en seguimiento histórico a los descubrimientos científicos para dar cuenta de la trayectoria del pensamiento. El segundo corresponde a los estudios de laboratorio que recrean descubrimientos científicos en situaciones controladas. El tercer enfoque se centra en la observación continua del descubrimiento, es decir se establece como se da el curso del pensamiento científico en situaciones reales donde científicos están realizando los descubrimientos. El cuarto enfoque obedece a la generación de modelos computacionales o simulaciones acerca de la resolución de una situación. Un quinto enfoque se ha interesado por aspectos sociológicos del pensamiento científico, es decir el tipo de

relaciones que se generan en el interior de instituciones dedicadas a la ciencia y al descubrimiento científico.

Entre la amplia gama de enfoques de estudio, la psicología y específicamente las teorías centradas en el pensamiento científico de los niños se ha interesado en el segundo y quinto enfoque (Klahr & Dunbar, 1988; Klarh & Simon, 1999). Estos estudios en su mayoría se encuentran divididos en diferentes enfoques investigativos que responde a dos tipos de metodologías de investigación: Estudios “In vitro” y estudios “In vivo” (Dunbar & Blanchette, 2001).

Los estudios “In vitro” con gran presencia en la investigación sobre desarrollo cognitivo involucran la presentación individual de situaciones de laboratorio centradas en cómo los sujetos generan hipótesis y experimentan (Klahr & Dunbar, 1988); cómo analizan los resultados y a partir de la inconsistencia en los mismos cómo confirman las hipótesis generadas o modificarlas (Dunbar, 1995) o en cómo los sujetos establecen teorías, realizan experimentos y revisan sus teorías frente a una situación de resolución de tareas (Klarh & Nigam, 2004; Kuhn, 1989).

En relación con los estudios de laboratorio, los niños son enfrentados de manera individual a tareas o situaciones controladas donde deben generar inferencias e hipótesis válidas frente a los elementos o relaciones que permiten el funcionamiento o la resolución de la situación o donde se busca comprender la estructura de los conceptos de los niños en los que la revisión de teoría y el control de variables son la medida del pensamiento científico (Crowley & Galco, 2001; Dunbar, 1995; Klahr & Dunbar, 1988). Dichas investigaciones parten de tareas o situaciones estructuradas que constituyen en si lo que los niños tienen que comprender o manipular.

Por su parte los estudios “In vivo” se han dedicado al análisis del pensamiento científico en situaciones contextuales de descubrimiento en las que se analizan la habilidad de los sujetos para explorar una situación presentada (Fender & Crowley, 2007), los aspectos de interacción que inciden en la construcción del conocimiento (Anderson, Lucas, Ginns & Dierking, 2000) o los mecanismos cognitivos internos tales como la metacognición, las limitaciones basadas en el conocimiento, o la revisión teoría para explicar cómo evoluciona el pensamiento científico de los niños en función de una situación de aprendizaje individual y una de aprendizaje compartido (Crowley & Galco, 2001).

Las investigaciones “In vivo” se basan entonces en el análisis de los aspectos sociológicos del pensamiento científico retomando aspectos de desarrollo de la ciencia en las comunidades científicas (Baker & Dunbar, 2000; Schunn & Anderson, 1999) llevando estos análisis a situaciones cotidianas donde los niños se enfrentan a entornos científicos, revelando como la construcción de una explicación entre colaboradores es a menudo una de las fuentes de los avances científicos (Allen, 2004; Anderson, Lucas, Ginns & Dierking, 2000; Borun & Dristas, 1997; Clegg, Gardner, Williams, & Kolodner, 2006; Crowley, 2000; Crowley & Callanan, 1998; Dunbar, 1995; Dunbar & Blanchette, 2001; Eberbach & Crowley, 2005). Estos estudios se centran entonces en los elementos que rodean la presentación de la situación y que necesariamente no están contenidos en la tarea misma, o que no constituyen o modifican lo que se le presenta al niño, por ejemplo, la consigna o las explicaciones dadas frente a las estrategias de resolución implementadas.

A pesar de que la literatura sobre desarrollo del pensamiento científico ha explorado ampliamente el uso de estrategia y las trayectorias de cambio de las mismas en situaciones de laboratorio, también es cierto que es importante evidenciar como en dichas situaciones

controladas dichas estrategias pueden o no verse afectadas por la intervención de otro que basado en algún tipo de instrucción, dirección o explicaciones de las exploraciones realizadas por los sujetos en el momento de resolver la situación presentada. Esta metodología difiere a su vez de los estudios “In vivo” los cuales--si bien exploran la incidencia de estas interacciones o instrucciones--lo hacen en contextos abiertos tales como museos o aulas de clase en los cuales se puede encontrar otras variables tales como explicaciones previas o textos explicativos que acompañan la situación. Adicionalmente, al ser situaciones no controladas estas se presentan en pocas sesiones para las situaciones de aula o solo una para las situaciones presentadas en museos o espacios de aprendizaje informal, lo cual dificulta evidenciar la trayectoria de las estrategias implementadas por los niños.

Los avances en términos de los estudios en pensamiento científico se encuentran entonces en la relación metodológica que plantea Dunbar (2000) entre los estudios *in vitro* que pretenden generar modelos detallados de los funcionamientos cognitivos implicados en la resolución de situaciones de laboratorio y los análisis *in vivo* que retoman aspectos contextuales del pensamiento científico tales como las interacciones que estructuran la manera como el sujeto comprende las situaciones presentadas.

Estos dos elementos determinan las estrategias que los niños ponen en juego para resolver la situación y la ejecución de acciones encaminadas a la meta de resolución. Según el modelo de análisis de tarea, cada tarea o situación de resolución de problemas presenta demandas cognitivas específicas determinadas por las características estructurales o sustantivas del diseño, características centradas en las condiciones mismas de la tarea o en las pautas de su presentación. (Ochoa, Aguilar, Navarro, Jaramillo, & Henao, 2013).

### **Elementos para un marco conceptual**

Con el objetivo de delimitar el presente trabajo se realiza una revisión de aspectos fundamentales del desarrollo del pensamiento científico específicamente como afectan los procesos de interacción la resolución de tareas que involucren el pensamiento científico.

El desarrollo según Perinat (2003) corresponde al despliegue de capacidades psicológicas que comprenden un sustituto biológico, pero, además, se expanden a lo social- relacional. En este sentido, el desarrollo implica un ejercicio funcional que el organismo realiza en relación a solicitudes internas y externas. Dentro de este enfoque el niño es concebido como un sujeto activo, que desde temprana edad se acerca al mundo en busca del establecimiento de regularidades que le permiten interactuar con este (Karmiloff-Smith & Inhelder, 1975). Dentro de las posibilidades de comprensión del mundo se encuentra la capacidad de pensar de manera científica para resolver situaciones de orden físico a las cuales se enfrenta cuando resuelve situaciones naturales, comprensiones de fenómenos naturales o situaciones de resolución de problemas.

Kuhn (2010, 2009) describe el pensamiento científico como la búsqueda del conocimiento. En esta medida el pensamiento científico se refiere tanto a lo que la gente hace como a lo que tiene, es decir a las comprensiones que generan frente a los fenómenos.

Desde esta perspectiva el pensamiento científico ha tenido dos grandes corrientes. La primera que se denomina visión clásica y que se desprende de los trabajos de Inhelder y Piaget, en los cuales las estrategias de pensamiento científico se conceptualizan como dispositivos de



lógica que orientan la comprensión de mundo independiente del contexto o tipo de fenómeno que se esté investigando. La segunda por el contrario retoma la importancia del fenómeno estudiando los cambios de dominio específico que se generan en relación a la coordinación entre la teoría y la evidencia, a esta corriente se le toma como la visión moderna del pensamiento científico (Kuhn, 2010).

Desde una corriente contemporánea en el estudio del pensamiento científico este es conceptualizado entonces como la mejora de las capacidades metacognitivas individuales que permite que los sujetos usen estrategias de experimentación cada vez más elaboradas para la búsqueda de evidencia y la comprobación de sus teorías explicativas. (Crowley & Galco, 2001; Kuhn, 1989, 1993). Los diversos estudios realizados desde esta corriente hacen hincapié en los mecanismos internos existentes en el sujeto. Desde esta lógica se ha encontrado que cuando los niños pequeños trabajan de manera individual frente a una tarea, sus acciones son menos sistemáticas en comparación con niños mayores, esto se debe a la poca habilidad metacognitiva y al sostenimiento durante todo el proceso de sus teorías ingenuas que limitan la manera como el niño interpretar y organizar la evidencia en relación a las hipótesis que ha generado (Crowley & Galco, 2001)

### **Desarrollo del pensamiento científico**

Las investigaciones de los últimos 30 años muestran que los niños desde temprana edad poseen un conocimiento coherente acerca del mundo que los rodea que les permite enfrentarse a situaciones de resolución de problemas. El desarrollo del pensamiento científico se centra

entonces en los procesos cognitivos que tienen los sujetos y que se ponen a prueba en la generación de teoría, el diseño de experimentos, las pruebas de hipótesis, la interpretación de datos y el descubrimiento científico (Klahr & Dunbar, 1988).

En la investigación sobre el pensamiento científico los sujetos se enfrentan a un dominio específico de conocimiento en el cual se les pide que investiguen las múltiples variables que interactúan en la situación y logren sacar conclusiones acerca de ellas (Kuhn, 1989, 1993). A medida que los sujetos se enfrentan al problema se observa un el proceso de revisión de la teoría, al igual que con la generación de evidencias y estrategias de interpretación de la evidencia. Uno de los grandes problemas en la resolución de situaciones que involucran el pensamiento científico es el lograr falsear la teoría que demarca las acciones investigativas, lo cual es un elemento central en la generación de teorías científicas. Las dificultades que tienen los sujetos para pensar científicamente se centran en dos aspectos:

1. El sujeto debe poder reflexionar sobre su propia teoría, reconociendo el grado de validez de la misma.
2. El sujeto tiene que reconocer que tipo de evidencia podría refutar su teoría explicativa acerca del fenómeno.

La evolución del pensamiento científico implica entonces la mejora general de las capacidades meta cognitivas que permiten que los sujetos desplieguen estrategias de experimentación cada vez más sofisticadas, y que permitan la búsqueda de evidencia y la

construcción de codificaciones cada vez más precisas para comparar la evidencia con la teoría (Crowley & Galco, 2001).

Fugelsang, Stein, Green y Dunbar (2004) han encontrado como las personas tienden a sesgar sus acciones en función de la confirmación de las hipótesis explicativas que tiene frente al fenómeno, en esta medida sus exploraciones se centran en la búsqueda de datos que sean consistentes con lo que están pensando acerca del fenómeno. Sus estudios muestran como tanto los científicos disciplinares como los niños pequeños tienen una resistencia inicial que les lleva a considerar como los datos inconsistentes pueden deberse a errores de examinación, más que a datos concretos sobre el fenómeno estudiado.

Los niños, según Kuhn (1993), no son capaces todavía de concebir la posibilidad de que las relaciones teóricas que han generado sean equivocadas y por lo tanto no generan evidencia para poder refutarla. Esto se debe a la facilidad del reconocimiento de un efecto causal por encima de la negación de la teoría: 1) La presencia de algo es más relevante que su ausencia. 2) La creencia de que un factor es irrelevante a menudo lleva a los sujetos ignorarlo lo que implica la imposibilidad de encontrar pruebas que no confirmen la teoría. 3) La forma en que la evidencia no controlada se puede utilizar como base para el apoyo de la teoría que tienen los sujetos no funciona para la exclusión, pues se toma como un error de medición.

Estos resultados han llevado a establecer como uno de los principales problemas del desarrollo del pensamiento científico, no se da solo en la adquisición de estrategias de experimentación exitosas, sino en el desarrollo de la capacidad de coordinación entre las teorías

existentes y las pruebas que se van generando (Klahr & Dunbar, 1988; Kuhn, 1993). Los sujetos que se enfrentan a una situación que implique pensamiento científico, deben establecer los pros y contras de la evidencia para cada una de las aseveraciones y evaluar si el argumento que se da permite avanzar hacia la resolución del problema. Esto implica al igual que en el pensamiento informal de las personas, apoyar o refutar los puntos de vista opuestos, y una vez que coexistan las dos afirmaciones en la mente del sujeto, este deberá plantear la evidencia necesaria para comprobarlos (Kuhn, 1993).

Este conocimiento acerca de las creencias prepara a los niños para coordinaciones más complejas entre teorías y evidencias. Sin embargo, a la edad de 4 años los niños todavía no pueden evaluar los datos falsos de un evento. A la edad de 7 años, los niños son capaces de elegir una prueba determinada que les permite solucionar un evento indeterminado. En este sentido la identificación de la evidencia se convierte en una fuente de conocimiento (Kuhn, D., 2010)

Sin embargo la relación entre la evidencia y la teoría, y en síntesis los procesos experimentales de los sujetos a la edad de 6 o 7 años todavía son confusos, pero esta confusión se presenta de manera sistemática en adolescentes y adultos llegando a mostrar como la coordinación de la teoría y evidencia no es una habilidad que se genere en un momento determinado del desarrollo, sino que esta mediada por el tipo de contenidos a los que se enfrentan los sujetos (Kuhn, 1993, 2010).

## **Las interacciones como elemento central del desarrollo del pensamiento científico**

El desarrollo pensado desde las propuestas iniciales de Piaget, se explica ligado al proceso de adaptación al medio a través de las funciones de asimilación y acomodación. Este proceso ligado a los mecanismos internos de cambio permite la maduración de las estructuras cognitivas del sujeto. Sin embargo autores como Vygotsky plantean que si bien los mecanismos de cambio internos son centrales para la maduración cognitiva, la base de los procesos mentales se encuentra en las interacciones sociales y culturales, en las cuales el desarrollo cognitivo, supone un proceso de interacción dialéctica entre el mundo y el cambio individual (Perinat, 2003). Como consecuencia de las interacciones que se producen entre el sujeto y el contexto ocurre una modificación en la organización de las estructuras psicológicas del niño. En este sentido el desarrollo se da gracias a dos procesos: “la maduración que prepara y posibilita un proceso específico de aprendizaje y el proceso de aprendizaje, estimula y hace avanzar el proceso de desarrollo y aun el de maduración” (Larreamendy, Puche & Restrepo, 2008, p. 20).

Estos dos procesos de desarrollo, los internos dados por el uso de funcionamientos cognitivos y los externos determinados por la interacción con el contexto son necesarios de determinar para el estudio del pensamiento científico, mostrando como tanto los procesos individuales, como los colaborativos permiten a los niños pequeños comprender aspectos del mundo físico (Crowley & Galco, 2001; Crowley, et al. 2001; Fender & Crowley, 2007)

Sin embargo la mayor parte de los estudios sobre el desarrollo del pensamiento científico son de laboratorio, donde los resultados centrales exploran o bien sea el proceso pensamiento

científico o el producto del mismo, pero haciendo énfasis en los mecanismos cognitivos internos existentes. Lo cual es sumamente relevante si los niños siempre se enfrentan a situaciones de laboratorio lo cual no ocurre en la cotidianidad pues las aulas y los espacios de educación formal, no formal e informal tienen como componente central de la formación el trabajo en equipo o la resolución conjunta de situaciones (Crowley & Galco, 2001). Los estudios interesados en el pensamiento científico, al centrarse en la generación de ideas creativas alcanzadas por científicos en solitario, dejan de lado aspectos del aprendizaje compartido tales como la articulación de teorías, el cuestionamiento, las aclaraciones, las defensas y las reelaboraciones, que se generan en la comunidad científica (Kuhn, 1993). Estudios actuales han mostrado como la comprensión y la generación de teorías científicas no se dan de manera necesariamente autónoma e individual, sino que por el contrario aquellos que hacen ciencia la realizan en comunidades científicas en las cuales intercambian experiencias y conocimientos (Korpan et al., 1997; Crowley & Galco, 2001; Crowley et al., 2001; Clegg et al., 2006; Fender & Crowley, 2007)

Las investigaciones sobre el pensamiento científico en contextos informales, revelan nuevas estrategias que los niños ponen en juego al enfrentarse a situaciones de resolución de problemas, esto ha permitido identificar las dificultades que tiene los niños para recopilar y analizar la información obtenida de manera sistemática y la construcción de teorías adecuadas, puesto que los niños ignoran información y pruebas si estas no son coherentes con las creencias que poseen, por lo tanto es menos probable que estos logren llevar a cabo comparaciones y vean todas las evidencias pertinentes de manera individual (Dunbar 1995; Korpan et al., 1997).

Investigadores como Crowley y Galco (2001) han identificado como aspecto central en el estudio del pensamiento científico, el uso de situaciones que impliquen el aprendizaje colaborativo en edades tempranas y fuera de la escuela. Por ejemplo ellos encontraron en una situación de exploración de un zootropo<sup>1</sup> en un museo que cuando los padres estaban presentes, los niños eran capaces de explorar el zootropo por más tiempo, y logrando hacer comparaciones y distintos tipos de pruebas en la manipulación del aparato. Aun pensando que el desarrollo del pensamiento científico en sí mismo dependa únicamente de los mecanismos internos, la interacción con los padres es importante en la medida que incorporaron nuevas pruebas o experimentos que permiten que los niños desarrollen inferencias, generen explicaciones, y construyan nuevas teorías.

Crowley y; Siegler (1999) han desarrollado tres mecanismos hipotéticos acerca de cómo las explicaciones que dan los sujetos podrían facilitar la generación de nuevas formas de comprender el fenómeno presentado:

- 1) La gran cantidad de explicación permite reconocer todas las aristas de fenómeno.
- 2) El contenido de las explicaciones es importante, en la medida que aquellas explicaciones que consideran las acciones, las consecuencias y el propósito de la acción permiten generalizar las estrategias de manera más efectiva.
- 3) El objeto de la explicación es importante en la medida que aquellas explicaciones que se centran en la estrategia más avanzada realizada por el niño o por el adulto que interviene con

---

<sup>1</sup> Caja cilíndrica giratoria que en el interior tiene dibujadas unas figuras dibujadas las cuales al hacer girar la caja y observar por una ranura de la misma se produce la ilusión óptica de una sola figura que se mueve.

<sup>2</sup> Esta explicación se aborda cuando se discute la relación entre las estrategias utilizadas por los niños en la

el niño permite centrarse en las estrategias más eficaces, por encima de explicaciones referidas a las estrategias más básicas desarrolladas.

En estudios centrados en la búsqueda de objetos, los niños tienen en cuenta los reportes dados por los adultos frente a la situación. Ganea y Harris (2010, citado por Harris, 2012) estudiaron la relación existente entre los datos ofrecidos por el investigador y la búsqueda que realizan los niños. A niños de 30 meses se les mostraban un juguete en una caja, los niños salían de la habitación y al regresar les decían que el juguete había sido cambiado a un lugar diferente. Los niños buscaron el objeto en el resto de cajas de la habitación ignorando la caja donde estaba inicialmente. Esto muestra la relación existente entre la búsqueda y la instrucción dada por los adultos.

En otro estudio Jaswal, Croft, Setia y Cole (2010) presentaron a niños de 3 años de edad una pegatina la cual reportaron se encontraba en un lugar específico de la habitación aun cuando se encontraba en otro, los niños buscaban varias veces en dicho lugar después de haber escuchado el testimonio engañoso y continuaban su búsqueda aun cuando no encontraban la pegatina. A otros de ellos se les presentaba una flecha engañosa que demarcaba el lugar donde debían buscar, estos niños si bien buscaban inicialmente en el lugar donde apuntaba la flecha, después dejaban esa búsqueda y se disponían a buscar en otros sitios. Este estudio muestra la predisposición de los niños a creer en la información que le dan los otros sujetos respecto a la situación, mostrando como el papel de la interacción y la comprensión que el otro tiene de la situación permite influir en la resolución de tareas en los niños pequeños.



Clegg y colaboradores (2006) centraron su estudio en el razonamiento científico, desde los contextos reales. Su estudio presentaba experiencias de cocina que promovían el aprendizaje de conceptos científicos, para ello propusieron a los alumnos participar activamente en la preparación y horneado de alimentos como pizza, brownies, galletas, tortas. En el estudio participaron dieciséis alumnos de quinto grado, los cuales eran supervisados por tres facilitadores. Los estudiantes tenían que desarrollar los alimentos, explorando reacciones químicas que tienen que ver con el uso de elementos como la levadura, huevos, bicarbonato, polvo de hornear y gluten.

En esta medida es importante reconocer cuales son las características de la interacción que afectan el pensamiento científico en tareas de orden físico en las que se da un pensamiento científico compartido. Harris (2012) argumenta como más que un análisis centrado en solo los fenómenos físicos, los niños actúan en analogía a un antropólogo, que atiende y colabora con los miembros de la cultura y que son capaces de organizar su aprendizaje a partir de testimonios de las demás personas, respuestas específicas a preguntas formuladas por ellos e ideas que otros han tenido.

La relación con el otro y en particular las explicaciones que este pueda proporcionarles permite que los niños a medida que aprenden la estrategia, puedan reforzar las vías de acceso a la misma y promover la generalización de nuevas estrategias. Incluso en problemas simples, los recursos cognitivos necesarios para planificar la ejecución de una estrategia pueden exceder los límites de la planeación que pueden desarrollar los niños. Las Explicaciones por lo tanto proporcionan un marco que vincula los sub-objetivos dentro de una estrategia y así facilita que

los niños evalúen lo que ya han hecho y lo que debe hacer a continuación (Crowley & Siegler, 1999).

En relación a la importancia en la construcción de conceptos científicos en los niños en relación con un otro, Crowley y colaboradores (2001) establecieron cuatro clases de conversación en una situación, las cuales permiten establecer los tipos de interacción que se generan.

*Describir las evidencias:* En este tipo de interacción se incluyen aquellos diálogos, afirmaciones o preguntas que se centran en hablar de lo que se puede observar en relación a la manipulación del mecanismo. En esta medida se evalúa también si el experimentador o el adulto cuidador ponen en consideración solo un tipo de prueba pertinente frente a la tarea y si además sugiere la codificación correcta de la evidencia.

*Dar instrucciones:* Este tipo de interacción se define en función de diálogos preguntas o afirmaciones que se centran en cómo se debe manipular el mecanismo. Estas van dirigidas a que el niño comprenda los elementos que constituyen la tarea y sepa como interactuar con el software, o comprenda las condiciones que generan el correcto funcionamiento del mecanismo. Para ello se analiza si la interacción se centra en contar a los niños como generar la evidencia o si por el contrario se sugieren comparaciones directas entre los elementos de la tarea.

*Explicaciones:* En este tipo de interacción se tiene en cuenta aquellos diálogos centrados en establecer relaciones causales o analogías que permiten comprender el mecanismo. Además se establece la relación posible entre el conocimiento y experiencia previa y la comprensión de la tarea.

*Otras expresiones:* Se incluye esta categoría para dar cuenta de aquellos diálogos que no corresponde a las interacciones anteriores, pero que de igual manera hacen parte de las relaciones personales establecidas en la resolución de la situación, tales como establecer acuerdos de interacción, o discutir aspectos fuera de la tarea.

## **Planteamiento del problema de investigación**

Kuhn (2009) plantea que el pensamiento científico surge de la identificación de información relevante, que permite examinar y evaluar patrones en los datos y hacer inferencias. Esto implica que más allá de los procesos individuales de control de variables y generación de hipótesis, el pensamiento científico vincula tres aspectos centrales: el primero implica la capacidad de coordinar distintos factores causales que generan un resultado específico; el segundo la comprensión de los fundamentos epistemológicos de la ciencia, esto implica la generación de conocimiento en comunidades científicas; y el tercero la capacidad argumentativa que implica la coordinación entre la teoría y la evidencia (Kuhn, Iordanou, Pease & Wirkala, 2008).

De acuerdo con lo anterior, el presente estudio descriptivo busca establecer las relaciones entre el pensamiento científico implicado en la resolución de tareas - físico- mecánicas y el papel de los elementos estructurales de la tarea (características de la tarea y de la consigna e instrucciones dadas) lo cual permite realizar un acercamiento sobre como el niño explora el mundo y adquiere conceptos científicos a través de las interacciones (Crowley & Galco, 2001; Korpan, Bisanz, Bisanz, Boehme & Lynch, 1997).

Para ello se pretende analizar específicamente las estrategias que niños entre 7 y 10 años ponen en juego al enfrentarse a tres entornos de resolución (uno de ellos de resolución individual donde el apoyo externo esta dado solo por la consigna y aspectos aclaratorios de las reglas de la

tarea y los otros dos de resolución conjunta con un adulto cuidador o experimentador en los cuales los adultos y el niño pueden realizar intervenciones constantes a lo largo de resolución)

### **Preguntas de investigación**

¿Cuál el repertorio de estrategias usados por los niños en el proceso de resolución de una tarea de orden físico- mecánico que se les plantean a niños entre 7 a 10 años? ¿Qué tipo de relación existe entre los tipos de instrucción evidenciadas en la resolución de una tarea de orden físico- mecánico y el uso de estrategias de mayor complejidad por parte de los niños?

### **Objetivo general**

Establecer cómo afecta los tipos de interacción generada por los adultos en el momento de resolución, el uso de estrategias que los niños ponen en evidencia al enfrentarse a dos tareas de orden físico-mecánico en los tres tipos de entornos de resolución.

### **Objetivos específicos**

Analizar la trayectoria de las estrategias empleadas por niños de 7 años a 10 años de edad en la resolución de dos tareas de orden físico- mecánico en distintos entornos de resolución.

Identificar la relación entre los cambios de trayectoria de las estrategias empleadas por los niños frente a la resolución de las tareas y los tipos de interacción que se generaron a lo largo de la resolución.

## Aspectos Metodológicos

### Participantes

Los participantes del estudio fueron 18 niños de la ciudad de Cali. Los niños no presentaban diversidad funcional física ni cognitiva y en el momento de la entrevista estaban asistiendo a algún tipo de educación, formal, no formal o informal en el momento de la aplicación de las tareas.

Para la selección de la muestra, los grupos de edad se definieron con base en investigaciones previas, especialmente Kuhn (2010) quien plantea que a la edad de 7 años los niños pueden solucionar una situación de resolución de problema a partir de la selección de una prueba determinada, es decir ya son capaces de tomar la evidencia como aspecto central en la búsqueda de conocimiento. Adicional a esto los niños a los 7 años tienen un manejo adecuado de los equipos de cómputo lo cual facilita la presentación de tareas virtuales. En el caso de este estudio y teniendo en cuenta que este tiene como elemento central de análisis las estrategias presentes en el desempeño de los niños y cómo estas varían durante el proceso de resolver un problema en función de las diferencias entre los tipos de interacción, se planteó un rango entre 7 a 10 años de edad.

La selección de la muestra se realizó de manera premeditada, a partir de un muestreo de intencionado. Los participantes del estudio fueron elegidos en función a criterios de accesibilidad, disponibilidad del niño y del cuidador y edad de los niños. El procedimiento de

selección de los participantes fue el siguiente: Inicialmente se contactó a las familias a quienes se presentó el proyecto, los objetivos del estudio. Una vez acordaron participar en el mismo, se estableció conjuntamente la disponibilidad de tiempo del cuidador para permitir la realización del estudio.

La muestra general posteriormente se dividió en tres grupos. La asignación de los participantes a los grupos se hizo de manera aleatoria: Al grupo 1 se le presentó la tarea de engranajes y de equilibrio en un entorno de resolución individual. Al grupo 2 se le presentó la tarea de engranajes y de equilibrio en un entorno de resolución conjunta con el adulto cuidador. Y al grupo 3 se le presentó la tarea de engranajes y de equilibrio en un entorno de resolución conjunta con un experimentador.

## **Diseño**

Este es un estudio descriptivo que utilizó una metodología cualitativa que buscaba analizar el pensamiento científico de niños entre los 7 y 10 años en relación con la comprensión de 2 tareas físico-mecánicas. Se intentó establecer la relación existente entre las estrategias usadas para su resolución y los tipos de interacción dados frente a 3 tipos de entornos de resolución. Al estar la muestra dividida en tres grupos, cada uno se enfrentó a dos tareas (Tarea de engranajes y la tarea de equilibrio) en un tipo de entorno de resolución.

### **Entornos de resolución**

Los entornos presentaban situaciones de resolución individual donde el sujeto debía comprender la situación basándose en los elementos que la constituían y de resolución conjunta donde el sujeto además de los elementos estructurales que componen la tarea, debía comprender las tareas en función de las instrucciones o el intercambio con el otro (experimentador- adulto cuidador)

El primer entorno implicaba la resolución individual de las tareas. En dicho entorno el niño se enfrentó a una interfaz virtual donde debía resolver una tarea de engranajes y una de equilibrio. Este grupo de niños recibió como instrucción por parte del experimentador la consigna y las reglas de resolución del juego. Sin embargo, la resolución de la tarea la realizó el niño de manera individual sin tener la posibilidad, posteriormente, de realizar preguntas o recibir retroalimentaciones por parte del experimentador.

El segundo entorno implicaba una situación de resolución conjunta donde el niño debía resolver la tarea contando con el apoyo del adulto cuidador, posteriormente a la instrucción en la consigna y las reglas de resolución del juego ofrecidas por parte del experimentador. En este entorno el niño podía realizar preguntas o recibir retroalimentación por parte del adulto cuidador.

El tercer entorno implicaba la presentación de la tarea de engranajes y de equilibrio en un entorno de resolución conjunta con un experimentador que tenía experticia en tareas de ese tipo y quien adicionalmente disponía de un repertorio de preguntas, afirmación y consignas que respondían a un tipo de interacción de mayor complejidad.



## **Materiales**

El estudio se centró en la presentación de 2 tareas de orden físico- mecánico. Las tareas presentan situaciones que permiten establecer las comprensiones posibles frente a diversos fenómenos como: contigüidad, tamaño, dirección, desplazamiento, distancia, equilibrio y peso. A continuación se describen los elementos constitutivos de las dos tareas:

**Tarea de engranajes.** La tarea de engranajes se basó en el la aplicación *Out Of Wind* (Not Doppler, sf) el cual presentaba una interface visual que mostraba al niño una serie de molinos de viento. Se le pedía reactivarlos a partir de la puesta en marcha de algunos engranajes que permitían la transmisión del movimiento a los molinos.

En la interface visual de la pantalla del computador (ver Figura 1), el niño encontraba 3 espacios. El primero consistía en un entorno ilustrativo ubicado en la parte superior de la pantalla, donde el niño podía observar el efecto que tenían sus movimientos en la reactivación de los molinos de viento. El segundo espacio consistía en el área de trabajo donde el niño construía las cadenas de engranajes para unir los distintos sistemas. En él habían ruedas fijas que podían transmitir o ser receptoras de movimiento y puntos de enganche donde los niños podían colocar los engranajes móviles. Y la tercera sección era la caja de herramientas que se encontraba en el

panel izquierdo, donde se presentaban distintos tipos de ruedas dentadas que podían desplazarse para ser usadas en la resolución de cada uno de los niveles del juego.



*Figura 1.* Interfaz visual tarea de Engranajes

En cada uno de los niveles el número de ruedas dentadas que aparecían en la caja de herramientas correspondía al número necesario para activar la cadena. De igual manera para cada nivel de juego, la cantidad de ruedas, y el tamaño de las mismas variaban dependiendo de su complejidad.

Todos los niveles contenían una o más ruedas fijas, las cuales se dividían en receptoras del movimiento. Es decir, eran ruedas que se activaban en cadena con otras ruedas dentadas para poder moverse y que correspondían a los puntos finales de la cadena de engranajes y ruedas generadoras del movimiento. Además de las ruedas fijas se presentaban ruedas móviles que podían variar en 5 diámetros distintos. En algunos de los niveles finales del juego se presentaba

la posibilidad de crear una rueda en función del tamaño si se consideraba necesaria para unir una o más ruedas dentadas puestas en el sistema de engranajes (para una descripción de todos los niveles de resolución de la tarea ver Anexo 1).

El uso de sistemas de engranajes implica comprender unas condiciones básicas que generan la transmisión del movimiento, hacia la rueda meta que hace mover los molinos de viento, esto exige al niño formular hipótesis, generar inferencias de tipo causal o temporal y experimentar sobre los elementos que componen la situación. (Dixon & Bangert, 2002). Por lo tanto, la comprensión y resolución de la situación por parte del niño, implicaba establecer las siguientes condiciones del sistema (Navarro, 2008):

- La primera de ellas refiere a la comprensión de la contigüidad como condición necesaria para la transmisión del movimiento, esto implica reconocer la necesidad de contacto entre una y otra rueda dentada, en este caso aquella que genera el movimiento (rueda transmisora) y una de las ruedas móviles. La segunda condición central de un sistema de engranajes refiere a la relación entre el número de dientes o diámetro de la rueda que determinan la velocidad del sistema. En la situación presenta el niño se enfrenta a 5 diferentes tamaños de ruedas dentadas para generar la cadena de engranajes. La última condición es el número de ruedas dentadas que involucra el sistema o cadena de engranajes, y que determina la dirección del movimiento (números pares e ruedas generan un movimiento final en la dirección contraria al movimiento de la rueda transmisora y número impar de ruedas genera un movimiento final en la misma dirección al movimiento de la rueda transmisora)

**Tarea de equilibrio.** La tarea de equilibrio se presentó en formato visual usando la aplicación en línea llamada *Balancín Gact* (PBS Kids, sf). La tarea exige que los participantes equilibren la barra donde se encuentra la casa y la comida de los pájaros. Para ello el programa muestra una barra a equilibrar la cual tiene en sus extremos dos objetos fijos (Una casa y un recipiente con comida para aves) que tienen el mismo peso. La barra cuelga de la rama de un árbol donde el sistema va colocando objetos móviles que deben ser usados para equilibrar la barra (pájaros y capullos de mariposas) (ver Figura 2).



*Figura 2.* Interfaz visual tarea de Equilibrio

En cada uno de los niveles del juego el sistema aumenta la complejidad en función de dos criterios: El primero corresponde a la cantidad de objetos móviles a equilibrar, y el segundo al peso de los objetos (El paso varía en función del tamaño de los pájaros y del capullo de mariposa).

Las tareas de equilibrio han sido un elemento del pensamiento científico altamente estudiado (Siegler & Klahr, 1982). En general, los estudios sobre tareas de equilibrio han mostrando que desde los tres años de edad, los niños comienzan a establecer las bases del pensamiento científico (Rodrigo, 1990). Este tipo de tarea implica mantener en un ángulo de  $180^\circ$  los brazos de la balanza a partir de la colocación de objetos del mismo peso, distinto peso y a una distancia específica. Su resolución se da con la comprensión del concepto de proporcionalidad entre los brazos de la balanza.

Siegler y Klahr (1982) plantearon una serie de reglas que rigen la comprensión de la tarea de la balanza por parte de los niños: La primera regla consiste en tener en cuenta los pesos móviles como la única condición de la tarea. En este sentido el niño establece las siguientes relaciones: Igual peso genera un equilibrio en los brazos de la balanza y diferente peso genera un desequilibrio entre los brazos de la balanza, generando que el brazo con mayor peso descienda. La segunda regla considera también el peso, pero examina la distancia que se tiene entre los extremos de los brazos de la balanza y el centro de la misma, cuando la distancia en la que se tiene que colocar los objetos es la misma. La tercera regla, implica considerar tanto el peso como la distancia a pesar de que el peso y la distancia varíe. En el caso de la combinación de ambas condiciones lleve a contradicciones el niño se confunde y responde de forma inconsistente. La cuarta regla y última regla implica la resolución de las inconsistencias entre el peso y la distancia, coordinando la evidencia con la teoría de proporción.

## Procedimiento

Los tres grupos de niños se enfrentaron a la tarea de engranajes. La presentación de la tarea se dió en dos momentos:

1. Familiarización: en este primer momento se mostró al niño la situación y se indagó acerca de sus conocimientos previos acerca de cómo funcionan las ruedas y que permite que se muevan. Además se indagó su conocimiento en el manejo de la aplicación, tanto de los controles como de las instrucciones que esta ofrece al usuario. Por último se explicó el funcionamiento de la situación para asegurar que el niño comprendía la tarea.

2. Presentación de la situación: en la primera sesión de resolución se presentó a los niños el primer nivel del juego. Y se dió la siguiente consigna: *“Necesito que me ayudes a hacer girar los molinos de viento, para eso puedes usar estas ruedas que tienes en la pantalla colocándolos de tal manera que logres hacer mover la rueda que esta junto a los molinos de viento”*.

Para resolverla se permitió máximo 3 intentos, si después de esos tres intentos no resuelve la tarea, se termina la aplicación, si por el contrario el niño resuelve la situación se continua con el nivel siguiente al que resolvió. Esta tarea tiene 4 niveles de dificultad posibles de resolver. La tarea que inicia desde el nivel 1 se presentó en 5 ocasiones (las presentaciones estabann separadas por una semana cada una) para tener varias aplicaciones de la situación.

La segunda tarea corresponde a la tarea de equilibrio: Balancín Gact (PBS Kids, sf). Su aplicación se hizo en dos momentos:

1. Familiarización del niño: esta primera aplicación implicaba mostrarle al niño la situación, e indagar los conocimientos que tenía acerca de cómo funcionan las ruedas y que permite que se muevan. Además se indagó por el conocimiento que tenía en el manejo del software, tanto de los controles como de las instrucciones que da la aplicación. Por último se explicó el funcionamiento del juego para asegurar que el niño comprendía la tarea.

2. Presentación de la situación experimental: se le presentó a los niños en la primera sesión de resolución el primer nivel del juego. Y se dió la siguiente consigna: *“el juego consiste en colocar derecha la barra donde se paran los pájaros para que la casa ni la comida se caigan, para eso deben usar los pararos y los capullos que están en el árbol”*.

Para resolverla se permitieron 3 intentos como máximo. Si después de esos tres intentos no resolvía la tarea, se terminaba la aplicación. Si el niño resolvía la situación entonces se continuaba con el siguiente nivel. Esta tarea tenía 4 niveles de dificultad. La tarea que inició desde el nivel 1 se presentó en 5 ocasiones (las presentaciones estaban separadas por una semana cada una) para tener varias aplicaciones de la situación.

### **Recolección, sistematización de la información**

Se observó la resolución de las dos tareas en cada uno de los entornos de resolución. Para ello se registró la resolución a partir del uso del software Camtasia que permitió capturar cada uno de los movimientos que se realizaron ante cada tarea presentada, y un registro audiovisual

donde se recuperaron las acciones y verbalizaciones tanto del niño como del experimentador o adulto cuidador que participó con él/ella en la resolución. La información recolectada se ordenó y sistematizó a partir de rejillas de registro donde se restituyó la secuencia de acciones y verbalizaciones de los niños, el experimentador o adulto cuidador al enfrentarse a la situación.

### **Análisis de datos**

El primer análisis de tipo descriptivo permitió establecer cuál es el repertorio de estrategias. Para ello se identificó a partir de la manipulación de los elementos de constituyen la tarea, y de las producciones verbales de los niños que indicaban los funcionamientos cognitivos involucrados en las estrategias empleadas para resolver las tareas (Ver Tabla 1).

Tabla 1.

*Estrategias de resolución usadas por el niño para las dos tareas*

<b>Niveles y estrategias de resolución</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Tarea de engranajes</b>	<b>Tarea de equilibrio</b>
Nivel 1: Fase exploratoria. El niño toma de manera aislada los elementos que componen la tarea (En el sistema de engranajes, manipula las ruedas dentadas sin establecer relaciones entre ellas para generar el movimiento y en la	1	No reconoce que las ruedas deben estar conectadas para transmitir el movimiento, ni la relación entre los elementos presentes en la situación	No reconoce la relación entre el movimiento de la barra y los objetos presentes en ella.
tarea de la balanza reconoce	2	Reconocen la relación de	Reconoce la relación entre el



---

los distintos elementos de la tarea, sin establecer relaciones en términos de peso que permiten equilibrar la barra).		dos o más elementos pero no interactúa con ellos para completar la cadena de engranaje.	movimiento de la barra y la presencia o ausencia de los pájaros pero no interactúa para equilibrar la barra
Nivel 2: Fase intermedia. El niño comienza a manipular los elementos presentados, estableciendo algunas relaciones que le permiten comprender el mecanismo, sin llegar a la resolución de la tarea (en el sistema de engranajes el niño relaciona las ruedas con la transmisión del movimiento y en la tarea de equilibrio el niño relaciona los pesos móviles con la barra, generando movimientos de la misma en relación a su inclinación)	3	Comienza a comprender el mecanismo como un sistema. Toma las ruedas de la caja de herramientas y las ubica sin tener en cuenta contigüidad, ni número de ruedas, ni tamaño.	Comprende la relación del peso con el movimiento de la barra sin tener en cuenta la distancia ni el contrabalanceo de peso con el otro extremo de la barra (es decir la cantidad específica de peso para equilibrar la balanza)
	4	Comprende que las ruedas deben estar contiguas y conectadas pero no tiene en cuenta el tamaño de las ruedas ni el número requerido para completar el conjunto de engranajes.	Comprende la relación del peso con el movimiento y la distancia entre los objetos de la barra pero no es capaz de sumar dos o más pesos de un solo lado para generar el contrapeso al otro (es decir la cantidad específica de peso para equilibrar la balanza)
Nivel 3: Fase resolutoria. El niño comprende la relación de los distintos elementos que componen el mecanismo, y relaciona las distintas características de estos, logrando resolver la tarea (en la tarea de engranajes el niño	5	Se reconoce contigüidad para transmitir el movimiento, usa el número de ruedas requeridas y tienen en cuenta tamaño de las ruedas y la dirección del movimiento que las ruedas generan	Comprende la relación del peso con el movimiento y la distancia entre los objetos de la barra, suma los pesos requeridos para generar el contrapeso al otro (es decir la cantidad específica de peso para equilibrar la

---

---

reconoce la relación entre la contigüidad de las ruedas, el tamaño y la dirección del giro que le permiten construir la cadena de engranajes y en la tarea de equilibrio el niño reconoce la relación entre tamaño y peso que tienen los diferentes objetos móviles y establecer relaciones entre la distancia en la cual se colocan los objetos respecto al centro de la barra y la inclinación que se genera en la misma)

---

balanza) y ajusta su ejecución al tiempo requerido para que los objetos no cambien su posición en la barra o desaparezcan.

Un segundo tipo de análisis se centró en la relación entre los tipos de interacciones (Ver Tabla 2) presentes en los tres entornos de resolución y el uso de estrategias de mayor complejidad. Para ello se utilizó el software de análisis de datos *QDA-miner* el cual permite realizar un análisis de co-ocurrencias a partir del Coeficiente de Jaccard.

Teniendo en cuenta la literatura se analizaron los tipos de preguntas, intervenciones o comentarios dados por el cuidador o experimentador al niño para identificar si existe o no relación alguna entre las estrategias implementadas y los niveles de resolución alcanzados y las estrategias implementadas para dicha resolución. Para ello se establecieron a partir de lo definido por Crowley et al. (2001), 8 tipos de interacciones posibles en el momento de la resolución de las tareas:

Tabla 2.

*Tipos de Interacción en la resolución de las tareas*

<b>Tipo de interacción</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
Interacción 1	Esta interacción se centra en la descripción de las evidencias al operar el mecanismo. En esta interacción se incluyen diálogos, afirmaciones o preguntas de lo que se puede observar sobre lo que el niño acaba de hacer	¿Qué paso? Viste que se movió hacia la derecha Te dije que no iba en ese punto la rueda.
Interacción 2	Esta interacción se centra en la descripción de las evidencias que permiten poner en consideración del niño la codificación correcta de la evidencia. En esta interacción se incluyen diálogos, afirmaciones o preguntas.	Ves lo que paso. La rueda grande no puede ir en los espacios pequeños. La barra se movió hacia la derecha. Eso implica que el peso es mayor en ese lado de la barra.
Interacción 3	Este tipo de interacción se centra en dar direccionamientos sobre cómo se debe manipular el mecanismo o lo que debe hacer para solucionar la tarea. Para ello se utilizan diálogos preguntas o afirmaciones.  En el caso del entorno 1 donde el niño debe resolver la tarea sin la ayuda del investigador o el adulto cuidador, esta interacción tipo 3 se refiere a la consigna explicada previo el inicio de la resolución donde el aplicador explica al niño la tarea para que este comprenda los elementos que constituyen la tarea y sepa como interactuar con el software, o comprenda las condiciones que generan el correcto funcionamiento del mecanismo.	La consigna dada por el aplicador al iniciar la tarea. Explicar verbalmente como manipular el mouse para mover los elementos de la tarea  Señalar o decirle al niño donde debe ubicar los elementos para resolver la tarea. Moverle la mano al niño cuando está resolviendo la tarea.

---

Interacción 4	Este tipo de interacción se centra en diálogos preguntas o afirmaciones que den direccionamientos sobre cómo se debe manipular el mecanismo que permita generar la evidencia o sugerir comparaciones directas entre los elementos de la tarea.	Pedirle al niño que mueva uno de los elementos y mire que ocurre. Solicitar que deshaga o rehaga una acción que acaba de realizar para que vea el efecto que esta tiene en el mecanismo.
Interacción 5	Interacción centrada en generar explicaciones sobre la evidencia generada, para ello se establecen relaciones causales o analogías que permiten comprender el mecanismo.	¿Qué ocurre si movemos el pájaro más a la derecha? ¿Todos los pájaros pesan lo mismo?  La rueda que se está moviendo está tocando la otra rueda. La rueda que acabas de poner no está tocando ninguna rueda por lo tanto no se mueve pues no le está pasando el movimiento.
Interacción 6	Interacción centrada en generar explicaciones sobre la evidencia generada, para ello se establece la relación posible entre el conocimiento, la experiencia previa y la comprensión de la tarea.	Se hace alusión a la experiencia generada en la tarea o a ejemplos de que el niño ha hecho para resolver la tarea. ¿Por ejemplo, que paso cuando quitaste todos los pájaros de la barra? ¿Se equilibró?
Interacción 7	Diálogos que no hacen alusión al mecanismo, pero que de igual manera hacen parte de las relaciones personales. En este caso aquellos centrados en las normas y la conducta.	Siéntate quieto, no te muevas.
Interacción 8	Diálogos que no hacen alusión al mecanismo, pero que de igual manera hacen parte de las relaciones personales. En este caso aspectos por fuera de la tarea	¿Qué hiciste hoy en el colegio? ¿Mariana también está participando en este juego?

---

---

como actividades a realizar o preguntas sobre la cotidianidad de la casa o el colegio.

Hoy vamos a ir a donde tu abuela.

---

Adicional al análisis de estrategias, se tomaron 3 medidas complementarias para precisar la ejecución por parte de los niños.

*Nivel Exitoso:* Esta medida corresponde a dar cuenta el último nivel alcanzado o exitoso al cual el niño llega en cada sesión de aplicación de cada tarea. Este nivel difiere del nivel ejecutado, pues el niño pudo ejecutar los 4 niveles, pero en el cuarto utilizó, los 3 intentos posibles y no logró resolver la situación, por lo cual el nivel exitoso alcanzado sería el nivel 3. Cada tarea contó en cada una de las cinco aplicaciones con 4 niveles de resolución.

*Tiempo:* Esta medida se utilizó para determinar cuánto tiempo tomó resolver la situación presentada. La medida de tiempo muestra el tiempo completo utilizado en cada sesión de aplicación de cada tarea desde que el niño inició su ejecución posteriormente a la familiarización y explicación de la misma, hasta el último intento en el último nivel ejecutado.

*Número de movimientos requeridos:* es la cantidad de movimientos utilizados para resolver la tarea. En este caso se computó el promedio de movimientos requeridos para llegar hasta el nivel alcanzado como exitoso. Es decir, no se contaron los movimientos utilizados en el nivel que no se logró completar.

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados para la *Tarea de engranajes* y la *Tarea de equilibrio*. Para cada tarea se presenta el nivel de dificultad alcanzado, el número de movimientos y tiempo requeridos para su resolución, los puntajes de estrategia alcanzados y los tipos de interacción encontrados en cada nivel de resolución. Los resultados muestran lo alcanzado en cada uno de los cuatro niveles que tiene cada tarea. Para cada una de las cinco sesiones de aplicación.

### Tarea de engranajes

En el Entorno 1, el cual implica la resolución individual (Ver Figura 3), se encontró que los niños que hacen parte de este grupo se mantienen en su mayoría en una estrategia 3 la cual corresponde a una estrategia exploratoria. Ninguno obtuvo puntajes de 1 o 2 y solo dos niños S1 y S5 fluctuaron entre el uso de la estrategia 4 y 5, principalmente en la primera y segunda sesión de aplicación

Los niños S2 y S4 en la primera sesión de aplicación solo resolvieron el primer nivel con éxito y el segundo con fracaso con un puntaje 3 exploratorio. Sin embargo, en la segunda, tercera y cuarta sesión de aplicación pasaron a resolver todos los niveles de la tarea. En el caso específico de S4 en el tercer nivel de la quinta aplicación se observó un aumento en el puntaje pasando de un puntaje 3 a un puntaje 4, el cual implica una estrategia resolutoria.

En el caso de los niños S3 y S6 se observó una mayor una menor cantidad de niveles de resolución llegando solo a resolver los dos primeros niveles en las dos primeras aplicaciones. Pero a través del uso de estrategias exploratoria 3 para la tercera, cuarta y quinta aplicación lograron aumentar el número de niveles resueltos. El niño S3 alcanzó a resolver hasta el penúltimo nivel en la cuarta sesión de aplicación y hasta el último nivel en la quinta sesión de aplicación. El niño S6 logró resolver en la tercera y quinta sesión de aplicación hasta el penúltimo nivel de dificultad.

Los resultados muestran que en el entorno 1 existe un uso mayor de la estrategia 3 la cual implica un proceso exploratorio. Esta estrategia permite que los niños ajusten sus acciones y progresivamente se ve un aumento en el nivel alcanzado en cada aplicación.

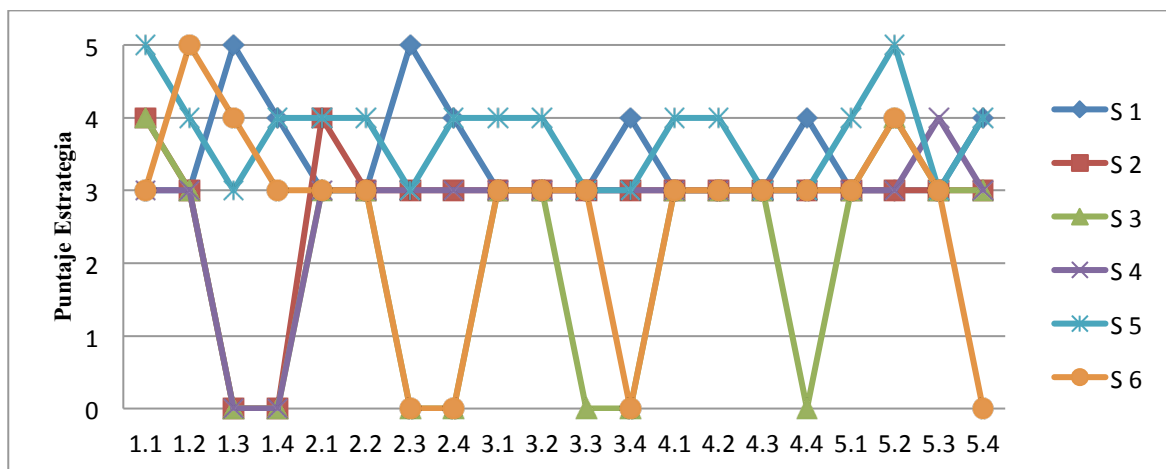


Figura 3. Puntaje de estrategia tarea de engranajes entorno 1

El entorno 2 (Ver Figura 4) implica la resolución de la tarea con el apoyo del Adulto cuidador. En este entorno se encontró que los niños usaron una estrategia exploratoria la cual se

asocia con la intervención directiva de los cuidadores que hace que la interacción se centre en preguntas y respuestas que llevan al cuidador a definir qué hacer y cómo hacerlo.<sup>2</sup>

En S5 se retiró desde la tercera sesión de aplicación. En el caso de S6 solo permaneció la primera sesión retirándose para la segunda sesión de aplicación.<sup>3</sup> Los niños S3 y S4 presentaron una puntuación estable en 3 en la que exploraron durante las cinco sesiones de aplicación la resolución de la tarea. Y en el caso del niño S2 en la segunda, tercera y cuarta aplicación solo resolvió el primer nivel exitosamente, mientras que en la primera y quinta sesión de aplicación logró resolver los cuatro niveles, pero sin aumentar el puntaje de resolución.

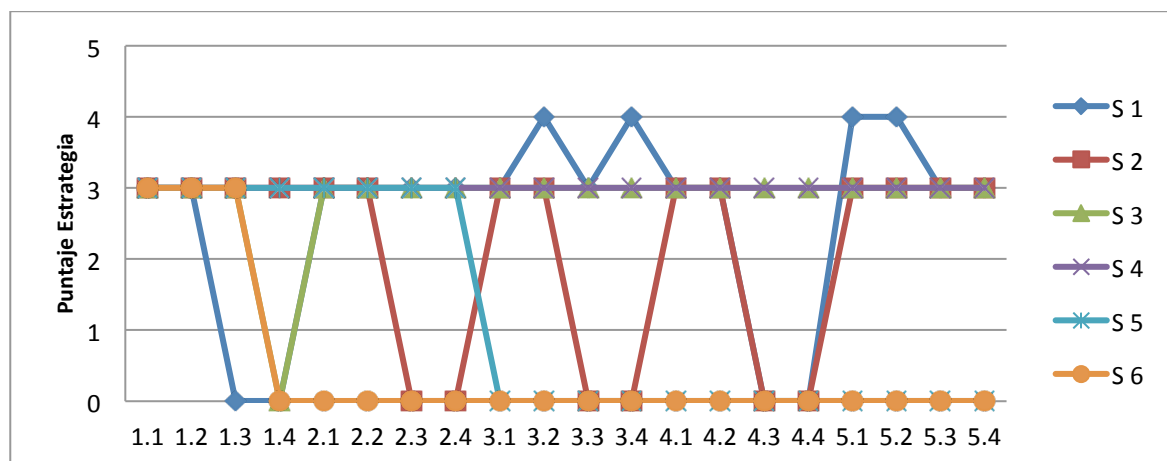


Figura 4. Puntaje de estrategia tarea de engranajes entorno 2.

El entorno 3 implica la resolución de la tarea con el apoyo del experimentado. En este entorno tanto el niño como el experimentador pueden sostener diálogos, realizar preguntas o

<sup>2</sup> Esta explicación se aborda cuando se discuta la relación entre las estrategias utilizadas por los niños en la resolución de la tarea, y los tipos de interacción presentes.

<sup>3</sup> Los niños que hacían parte de este grupo tuvieron una alta tasa de deserción, pues, aunque se tenía en la selección de los participantes una cantidad mayor a la muestra, en el caso del grupo de participantes del entorno 2 no se logró garantizar la permanencia de los padres por cuestiones de disponibilidad.



afirmaciones en torno a la resolución de la tarea. Los resultados mostraron que, con el apoyo por parte del experimentador los niños resolvieron mayor cantidad de niveles, con un aumento progresivo de la puntuación (Figura 5)

El niño S1 en la primera sesión de aplicación logró ejecutar los dos primeros niveles con una puntuación de 3 en la estrategia utilizada, durante la segunda sesión se observó una estabilidad de la estrategia 3 y una resolución de todos los niveles, ya para la cuarta sesión de aplicación se observó una fluctuación en la estrategia 4 y hacia los tres últimos niveles de la quinta aplicación se observó una estabilización de la misma. Para el niño S2 se observó una trayectoria similar, el paso de un proceso de estabilidad de la estrategia 3 en sesiones de aplicación de la uno a la cuatro, para la quinta sesión se observó un cambio en la estrategia pasando a un puntaje 4 en los cuatro niveles de esta sesión.

S3, S5 y S6 muestran una fluctuación entre las puntuaciones 3 y 4 para las cuatro primeras aplicaciones, logrando hacia la quinta sesión estabilizar el uso de una estrategia resolutoria con puntaje 4.

En el caso del niño S4 se observó una fluctuación en la primera aplicación, entre el puntaje 3 presente en los dos primeros niveles y el puntaje 4 presente en el tercer y cuarto nivel de esa sesión. Ya para la segunda, tercera y cuarta sesión de aplicación la fluctuación aumentó pasando de un puntaje 3 en los dos primeros niveles, un puntaje 4 en el tercer nivel y un puntaje 5 en el cuarto nivel. Esto puede deberse a que cada sesión estaba separada por una semana y los dos primeros niveles en cada aplicación sugieren como un acople a la tarea. Ya en la quinta

sesión de aplicación pasó de una estrategia 4 en el primer nivel a una estrategia 5 en los niveles siguientes.

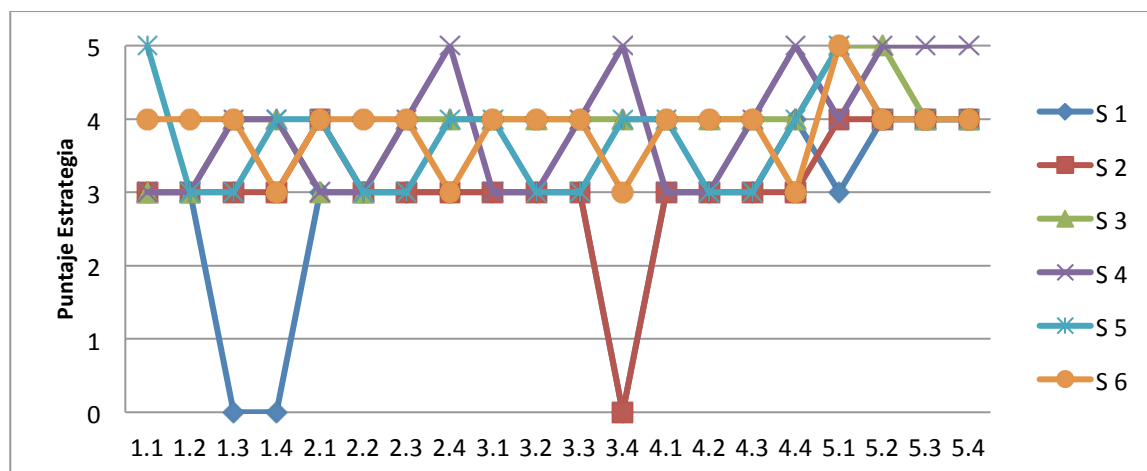


Figura 5. Puntaje de estrategia tarea de engranajes entorno 3

### **Relación entre la puntuación de la estrategia y los tipos de interacción presentes en la resolución de la tarea de engranajes**

Para el análisis de coocurrencia se tomó la totalidad de los datos, discriminando cada nivel en cada aplicación, como un dato único. Teniendo en total para cada sujeto 20 medidas y para cada entorno un total de 120 datos a relacionar. En relación entre los tipos de interacción generada por los adultos en el momento de resolución y el uso de estrategias que los niños usan al enfrentarse a la tarea de engranajes.

La figura 6 muestra en un mapa multidimensional los clúster o conglomerados encontrados al relacionar los puntajes obtenidos en la tarea de engranajes, con los tipos de interacción generados para cada entorno de resolución. Este mapa muestra la relación entre el

puntaje 3 exploratorio y los entornos de resolución individual y del adulto cuidador en los cuales las interacciones directivas tuvieron una incidencia en la resolución de la tarea. Adicional a esto se vio un segundo conglomerado donde se muestra la relación entre estrategias de mayor complejidad y la relación con niveles de interacción mayor que se asocian con explicaciones y establecimiento de relaciones analógicas y causales

En el entorno 1 el cual implica la resolución individual, la interacción se limitó a la explicitación de la consigna y las reglas de juego. En este entorno el 12.5% de los niveles no fueron aplicados. Las demás medidas (87.5%) fueron válidas. De ese porcentaje de medidas válidas, la totalidad tuvieron interacciones tipo 3. Sin embargo, el hecho de lograr explorar la tarea permitió que progresivamente utilizaran estrategias de mayor complejidad. De las medidas válidas o aplicadas, se encontró que el 73.3% tuvieron un puntaje 3 de resolución 21.9% un puntaje 4 y el 4.8% un puntaje 5.

El entorno 2 el cual implicaba la resolución con el apoyo del adulto cuidador, se encontró que, de las 120 medidas, el 33.3% no fueron tomadas o aplicadas dada la deserción que se presentó de las parejas (niño-adulto cuidador) a lo largo de la recolección de información. Las medidas tomadas corresponden a 63.3% de casos, los cuales fueron aplicados. De esas medidas válidas se encontró que el 95.0% de los casos se presentaron interacciones tipo 3, en el 3,8% interacciones tipo 2 y en el 1,3% interacciones tipo 4. Esto tiene una relación directa con el tipo de puntaje de estrategia, que el 95% de las medidas los niños obtuvieron un puntaje 3 de resolución, y solo un 5% llegó a utilizar estrategias de resolución con puntaje 4.

El entorno 3 el cual implicaba la resolución con el apoyo del experimentador, se encontró que, de las 120 medidas, solo el 5.8% no fueron tomadas o aplicadas a lo largo de la recolección de información. Las medidas tomadas corresponden a 94,2% de casos posibles, los cuales fueron aplicados. Tomando las medidas validas se encontró que el 10.6% de las interacciones fue tipo 2, el 18.6% tuvo interacciones tipo 3, el 36.3% tipo 4, el 30.1% tipo 5 y el 4.4% tipo 6. Esta variedad de interacciones, pero sobre todo la incidencia de preguntas, afirmaciones o diálogos centrados en explicaciones como se dan en las interacciones tipo 4, 5 y 6 permiten que los niños progresivamente comprendan la tarea y se evidencie un aumento en el uso de estrategias de mayor complejidad. Dado que sólo el 47,8 de las veces los niños utilizaron estrategia tipo 3 exploratoria, el 44,2% de los niveles fueron resueltos con la estrategia 4 resolutoria y el 8% con la estrategia 5 la cual implica el mayor puntaje de resolución.

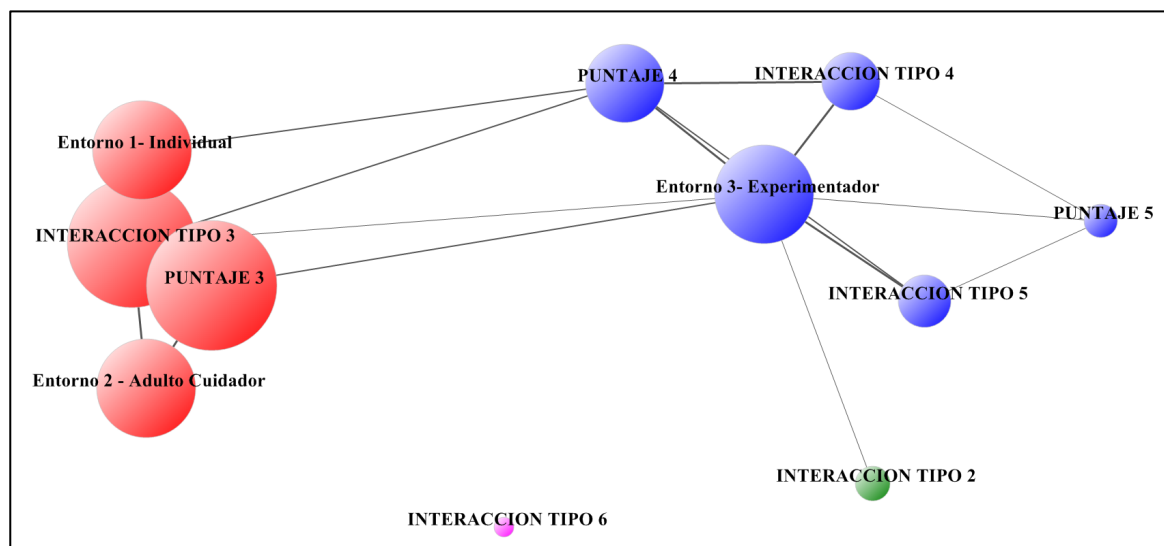
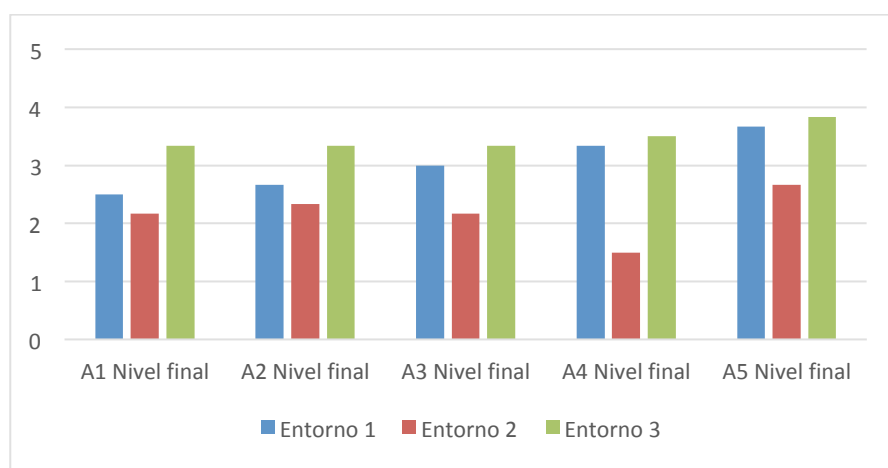


Figura 6. Tarea de engranajes. Análisis de Coocurrencia de Códigos 2d multidimensional scaling.

Adicionalmente al análisis de estrategias y niveles de interacción se tomaron 3 medidas: promedio de niveles resueltos exitosamente en cada sesión de aplicación, promedio de movimientos y de tiempo empleado para resolver exitosamente la tarea.

En el caso del número de niveles resueltos exitosamente (ver Figura 7) se encontró que para los niños que resolvieron la tarea individualmente y sin el apoyo de un adulto, el promedio de resolución inició en 2,5 niveles y aumentó progresivamente de manera que hacia la quinta sesión de aplicación el promedio de niveles resueltos fue 3,7. Los niños que resolvieron la tarea en compañía del adulto lograron resolver un menor número de niveles exitosamente, pasando de resolver en promedio 2,2 niveles en la primera sesión de aplicación a 2,7 niveles en la última sesión de aplicación. Para el entorno 3 de resolución conjunta los niños lograron pasar de resolver 3,3 niveles en la primera sesión de aplicación a resolver 3,8 niveles como exitosos en la última sesión.

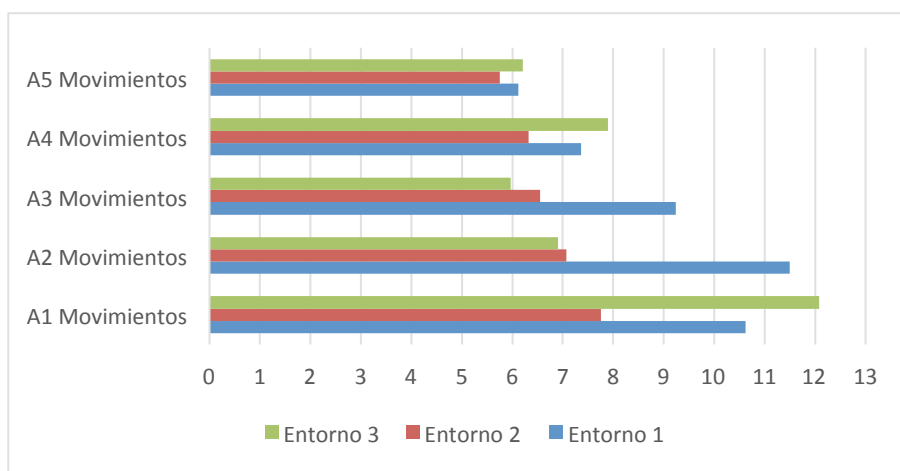


*Figura 7.* Promedio de Nivel exitoso para la Tarea de Engranajes en las 5 sesiones de aplicación.

*Nota:* A1, A2, A3, A y A5 corresponden a las cinco aplicaciones realizadas de la tarea. La tabla presenta el promedio del último nivel alcanzado con éxito para cada entorno de resolución.

En el caso del promedio de movimientos empleados para la resolución (ver Figura 8) se encontró que los niños del entorno 1 iniciaron con 10,6 movimientos en promedio y en la última sesión de aplicación sus movimientos disminuyeron a 6,1 movimientos por sesión. Para los niños del entorno 3 de resolución conjunta con el investigador esta tendencia también permaneció así, mostrando un promedio de 12,1 movimientos en la primera sesión para pasar a 6,2 movimientos en la última sesión.

Los niños del entorno 2 sin embargo inicial con 7,8 movimientos para la primera sesión y este margen disminuyó solo dos puntos pasando a 5,8 movimientos en promedio. Esta diferencia se debe a que los niños del entorno 2 recibieron orientaciones directas y directivas que generaban que en la mayoría de los casos los padres decidieran los pasos de la resolución.



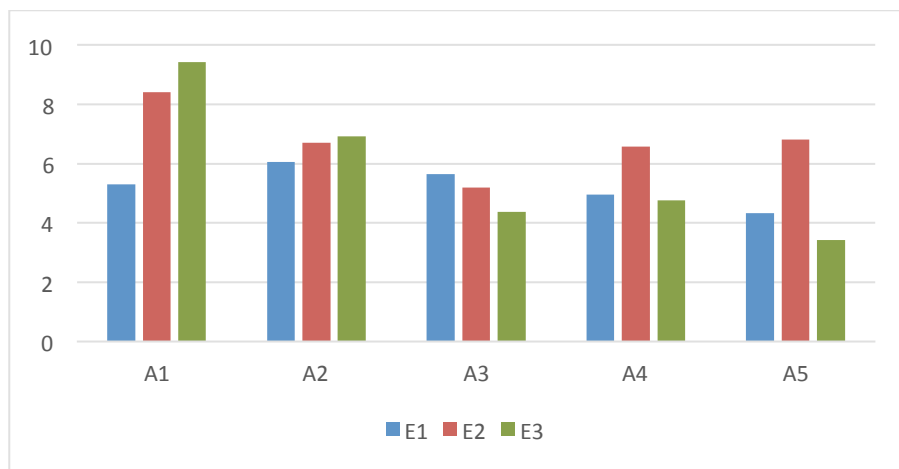
*Figura 8.* Promedio de movimientos requeridos para la Tarea de Engranajes en las 5 sesiones de aplicación.

*Nota:* A1, A2, A3, A4 y A5 corresponden a las cinco aplicaciones realizadas de la tarea. La tabla presenta el número de movimientos promedio requeridos en cada sesión de aplicación para llegar al último nivel alcanzado con éxito

En relación con el tiempo promedio de ejecución, se encontró que los niños que resolvieron la tarea de manera individual sin la compañía de un adulto no disminuyeron sustancialmente el tiempo empleado, pues pasaron de 5,31 minutos en la primera sesión a 4,33 en la quinta sesión.

En el caso de los niños del entorno 2 de resolución, el tiempo empleado pasa de ser 8,42 en la primera sesión a 6,8 en la última sesión. Lo cual, si bien muestra una disminución, el tiempo en general siguió siendo mayor que en la resolución individual.

Para el entorno 3 el tiempo en la primera sesión es de 9,42 y en la segunda sesión es de 6,91, siendo estos mayores en comparación con los otros dos entornos. Sin embargo, para las sesiones siguientes el tiempo continuó disminuyendo, hasta llegar a 3,43 minutos en la última sesión.



*Figura 9.* Tiempo promedio de resolución de la tarea de engranajes para cada entorno en las 5 sesiones de aplicación

### **Tarea Equilibrio**

En la tarea de equilibrio para el Entorno de resolución individual se encontró que los niños que hacen parte de este grupo se mantienen en su mayoría en una estrategia 3 la cual corresponde a una estrategia exploratoria. Los niños S1 y S2 se mantuvieron constantes en el puntaje 3 de la estrategia, el cual implica un proceso exploratorio. Estos dos sujetos presentan una resolución exitosa de los dos primeros niveles todas las aplicaciones.

Los niños S3, S4 y S5 fluctuaron entre el uso de estrategias de resolución exploratorias (puntaje 3) y resolutorias (puntaje 4). Este resultado mostró la comprensión de los niños frente a los elementos centrales de la tarea como lo sería en peso y número de elementos. En el de S6 se observó una mayor cantidad de puntaje 3, lo cual implicó una estrategia exploratoria, con un pico de puntaje cuatro en la cuarta sesión de aplicación.



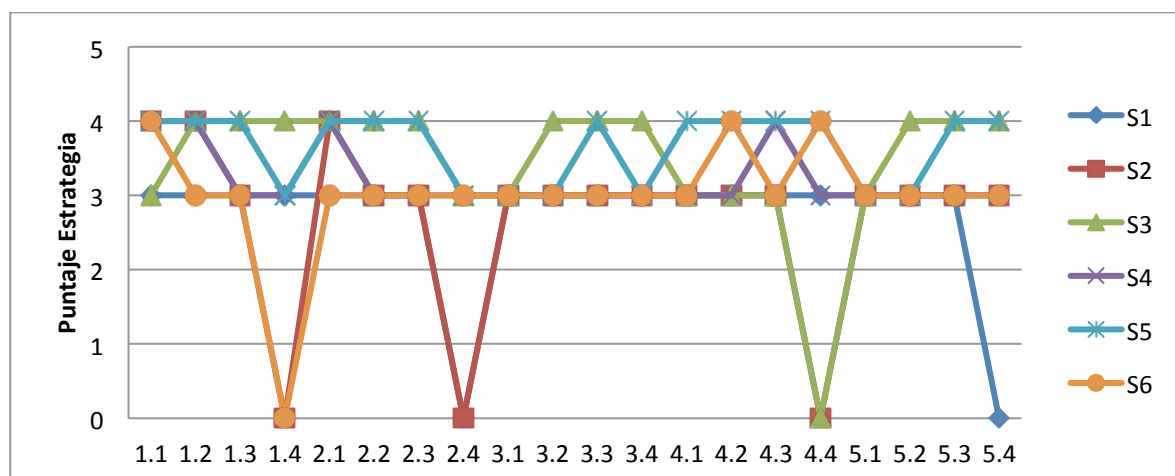


Figura 10. Puntaje de estrategia tarea de Equilibrio entorno 1.

En el caso del entorno 2, resolución de la tarea con el apoyo del Adulto cuidador, se encontró al igual que para la tarea de engranajes una alta tasa de deserción, pues los padres no aceptaron continuar con la tarea aduciendo dificultades en el tiempo que le podían dedicar. En el caso de S5 solo asistió a las dos primeras sesiones de aplicación. El niño S6 sólo permaneció durante la primera sesión. (Ver Figura 11)

Los niños S1, S2 y S4 presentaron una puntuación estable en 3 en los primeros niveles de resolución para cada sesión de aplicación, sin embargo, esta estrategia exploratoria no permitió que el niño avanzara en los niveles siguientes generando que los niveles 3 y 4 no fueran alcanzados con facilidad. Para el niño S4 se encontró una fluctuación entre los puntajes 3 y 4 teniendo una curva descendente en la sesión de aplicación cuatro donde no logró resolver con éxito el primer nivel.

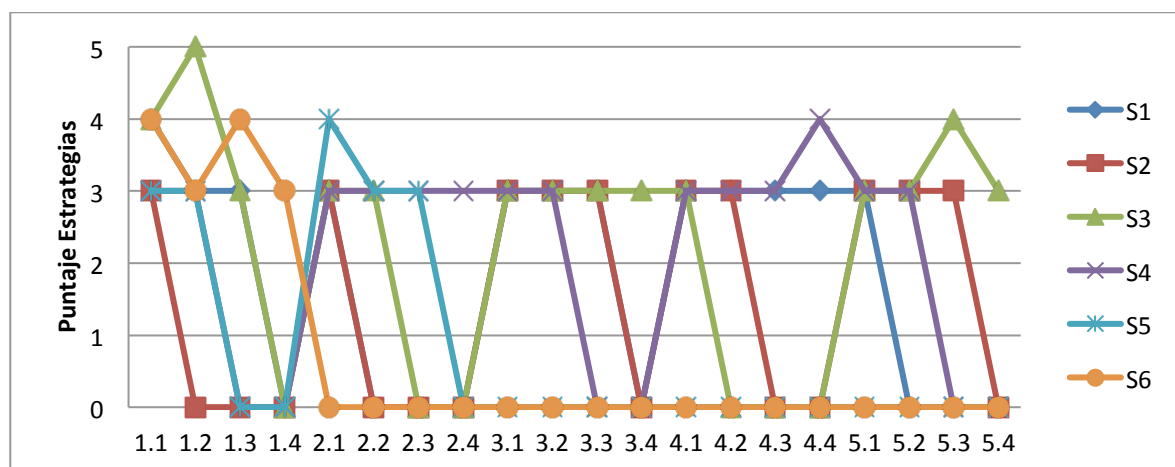


Figura 11. Puntaje de estrategia tarea de equilibrio entorno 2

Los resultados del entorno 3 muestran que, desde la primera sesión de aplicación y un aumento en la puntuación obtenida frente a la resolución de la tarea. En esta, el apoyo en términos de instrucciones y explicación permitió que los niños resolvieran mayor cantidad de niveles, con un aumento progresivo de la puntuación (Figura 12)

En el caso de los niños S1, S2, S3, se observó que, en la primera y segunda aplicación, no ser lograron completar los 4 niveles, sin embargo ya para la tercera, cuarta y quinta sesión los niños lograban completar los niveles obteniendo un puntaje entre 3 y 4 tendiendo este último a estabilizarse para el S1 y S3 en la última sesión de aplicación.

En el caso de los niños S4, S5, S6 ocurrió este tránsito entre la no resolución de los niveles en la primer sesión (Excepto el S4 que si logró completar los niveles completos) y puntajes de mayor complejidad hacia el final de la tarea mostrando que en las sesiones cuarta y quinta e la aplicación una prevalencia de puntuaciones 4 y 5 los cuales implican un nivel

resolutorio en donde el niño tuvo en cuenta el peso y cantidad de los elementos, como a su vez la distancia de estos frente al centro de la balanza.

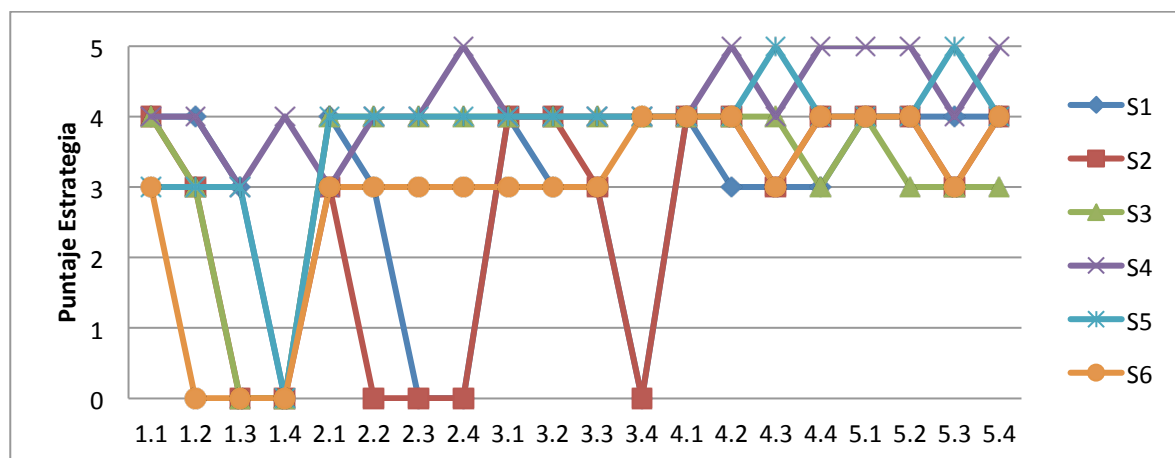


Figura 12. Puntaje de estrategia tarea de equilibrio entorno 3

### **Relación entre la puntuación de la estrategia y los tipos de interacción presentes en la resolución de la tarea de equilibrio**

Para el análisis de coocurrencia se tomó la totalidad de los datos, discriminando cada nivel en cada aplicación, como un dato único. Teniendo en total para cada sujeto 20 medidas y para cada entorno un total de 120 datos a relacionar. El mapa en 2D presente en la figura 13, presenta los conglomerados o clúster encontrados al analizar la relación entre los tipos de interacción generada por los adultos en el momento de resolución y el uso de estrategias que los niños mostraron al enfrentarse a la tarea de equilibrio.

En el entorno 1 que el 5,8% de los niveles no fueron aplicados. Las demás medidas (94,2%) fueron válidas. De ese porcentaje de medidas validas el 100% implicó interacciones tipo 3 donde la intervención del experimentador se limitó a la explicitación de la consigna y las reglas de juego. Lo cual en función de las estrategias implementadas por los niños género que el 71,1% de los niveles fueran resueltos a través de una estrategia 3 la cual implica un proceso de exploración, el cual, si bien permite en algunos casos completar el nivel exitosamente, no implica comprensiones y experimentaciones que controlen las variables de peso, número de elementos y distancia entre ellos. El restante 28,3% de los niveles tuvieron un puntaje 4.

El entorno 2 el cual implicaba la resolución con el apoyo del adulto cuidador, se encontró que, de las 120 medidas, el 50,8% no fueron tomadas o aplicadas dada la deserción que se presentó de las parejas (niño-adulto cuidador) a lo largo de la recolección de información y los demás niveles no resueltos dado el fracaso en el nivel aplicado. Las medidas tomadas corresponden a 49.2% de casos, los cuales fueron aplicados.

Teniendo en cuenta las medidas validas o aplicadas, se encontró que el 83.1% de los casos se presentaron interacciones tipo 3, en el 3,4% interacciones tipo 4, y en el 1,7% interacciones tipo 1 y tipo 7. Este tipo de interacciones género que el 86,4% de los casos validos alcanzaran un puntaje 3 de estrategia de resolución, el 11,9% un puntaje 4 y el 1,7% un puntaje 5.

El entorno 3 el cual implicaba la resolución con el apoyo del experimentador, se encontró que, de las 120 medidas, solo el 15.8% no fueron tomadas o aplicadas a lo largo de la

recolección de información. Las medidas tomadas corresponden a 84,2% de casos posibles, los cuales fueron aplicados.

Tomando las medidas validas se encontró que el 42.6% de las interacciones fue tipo 4, el 29.7% tuvo interacciones tipo 5, el 15.8% tipo 3, el 8.9% tipo 6 y el 3% tipo 2. Esta variedad de preguntas, afirmaciones o diálogos centrados en su mayoría en explicaciones como se dan en las interacciones tipo 4, 5 y 6 evidencia en comparación con los entornos 1 y 2 niveles de estrategia de mayor complejidad. Solo el 28,7 de las veces los niños utilizaron una estrategia exploratoria (puntaje 3) el 63,4% de los niveles fueron resueltos con la estrategia 4 resolutoria y el 7,9% con la estrategia 5 la cual implica el mayor puntaje de resolución.

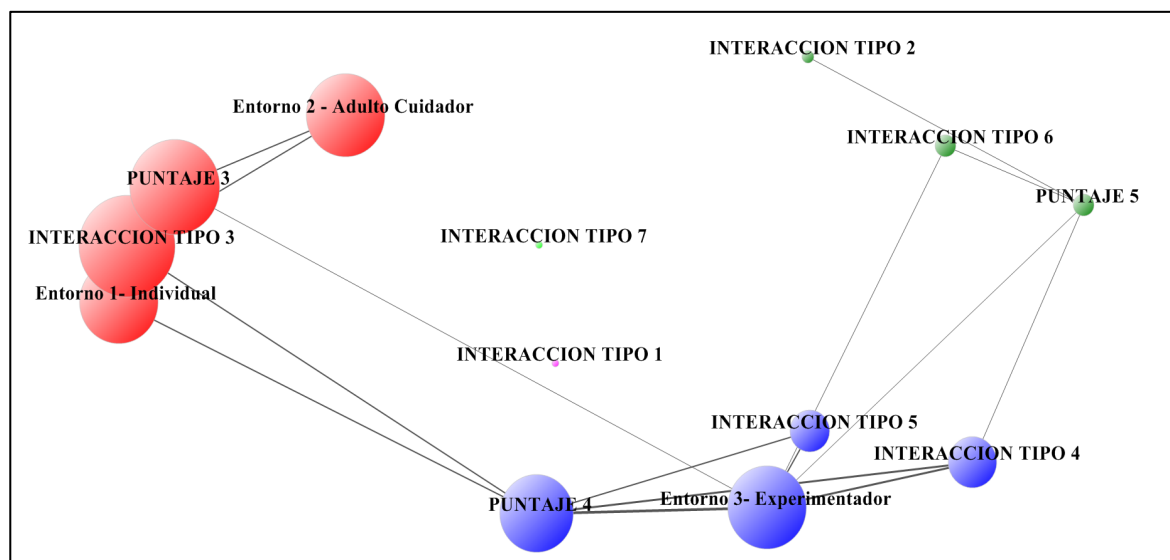
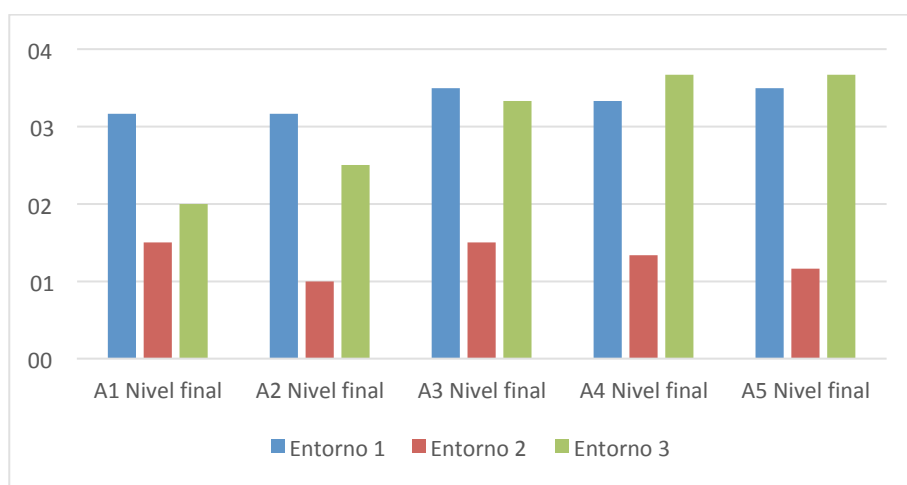


Figura 13. Tarea de Equilibrio. Análisis de Coocurrencia de Códigos 2d multidimensional scaling.

Adicional al análisis de estrategias y niveles de interacción se tomaron 3 medidas adicionales: promedio de niveles resueltos exitosamente en cada sesión de aplicación, promedio de movimientos y de tiempo empleado para resolver exitosamente la tarea.

En el caso del número de niveles resueltos exitosamente (ver figura 14) se encontró que para el entorno 1, el promedio de resolución inicia en 3,2 niveles y aumenta levemente hacia la quinta sesión de aplicación donde el promedio de niveles resueltos es 3,5. Los niños que resuelven la tarea en compañía del adulto lograron resolver un menor número de niveles exitosamente, pasando de resolver en promedio 1.5 niveles en la primera sesión de aplicación a 1.2 niveles en la última sesión de aplicación. Lo cual muestra un menor avance en el número de niveles resueltos.

Para el entorno 3 de resolución conjunta los niños lograron pasar de resolver 2,0 niveles en la primera sesión de aplicación a resolver en la última sesión, 3,7 niveles exitosamente de los cuatro posibles.

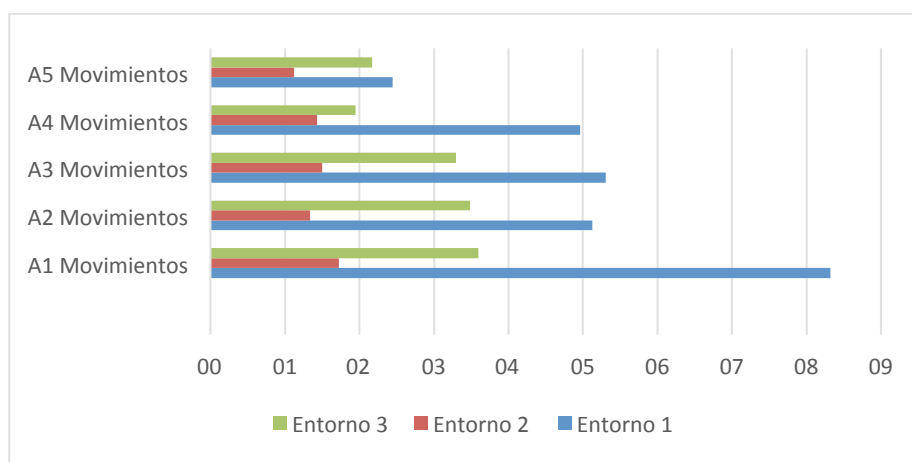


*Figura 14.* Promedio de Nivel exitoso para la Tarea de Equilibrio en las 5 sesiones de aplicación.

*Nota:* A1, A2, A3, A4 y A5 corresponden a las cinco aplicaciones realizadas de la tarea. La tabla presenta el promedio del último nivel alcanzado con éxito para cada entorno de resolución.

En el caso del promedio de movimientos empleados para la resolución (ver figura 15) se encontró que los niños del entorno 1 inician con 8,3 movimientos en promedio y en la última sesión de aplicación sus movimientos disminuyen a 2,4 movimientos en promedio por sesión. Para los niños del entorno 3 de resolución conjunta con el investigador esta tendencia también permanece, evidenciando un promedio de 3,6 movimientos en la primera sesión para pasar a 2,2 movimientos en la última sesión.

Los niños del entorno 2 por el contrario inician con un promedio de movimientos de 1,7 para la primera sesión y este margen se mantiene con unos pocos puntos de diferencia generando que para la última sesión el promedio de movimientos sea 1,1.

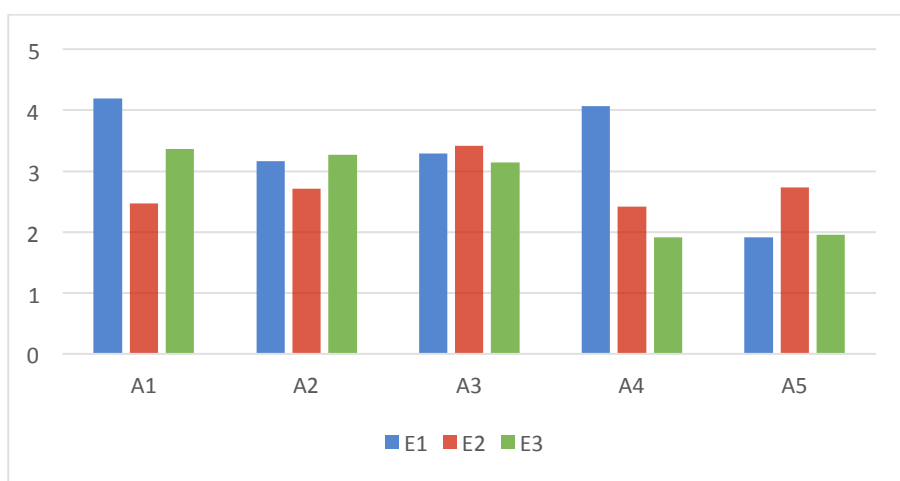


*Figura 15.* Promedio de movimientos requeridos para la Tarea de equilibrio en las 5 sesiones de aplicación.

*Nota:* A1, A2, A3, A4 y A5 corresponden a las cinco aplicaciones realizadas de la tarea. La tabla presenta el número de movimientos promedio requeridos en cada sesión de aplicación para llegar al último nivel alcanzado con éxito

En relación con el tiempo promedio de ejecución, se encontró que los niños que resolvieron la tarea de manera individual sin la compañía de un adulto no disminuyeron el tiempo empleado tan sustancialmente, pues pasaron de 4,20 minutos en la primera sesión a 4,07 en la quinta sesión.

En el caso de los niños del entorno 2 de resolución, el tiempo empleado pasa de ser 2,47 en la primera sesión a 2,74 en la última sesión. Para el entorno 3 el tiempo en la primera sesión es de 3,36 y en la última sesión es de 1,95 lo cual evidencia una disminución progresiva del tiempo empleado en la resolución.



*Figura 16.* Tiempo promedio de Resolución de la tarea de equilibrio para cada entorno en las 5 sesiones de aplicación



## Discusión

A diferencia del estudio de Crowley y Galco (2001) donde los niños que participaban con sus padres, eran más propensos que los niños solos a participar en la exposición del mecanismo de un zootropo, y donde los padres de manera espontánea asistían a los niños sobre cómo generar nuevos tipos de pruebas por manipular el zootropo, o interpretar la evidencia, Los resultados del presente estudio mostraron que en situaciones de resolución de problemas donde más allá de la observación y la codificación de la información se requiere alcanzar una meta y generar estrategias resolutorias, los padres no proporcionan una explicación acerca de las conexiones causales o la generación de pruebas de hipótesis.

Los resultados obtenidos de los niños que resolvían la tarea con sus padres puede deberse a que si bien los padres instruyen a los niños de manera directa en el tipo de movimientos requeridos para resolver la situación, el hecho de utilizar una estrategia unas pocas veces puede ser insuficiente para recordarla posteriormente (Crowley & Siegler, 1999). Por eso cada vez que resolvían una nueva sesión de aplicación los niños no necesariamente recordaban los pasos dirigidos por sus padres en las anteriores sesiones y los padres se limitaban a dar direccionamientos directos que impedían en gran medida la generación de nuevas estrategias por parte de los niños. Esto se refleja en que hubo poca variación en el tipo de estrategia utilizada. Por ejemplo en la tarea de engranajes en el 95% de los niveles ejecutados la estrategia utilizada correspondía al tipo 3 que es una estrategia exploratoria dado que los niños dependían en la interacción de las decisiones tomadas por el adulto y eso hacía que el niño tuviera que servir solamente de ejecutor de las acciones contempladas por el adulto, lo cual generaba que los niños

tomaran muchas veces las ruedas, las ubicara mal o no comprendieran donde el adulto en su discurso les estaba diciendo que las ubicara.

A continuación tenemos un ejemplo de una conversación entre un niño y el adulto cuidador cuando se está resolviendo la tarea de engranajes:

Cuidador: Ubica el cursor en la pantalla y señala la rueda grande puesta en la caja de herramientas

Cuidador: “¿porque no colocas la grande ahí donde está la pequeña?”

Niño: “¿Esta?”

Niño: señala la rueda pequeña descrita por el cuidador

Cuidador: “Esa la puedes quitar de ahí y poner la grande”

Cuidador: “Esa que colocaste ahorita lo puedes quitar y colocar la otra grande”

Niño: “¿Acá pongo la grande?”

Cuidador: “La de encima de esta”.

Niño: “¿Cuál?”

Niño: Señala en orden cada rueda hasta que el cuidador le dice cual debe seleccionar.

Cuidador: “Eso esa”

Niño: “Esta cierto”

Cuidador: “córrela para ahí, eso”

Al igual que las estrategias las interacciones se limitaron en el 95% de los casos a direccionamientos directos como lo vimos en el ejemplo anterior, lo cual dificulto que fueran los niños quienes comprendieran la tarea, generara hipótesis y desarrollara pruebas de comprobación. Este mismo resultado se obtiene en la tarea de equilibrio donde el 83.1% de los casos se presentaron interacciones tipo 3 y el 86,4% alcanzaron un puntaje 3 de estrategia de resolución.

Adicional al tipo de estrategia y de interacción, las otras medidas mostraron que en comparación con los otros dos entornos los niños del entorno 2 tuvieron en general un tiempo

promedio de ejecución mayor que en la resolución individual y resolvieron en promedio menos niveles exitosamente.

Contrario a los resultados del entorno 2, se encontró que cuando los niños resolvían las tareas de manera individual, a partir de una estrategia exploratoria reducían y ajustaban el número de movimientos requeridos y aumentaban el número de niveles resueltos exitosamente. Por ejemplo en la tarea de engranajes se observó que pasaban de 10,6 movimientos en promedio en la primera sesión a 6,1 movimientos en la última sesión de aplicación, en el caso del tiempo promedio de ejecución este si bien no disminuyo sustancialmente pues paso de 5,31 minutos en la primera sesión a 4,33 en la quinta sesión, si implico la resolución de más niveles de manera exitosa, pues en esta misma tarea pasa de 2,5 niveles en promedio en la primer sesión a 3,7 niveles resueltos en promedio en la 5 sesión.

Estos resultados podrían dar a pensar que la resolución individual de una tarea es una estrategia más exitosa para que los niños desarrollen el pensamiento científico gracias a la posibilidad que tiene de generar teoría, diseñar experimentos, realizar pruebas de hipótesis, interpretar datos y descubrir nuevas formas de resolución. Sin embargo los datos muestran que si bien la interacción pensada como la relación con el otro no es en sí un elemento diferenciador o afecta las formas de resolución presentes en los niños, los tipos de interacciones que se pueden generar si pueden potencialmente generar transformaciones en las estrategias empleadas por los niños.

Si observamos los resultados obtenidos en los niños del entorno 3 (resolución conjunta con el investigador) se evidencia como interacciones centradas en la descripción de evidencias, y la generación de explicaciones o el establecimiento de relaciones causales o analógicas permiten que los niños evalúen las evidencias y ajusten de manera autónoma su plan de acciones.

En el caso de los niños que resolvieron las tareas con el apoyo del experimentador, se encontró que desde la primera sesión de aplicación hubo un aumento en la puntuación obtenida frente a la resolución de la tarea, adicional a esto, la aparición de estrategias resolutorias (puntuación 4 o 5) estaba conectada con la aparición de interacciones de tipo explicativo.

A continuación tenemos un ejemplo de una conversación entre un niño y el experimentador cuando se está resolviendo la tarea de engranajes:

Experimentador: ¿Y esa porque la colocaste allí?

Niño: Porque estaba muy pequeña ya que había un espacio.

Experimentador: Aquí puedes elegir cualquier camino, ¿con cual quieres iniciar el camino?

Niño: Con la grande no se puede iniciar

Experimentador: ¿Porque crees que ahí no se puede poner?

Niño: Porque es muy pequeño el espacio

Experimentador: Sí porque es muy pequeño el espacio

Niño: Ya.

Experimentador: Ahí no se tocan, ahí falta

Niño: Si falta.

Experimentador: No están Unidas. Tienen que estar todas Unidas para que se pueda mover

Niño: ahhh.

Experimentador: Es hacer como un camino

Experimentador: Le falta un pedacito tiene que ser otro camino

Niño: Este sería el mismo camino.

Experimentador: Si el mismo camino



## Conclusiones

Los niños tienen la posibilidad de ejecutar nuevas estrategias a partir de la observación que hacen de los otros cuando resuelven situaciones similares. Sin embargo, cuando los niños aprenden una nueva estrategia a través de la observación no necesariamente esta estrategia aprendida logran adaptarla a las particularidades de cada situación. Sin entender por qué una estrategia funciona, los niños pueden tener dificultades en llegar a generalizarla o incluso a realizarle modificaciones mínimas para adaptarla a la nueva situación (Crowley & Sigler, 1999).

Los resultados permiten mostrar como el pensamiento científico implicado en la resolución de problemas y la búsqueda de estrategias de resolución requiere de revisión de teoría y control de variables que necesariamente están ligadas a procesos de experimentación. Por ello la reducción en el tiempo y el número de movimientos requeridos, el aumento de los niveles resueltos y por consiguiente la variación en el tipo de estrategias de resolución, implican que el niño pueda generar acciones específicas sobre el mecanismo, evalúe las opciones y tome decisiones que permitan hacer pruebas y verificar las teorías explicativas que va construyendo. Estas acciones sobre el mecanismo son exitosas en la medida que el proceso de resolución conjunta promueva esos ejercicios y no limite las acciones a decisiones externas al niño donde este deba privilegiar la memorización por encima de la comprensión.

Estos resultados permiten analizar como si bien el pensamiento científico debe trascender los límites del laboratorio, y avanzar en estudios “In vivo”, dichos estudios y aún más el trabajo desde el desarrollo del pensamiento científico en espacios de educación formal, no formal e

informal, deben tener en cuenta los tipos de interacciones que favorecen los procesos de comprensión de los niños. Como lo plantean Ochoa, Aguilar, Navarro, Jaramillo, & Henao (2013) los escenarios formales e informales de aprendizaje tiene como reto el facilitar el aprendizaje de conceptos científicos y esto solo se logra si se analizan los productos y procesos que se presentan tanto en el aula como en las exposiciones en el caso de los museos. Esto implica que existan procesos de acompañamiento que permitan que los niños interactúen con el otro pero en medio de procesos de explicaciones o descripciones que faciliten la comprensión gracias a la formación de expertos que guíen las exploraciones realizadas por los niños.

### Referencias Bibliográficas

- Allen, S. (2004). Designs for learning: Studying science museum exhibits that do more than entertain. *Science Education*, 88, S17-S33. doi: 10.1002/sce.20016
- Amsterlaw, J. & Wellman, H., (2006). Theories of mind in transition: A Microgenetic study of development of false belief understanding. *Journal of cognition and development*, 7 (2) 139- 172. doi:10.1207/s15327647jcd0702\_1
- Anderson, D., Lucas, K. B., Ginns, I. S., & Dierking, L. D. (2000). Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, 84(5), 658-679. doi: 10.1002/1098-237X(200009)84:5<658::AID-SCE6>3.0.CO;2-A
- Baker, L. & Dunbar, K. (2000). Experimental design heuristics for scientific discovery: the use of “baseline” and “known standard” controls. *International Journal of Human-Computer Studies*, 53 (3) 335-349. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1006/ijhc.2000.0393>
- Borun, M., & Dristas, J. (1997). Developing family-friendly exhibits. *Curator*, 40 (3), 178 – 196. doi: 10.1111/j.2151-6952.1997.tb01302.x
- Clegg, T., Gardner, C., Williams, O. & Kolodner J. (2006) Promoting learning in informal learning environments. *Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences*, 92-98. Bloomington, Indiana.
- Crowley, K. (2000). Parent explanations during museum visits: Gender differences in how children hear informal science. *Visitor Studies Today!*, 3(3), 21-28. Recuperado de [http://archive.informalscience.org/researches/VSA-a0a6u0-a\\_5730.pdf](http://archive.informalscience.org/researches/VSA-a0a6u0-a_5730.pdf)



- Crowley, K., & Callanan, M. A. (1998). Identifying and supporting shared scientific reasoning in parent– child interactions. *Journal of Museum Education*, 23, 12-7. Recuperado de <http://www.museumlearning.org/crowley9.pdf>
- Crowley, K., & Galco, J (2001). Everyday activity and the development of scientific thinking. In K. Crowley, C. D. Schunn, & T. Okada (Eds.). *Designing for science: Implications from everyday, classroom, and professional settings*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Crowley, K., & Siegler, R. S. (1999). Explanation and generalization in young children’s strategy learning. *Child Development*, 70, 304 – 316. Recuperado de <http://www.psy.cmu.edu/~siegler/crowlsieg99.pdf>
- Crowley, K., Callanan, M., Jipson, J., Galco, J., Topping, K. & Shrager, J. (2001) Shared scientific thinking in everyday parent-child activity. *Science Education* 85 (6), 712–732. doi: 10.1002/sce.1035
- Dixon, J. A., & Bangert, A. (2002). The prehistory of discovery: Precursors of representational change in solving gear-system problems. *Developmental Psychology*, 38, 918-933. Recuperado de <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0012-1649.38.6.918>
- Dunbar, K. (2000). What scientific thinking reveals about the nature of cognition. In K. Crowley, C. D. Schunn, & T. Okada (Eds.), *Designing for Science: Implications from Everyday, Classroom, and Professional Settings* (pp. 115-140). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dunbar, K. & Blanchette., I. (2001). The in vivo/in vitro approach to cognition: The case of analogy. *Trends in Cognitive Science* 5(8), 335-339. doi:10.1016/S1364-6613(00)01698-3
- Dunbar, K. (1995). How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. In R.J. Sternberg & J.E. Davidson (Eds). *The nature of insight*. Cambridge: MIT Press.



- Eberbach, C. & Crowley, K. (2005). From living to virtual: Learning from museum objects. *Curator*, 48(3), 317-338. doi: 10.1111/j.2151-6952.2005.tb00175.x
- Fender, J. & Crowley K. (2007) How parent explanation changes what children learn from everyday scientific thinking. *Journal of Applied Developmental Psychology* 28, 189-210. Recuperado de [http://upclose.lrdc.pitt.edu/publications/pdfs/fender\\_crowley.pdf](http://upclose.lrdc.pitt.edu/publications/pdfs/fender_crowley.pdf)
- Fugelsang, J., Stein, C., Green, A. & Dunbar, K. (2004). Theory and Data Interactions of the Scientific Mind: Evidence From the Molecular and the Cognitive Laboratory. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 58 (2) 86-95
- Harris, P. (2012). The child as anthropologist. *Infancia y Aprendizaje*, 35 (3), 259-277. doi: <http://dx.doi.org/10.1174/021037012802238920>
- Jaswal, V. K., Croft, A. C., Setia, A. R., & Cole, C. A. (2010). Young children have a specific, highly robust bias to trust testimony. *Psychological Science*, 21, 1541-1547. doi: 10.1177/0956797610383438.
- Karmiloff-Smith, A. & Inhelder, B. (1975). If you want to get ahead, get a theory. *Cognition*, 3, 195-212. Recuperado de [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0277\(74\)90008-0](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0277(74)90008-0)
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1- 48. doi: 10.1207/s15516709cog1201\_1
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-667.
- Klahr, D. & Simon, H.A. (1999) Studies of scientific discovery: Complementary approaches and convergent findings. *Psychological Bulletin* , 125 . 524-543.



- Korpan, C., Bisanz, L., Bisanz, J., Boehme, C., & Lynch, M. (1997). What Did You Learn Outside of School Today? Using Structured Interviews To Document Home and Community Activities Related to Science and Technology. *Science Education*, 81 (6), 651-662. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199711)81:6<651::AID-SCE3>3.0.CO;2-H
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96 (4), 674 – 689.
- Kuhn, D. (1993). Connecting Scientific and Informal Reasoning. *Merrill-Palmer Quarterly* 39, (1) 74-103 Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/23087301>
- Kuhn, D. (2009). “Do students need to be taught how to reason?”. *Educational Research Review*, 4, 1-6. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2008.11.001>
- Kuhn, D. (2010). What is Scientific Thinking and How Does it Develop? In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (Blackwell) (2nd Ed.).
- Kuhn, D., Iordanou, K., Pease, M. & Wirkala, C. (2008) Beyond control of variables: What needs to develop to achieve skilled scientific thinking? *Cognitive Development*, 23, 435–451. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.006>
- Larreamendy, J., Puche, R & Restrepo, a. (Com). (2008) *Claves Para Pensar El Cambio: Ensayos Sobre Psicología Del Desarrollo*. Bogotá: Editorial Universidad De Los Andes, Centro De Estudios Socioculturales E Internacionales –Ceso–.
- 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. Recuperado de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revPsycho/article/view/411>>.

- Not Doppler (sf). *Out Of Wind*. Recuperado de <http://www.notdoppler.com/outofwind.php>
- Ochoa Angrino, S., & Aguilar Zambrano, J., & Navarro Newball, A., & Jaramillo Ramírez, A., & Henao Romero, L. (2013). Diseño de un escenario educativo para museos con el uso de TRIZ y ACT. *Pensamiento Psicológico*, 11 (2), 71-88.
- PBS Kids (sf). *Balancín Gact*. Recuperado de <http://pbskids.org/sid/balancingact.html>
- Perinat, A., (2003). *Psicología del desarrollo: Un enfoque sistémico*. Barcelona: Editorial UOC.
- Rodrigo, M. (1990), “Procesos cognitivos básicos. Años preescolares”. En J. Palacios, A. Marchesi y C. Coll (comps.), *Desarrollo psicológico y educación* (pp. 143-155). Madrid: Alianza.
- Schunn, C. D., & Anderson, J. R. (1999). The generality/specificity of expertise in scientific reasoning. *Cognitive Science*, 23 (3), 337-370. doi: 10.1207/s15516709cog2303\_3
- Siegler, R. S., & Klahr, D. (1982). When do children learn: The relationship between existing knowledge and the ability to acquire new knowledge. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology: Vol. 2* (pp. 121-211). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

## Anexos



## Anexo 1: Tarea de Engranajes

Niveles a resolver			
Nivel		Descripción física	Aspectos instruccionales de la interface
1.		<p>La tarea implica la generación de una cadena de engranajes abierta, compuesta por una serie de ruedas dentadas.</p> <p>En la zona de trabajo el niño encontrara una serie de puntos negros que demarcan las zonas donde se pueden colocar las ruedas dentadas.</p> <p>En el nivel 1 al niño se le presentan 2 ruedas fijas de las cuales una de ellas es la generadora del movimiento. Adema el niño cuenta con 3 ruedas dentadas móviles. Una de ellas de un diámetro de cinco y las dos restantes de un diámetro de tres. En este nivel se presentan la cantidad de puntos exactos para el número de ruedas dentadas móviles presentadas.</p>	<p>Las instrucciones dadas por el software están en función del número de ruedas exactas para la resolución de la tarea. En la caja de herramientas se muestra el diámetro de las ruedas disponibles y el número de ruedas para cada diámetro. Además el niño cuenta con un número de puntos exactos donde estas deben ser ubicadas en el espacio de resolución.</p> <p>En el primer nivel del juego el programa señala las ruedas dentadas móviles mostrando como estas son las que se pueden manipular.</p>
2		<p>En el segundo nivel al niño se le presentan 2 ruedas fijas de las cuales una de ella es la generadora del movimiento. Además el niño cuenta con 4 ruedas dentadas móviles cada una con un diámetro de tres.</p>	<p>En el segundo nivel el sistema varía el número de puntos de enganche posibles en relación al número de ruedas dentadas.</p>



		En este nivel se presentan 10 puntos de enganche posible para generar la cadena de engranajes.	
3		<p>En el tercer nivel al niño se le presentan tres ruedas fijas de las cuales una de ellas es generadora de movimiento. Adema el niño cuenta con 6 ruedas dentadas móviles de las cuales dos de ellas tienen un diámetro de cinco, 3 tienen un diámetro de tres y una tiene un diámetro de uno. En este nivel se presentan 6 puntos de enganche posible para generar la cadena de engranajes.</p> <p>Para lograrla la resolución el niño debe construir primero una cadena entre la rueda fija generadora del movimiento y la rueda fija que se encuentra enganchada a un bombillo, para logran alumbrar el resto del espacio y encontrar los demás puntos de enganche que le permiten generar la cadena de engranaje completa.</p>	En el tercer nivel además de las instrucciones dadas en el nivel 2 el software presenta una nueva condición, en la cual para resolver la tarea se le muestra al participante una flecha que demarca la generación de una primera cadena de engranaje, que permita la reproducción de luz a partir de un bombillo ubicado en la zona de trabajo. A partir de esta cadena y la puesta en marcha del bombillo el software permite apreciar unos nuevos puntos de enganche que permanecían ocultos.
4		En el cuarto nivel al niño se le presentan 3 ruedas fijas de las cuales una de ella es la generadora del movimiento, otro es la receptora principal que mueve el molino de viento y la otra es una rueda semi fija, pues tiene un rango de movimiento	En el cuarto nivel además de las instrucciones dadas en los niveles anteriores, el software muestra una línea que demarca el movimiento de una de las ruedas fijas que permiten abrir el espacio de trabajo.

		<p>lineal.</p> <p>Adema el niño cuenta con 2 ruedas dentadas móviles una con un diámetro de cinco y la otra con un diámetro de cuatro. En este nivel se presentan 6 puntos de enganche posible para generar la cadena de engranajes.</p>	
--	--	--	--

## Anexo 2. Tarea de Equilibrio

Niveles a resolver			
Nivel		Descripción física	Aspectos instruccionales de la interface
1.		<p>La situación presentada en este nivel está basada en la equilibrio de la barra a partir del uso de 4 pesos móviles, 3 de ellos son pájaros del mismo tamaño y uno es un capullo que pesa un tercio del peso de los pájaros grandes.</p> <p>Este nivel del juego exige reconocer los pesos fijos que equilibran la balanza, reconocer los dos tipos de pesos móviles (pájaros grandes y capullos) y la distancia de los extremos de la barra frente al punto de equilibrio.</p>	<p>En los distintos niveles el programa genera variaciones en la posición de la barra cada vez que coloca un nuevo objeto sobre ella, eso genera una comprensión en torno a la manipulación de los elementos del juego y la función de los objetos frente al equilibrio generado.</p> <p>Cuando el niño logra equilibrar la balanza el juego muestra unos fuegos pirotécnicos que permiten comprender como se avanza de nivel y le permite al niño establecer como logro la resolución de la sesión.</p> <p>Estas instrucciones del juego se generan a lo</p>
2		<p>En este nivel la equilibrio de la barra se da a partir del uso de 6 pesos fijos, 5 de ellos son pájaros del mismo tamaño y 1 es un capullo que pesa un tercio del peso de los pájaros grandes.</p> <p>La situación implica equilibrar la balanza colocando dos pesos en el punto más lejano al centro de uno de los lados de la barra y los otros 3 pesos móviles en el otro lado de la barra.</p>	<p>Estas instrucciones del juego se generan a lo</p>



3		<p>En este nivel el equilibrio de la barra se da a partir del uso de 7 pesos fijos (pájaros del mismo tamaño).</p> <p>La situación implica equilibrar la balanza colocando la misma cantidad de pájaros del mismo tamaño en cada lado de la barra o equilibrando el peso del pájaro faltante para con 3 capullos (cada capullo pesa un tercio de lo que pesa un pájaro grande y pesa lo mismo de lo que pesa un pájaro pequeño).</p>	<p>largo de todos los niveles, la única variación se da en que cada vez que se avanza de nivel el juego mantiene los objetos que el niño ha equilibrado, e introduce otros para generar una nueva situación de desequilibrio.</p>
4		<p>En este nivel el equilibrio de la barra se da a partir del uso de 12 pesos fijos (9 pájaros del mismo tamaño y 3 capullos de mariposa).</p> <p>El nivel aumenta pues en la medida que se van equilibrando los pájaros en la barra, algunos de ellos salen a volar desequilibrándola nuevamente.</p> <p>La situación implica equilibrar la balanza colocando la misma cantidad de pájaros del mismo tamaño en cada lado de la barra o equilibrando el peso del pájaro faltante con 3 capullos (cada capullo pesa un tercio de lo que pesa un pájaro grande y pesa lo mismo de lo que pesa un pájaro pequeño).</p>	