

¿QUÉ HAY DE NUEVO EN LOS ESTUDIOS SOBRE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN NIÑOS CAMINADORES? BALANCE Y PERSPECTIVAS*

What´s new about studies in problem solving in Infants and Toddlers? Balance and perspectives

Elda Cerchiaro-Ceballos, Ph.D.**
Rebeca Puche-Navarro, Ph.D.***

Resumen

Este artículo muestra una revisión del estado del arte de la investigación en solución de problemas en niños hacia el final del primer año hasta los dos y tres años (niños caminadores), en el que se destacan aspectos metodológicos relacionados con el diseño, el tipo de tareas utilizadas y resultados a los que conducen. En contraste, se presenta una opción metodológica para el estudio del desarrollo cognitivo en niños, centrada en el uso de Situaciones de Resolución de Problemas (SRP), con un abordaje microgenético en una versión desarrollada

* Este trabajo hace parte de la tesis doctoral de la primera autora, en la Universidad del Valle, bajo la dirección de la segunda autora.

** Universidad del Magdalena, Santa Marta (Colombia).

*** Universidad del Valle, Cali (Colombia).

Correspondencia: Rebeca Puche-Navarro, Grupo Cognición y Desarrollo Representacional. A.A. 25360. tikal2014@gmail.com

por el Grupo C&DR², y cuya principal fortaleza radica en comprender cómo emerge en tiempo real la comprensión del problema por parte del niño. Se ponen en consideración sus bondades como herramienta flexible y poderosa para describir cambios en funcionamientos cognitivos en niños pequeños.

Palabras clave: Solución de problemas, niños caminadores, situaciones de resolución de problemas, funcionamientos inferenciales.

Abstract

This paper presents a review of previous research on problem solving in children at the end of the first year through the third year of age ('toddlers'), which highlights methodological issues associated with the design, type of tasks used and results to which they lead. In contrast we present a methodological option for the study of cognitive development in children, focusing on the use of Problem Solving Situations (SRP) with an approach microgenetic, in a version developed by the Group C&DR, and whose main strength is to understand how the child's problem comprehension emerges in real-time. We take into consideration its benefits as a flexible and powerful tool to describe changes in cognitive performances in young children.

Keywords: Problem solving, toddlers, problem-solving situations, inferential functioning.

² Grupo Cognición y Desarrollo Representacional de la Universidad del Valle, Cali-Colombia

Fecha de recepción: 1 de junio de 2013

Fecha de aceptación: 8 de marzo de 2014

INTRODUCCIÓN

La solución de problemas es uno de los tópicos que más ha contribuido a ampliar lo que se conoce sobre el funcionamiento de los procesos cognitivos (Bassok & Novick, 2012; Nokes, Schunn & Chi, 2010), con estudios que se han desarrollado a lo largo de décadas de investigación (Mayer, 1998; Newell & Simon, 1972; Wason, 1968). Un buen número de estos estudios se concentra en la emergencia y cambio de esta capacidad en los seres humanos. Algunos autores se centran en los mecanismos, herramientas cognitivas (DeLoache, Miller & Pierroutsakos, 1998; Karmiloff-Smith & Inhelder, 1974) y las estrategias utilizadas (Siegler & Svetina, 2006), y otros en el tipo de razonamiento (Thornton, 1998), incluido el llamado descubrimiento científico (Klahr, 2000), particularmente en niños.

Los procesos inferenciales implicados en la solución de problemas ocupan buena parte de la investigación existente. Son relevantes los trabajos empíricos alrededor de inferencias causales y probabilidad condicional (Gopnik, Sobel, Schulz & Glymour, 2001), al igual que los estudios sobre inferencias involucradas en la planificación (Guevara & Puche-Navarro, 2009, 2014) e inferencias en operaciones de clasificación (Ossa, 2011). Mientras que otros estudios exploran el desarrollo de conductas medios-fines (Provasi, Dubon & Bloch, 2001), así como el papel de la interacción social (Garton, 2004). En general, estos trabajos han producido importantes aportes en cada una de estas áreas, utilizando la solución de problemas para avanzar en el conocimiento sobre desarrollo cognitivo.

En términos de momentos del desarrollo, el presente artículo pretende revisar los aportes de los estudios dirigidos a los primeros años de desarrollo, debido al notable incremento en el número de trabajos en el marco de la solución de problemas hacia el final del primer año hasta los dos y tres años (niños caminadores o *toddlers*, como los identifican en la literatura anglosajona) (Berger, Adolph & Kavookjian, 2010; Bonawitz et al., 2010; Casler, Terziyan & Greene, 2009; Chen, Keen, Rosander & von Hofsten, 2010; Graham & Diesendruck, 2010; Keen et al., 2008; Örnkloo & von Hofsten, 2007; Sobel & Kirkham, 2006).

Las tablas 1 y 2 ofrecen una síntesis de algunas investigaciones realizadas a lo largo de una década (2005-2014) sobre solución de problemas en niños caminadores, para tener en cuenta en una revisión sobre el tema. En esta síntesis se destaca la competencia cognitiva estudiada, la tarea o problema utilizado, así como los resultados obtenidos.

Tabla 1. Competencia Cognitiva y tipo de problema utilizado en estudios revisados sobre solución de problemas en niños caminadores en el periodo 2005-2014

Autores	Competencia cognitiva	Tipo de problema	Descripción
López, 2007	Capacidad para resolver problemas	Tarea de acción directa sobre el objeto	Insertar objetos en una caja a través de orificios en su tapa, de acuerdo con la forma del objeto
Cox & Smitsman, 2006	Planificación	Problema medio-fin	Uso de herramienta simple: Desplazar un objeto (juguete) hacia un lugar meta con un palo que tiene un gancho en un extremo.
Claxton, McCarty & Keen, 2009	Planificación	Problema medio-fin	Uso de herramientas: 1. Cuchara llena de compota (acción autodirigida). 2. Embudo para verter el agua contenida en una pequeña taza (acción dirigida externamente).
Chen et al., 2010	Planificación	Tarea de acción directa sobre el objeto	Armar torre de bloques (tarea precisa) Introducir bloques en un contenedor (tarea imprecisa)
Guevara & Puche-Navarro, 2014	Planificación	Situación de Resolución de problemas (SRP)	Establecer de manera ordenada una secuencia de relaciones de correspondencia entre elementos (personajes-objeto, entre dos objetos) en un juego en formato virtual (en computador)

Continúa...

Autores	Competencia cognitiva	Tipo de problema	Descripción
Örnkloo & von Hofsten, 2007. Shutts et al., 2009	Habilidades cognitivas espaciales	Tarea de acción directa sobre el objeto	Insertar bloques de formas diversas por orificios con la misma forma y/o tamaño
Berger, Adolph & Kavookjian, 2010	Habilidades cognitivas espaciales	Problema medio-medio-fin	Cruzar un precipicio con la ayuda de un puente y un pasamano cuya ubicación cambia de acuerdo con ciertas condiciones experimentales
Kloos & Keen, 2005 Keen et al., 2008 Shutts, Keen & Spelke, 2006	Habilidades cognitivas visoespaciales	Tarea de búsqueda de un objeto en movimiento, oculto detrás de una pantalla	Indicar el punto de llegada de un objeto (bola o carro de juguete) que se desplaza por una rampa, oculto tras una pantalla
Casler & Kelemen, 2005, 2007 Casler, Terziyan & Greene, 2009	Razonamiento telefuncional	Tarea de Inducción (en uso de herramientas)	Uso de artefactos (como herramientas) familiares y desconocidos para el niño, que comparten la misma función
Rodríguez, 2009	Generalización inductiva	Situación de Resolución de problemas (SRP)	Identificar en un escenario configurado los usos funcionales de un objeto, a partir de la demostración de los usos de otro objeto que pertenece a la misma clase
Graham & Diesendruck, 2010	Inferencia inductiva y categorización.	Tarea de inducción	Escoger entre varios objetos de prueba que varían en forma, color o textura, cual es el objeto que comparte determinada propiedad no obvia con un objeto 'target' y que lo hace pertenecer a la misma clase
Sobel & Kirkham, 2006 Bonawitz et al., 2010	Inferencias Causales	Descubrimiento de mecanismo: relación causal entre objeto-máquina	Descubrir propiedades causales de ciertos objetos al hacer funcionar una máquina (encender luz y hacer sonar música/activar un avión de juguete)

Así, el propósito del presente trabajo es, en primer lugar, mostrar aspectos metodológicos utilizados en estudios recientes (período 2005-2014) sobre solución de problemas en esos primeros años del niño, para destacar la competencia cognitiva explorada, el tipo de tareas utilizadas (propósito, estructura, demandas cognitivas) y resultados a los que conducen. En segundo lugar, y desde ese marco descrito, presentar las bondades de una opción metodológica centrada en el uso de Situaciones de Resolución de Problemas (SRP), en una versión desarrollada por nuestro equipo (Grupo C&DR), y cuya principal fortaleza radica en trabajar con una metodología microgenética que permite visualizar la manera como emerge en tiempo real la comprensión del problema por parte del niño. Los escenarios de resolución y el abordaje microgenético reconstruyen un espacio privilegiado para estudiar la forma como se ‘despliega la mente’ (Puche-Navarro, 2003a, 2012), información que puede resultar particularmente útil para investigadores del desarrollo en la primera infancia, educadores iniciales y docentes del área de psicología del desarrollo interesados en esta temática.

Investigación sobre solución de problemas en niños caminadores: tareas y resultados

Con solo algunas excepciones de estudios longitudinales y microgenéticos (Guevara & Puche-Navarro, 2014; López, 2007; Rodríguez, 2009), en su mayoría, los trabajos revisados acuden a metodologías con diseño transversal, en los que niños de distintos grupos de edad son sometidos a los mismos procedimientos definidos para la presentación del problema, en los cuales el interés se centra el desempeño del niño, en términos de éxito o fracaso al resolver la tarea cognitiva propuesta, como una muestra de la conducta de resolución de problemas.

Los problemas abordados en esos estudios son muy diversos, proponen tareas que van desde la recuperación de un objeto fuera del alcance del niño² (Cox & Smitsman, 2006), pasando por la búsqueda manual de un objeto en movimiento con desplazamiento no visible (Keen et al., 2008; Kloos & Keen, 2005; Shutts, Keen & Spelke, 2006), el uso de herramientas (Claxton, McCarty & Keen, 2009), insertar o encajar

² Al utilizar la expresión niño nos estamos refiriendo, por supuesto, también a la niña.

bloques por un orificio (López, 2007; Örnkloo & von Hofsten, 2007; Shutts et al., 2009), armar una torre de bloques (Chen et al., 2010), hasta tareas más complejas como identificar en un escenario configurado los usos funcionales de un objeto, a partir de la demostración de los usos de otro objeto que pertenece a la misma categoría (Rodríguez, 2009) o establecer relación de correspondencia entre variados elementos en escenarios diversos, siguiendo una secuencia ordenada (Guevara & Puche-Navarro, 2014) (Tabla 1).

Tabla 2. Síntesis de resultados que ofrecen los estudios revisados sobre solución de problemas en niños caminadores

Autores	Competencia cognitiva	Resultados	Edad
López, 2007	Capacidad para resolver problemas	Se observa el uso de estrategias adaptativas asociadas a la edad y la experiencia. Las acciones de los niños estuvieron marcadas por la variabilidad. A partir de los 18 meses es cuando se produce una coordinación óptima de las distintas habilidades implicadas en la resolución de la tarea.	15 a 35 meses
Claxton, McCarty & Keen, 2009 Cox & Smitsman, 2006 Chen et al., 2010	Planificación	Se identifican capacidades para planear y ejecutar acciones secuenciales dirigidas al logro de una meta, haciendo ajustes a sus acciones, a la manera de reorganizaciones, en función de las exigencias de la tarea.	14 a 36 meses
Guevara & Puche-Navarro, 2014	Planificación	Se identifica la emergencia de patrones de variación en el funcionamiento de la planificación que tienen una forma no lineal. Se pretende identificar procesos de autorregulación, acciones dirigidas a una meta y el establecimiento preliminar de restricción-retroalimentación de la tarea en relación con estados futuros.	38 meses
Örnkloo & von Hofsten, 2007 Shutts et al., 2009 Berger, Adolph & Kavookjian, 2010	Habilidades cognitivas espaciales	Se establecen capacidades para coordinar múltiples relaciones espaciales en el logro de una meta: entre dos o más objetos a partir de rotación mental (Örnkloo & von Hofsten, 2007), atendiendo al tamaño, forma de los objetos (Shutts, et al., 2009), entre su cuerpo y dos medios (Berger, Adolph & Kavookjian, 2010).	14 a 30 meses

Continúa...

Autores	Competencia cognitiva	Resultados	Edad
Kloos & Keen, 2005 Shutts, Keen & Spelke, 2006 Keen et al., 2008	Razonamiento Visoespacial	Se registra la dificultad de los niños de 2 y 2,5 años en tareas de búsqueda manual de un objeto en movimiento, cuyo desplazamiento no ha sido visible. Se explica por las limitaciones en la representación de objetos ocultos, fallas en los mecanismos atencionales y de memoria, desconexión entre el conocimiento y la acción.	24,30 y 36 meses
Rodríguez, 2009 Graham & Diesendruck, 2010	Razonamiento Inductivo	Se identifican capacidades para inferir, basados en algún tipo de similitud existente, si dos objetos pertenecen a una misma clase.	15 meses
Sobel & Kirkham, 2006 Bonawitz et al., 2010	Razonamiento Causal	Se establece el uso de inferencias y nuevas relaciones causales a partir de información de patrones de probabilidad dependiente e independiente. Sin embargo, los niños muestran limitaciones en su capacidad para realizar intervenciones exitosas en su entorno, a partir de estas relaciones.	19 a 30 meses
Casler & Kelemen, 2005; 2007 Casler, Terziyan & Greene, 2009	Razonamiento Teleofuncional	Se identifica la presencia de precursores de un pensamiento teleofuncional cuando resuelven problemas que implican el uso de herramientas.	2, 3, 4 y 5 años

Las tareas utilizadas, en general, exigen la intervención del niño sobre un objeto (agarrar, desplazar, insertar, apilar, etc.), y solo algunas de ellas (en particular las del dominio del razonamiento visoespacial) requieren de verbalizaciones, en las que el niño debe producir un juicio predictivo a partir de la observación de un evento de desplazamiento de un objeto parcialmente visible (Keen et al., 2008; Kloos & Keen, 2005; Shutts, Keen & Spelke, 2006). En otros casos, el problema plantea la escogencia de un objeto, bien sea que comparte determinadas propiedades no obvias con otro objeto y que lo hace pertenecer a la misma clase (Graham & Diesendruck, 2010), o bien que le permitiría al niño mostrar a una tercera persona cómo realizar una función previamente demostrada o una función alternativa (Casler & Kelemen, 2007). Algunos de estos estudios hacen una combinación de requerimientos verbales y manipulativos, en problemas centrados en un aparato que es manejado en forma oculta por

el investigador, para crear ante el niño una aparente relación causal entre un objeto y el aparato (Bonawitz et al., 2010; Sobel & Kirkham, 2006).

Estas investigaciones, aunque muestran claras diferencias de orden teórico y metodológico, resultan coincidentes en varios aspectos. De manera general, dan cuenta de la capacidad de niños entre 14 y 36 meses de edad para resolver problemas y revelan su destreza para usar procedimientos que se ajustan a los requerimientos de la tarea, lo que indica la presencia de capacidades de un alto orden (Tabla 2).

Tal como se ha puesto en evidencia en otras edades (Guevara & Puche-Navarro, 2009; Orozco & Cerchiaro, 2012; Ossa, 2011; Puche-Navarro, 2012), la capacidad de los niños caminadores para resolver problemas aparece cambiante y variable. En este sentido, López (2007) reporta cambios en esta capacidad en niños de 15, 18 y 21 meses, en términos de la eficiencia, el uso de estrategias y el papel de la capacidad inhibitoria implicada en la resolución de un problema. Esta autora utilizó una tarea que requería insertar objetos en una caja a través de orificios en su tapa, de acuerdo con la forma del objeto. Se observó un aumento vinculado a la edad en el uso de la estrategia correcta y una disminución de la estrategia incorrecta. La elección de la estrategia no se hizo al azar, después de un primer intento fallido, los niños mostraron preferencia por aplicar una estrategia distinta a la utilizada.

Los resultados de la investigación de López (2007) destacan dos aspectos fundamentales: la variabilidad en el proceso de resolución y la conducta automotivada del niño en busca de la solución al problema. López (2007) identifica diversos patrones de cambio en el uso de estrategias, como indicadores de variabilidad individual. Muestra que el cambio en las estrategias es evidente frente a un mismo problema, de un ensayo a otro, e incluso en el mismo ensayo, cuando los niños eligen desde el principio las estrategias más eficientes y adaptativas, lo que aumenta con la edad y la experiencia adquirida. Asimismo, encuentra que los niños de 18 y 21 meses prestan menor atención a la ayuda proporcionada por el adulto, parecen buscar su propia manera de afrontar la tarea.

La planificación de acciones en el uso de herramientas es otro de los dominios cognitivos explorados en los estudios revisados, en los cua-

les se ponen de relieve los esfuerzos activos del niño caminador por establecer relaciones entre sus manos, la herramienta y el objeto meta, como requisito que le lleva a la solución del problema. Claxton et al. (2009) señalan algunos factores que afectan la planificación en el uso de herramientas: las características de la meta, el tipo de agarre, la localización de la meta (autodirigida o dirigida externamente), la explicitación del estado de la meta y las consecuencias de la no planificación. Estos investigadores intentan probar estas hipótesis en un estudio con niños de 19 meses de edad, en el que utilizan dos tipos de tareas: una dirigida externamente (usar un embudo) y otra autodirigida (usar una cuchara), en las cuales era claro para el niño que al alcanzar la meta se operaba un cambio en el estado final, así como las consecuencias negativas que generaba la selección de la acción equivocada.

Los resultados de esta investigación confirman que el agarre radial³ se constituye en un indicador de planificación que permite hacer un uso eficiente de la herramienta en las tareas propuestas. Este tipo de agarre es más frecuente en la tarea autodirigida (de la cuchara) que en la tarea dirigida externamente. Estos hallazgos sugieren que los niños caminadores tienen dificultad para utilizar sus habilidades de resolución de problemas en acciones dirigidas externamente, incluso a pesar de una explicitación de la meta y una retroalimentación que muestra los errores (Claxton et al., 2009).

El tiempo que toma agarrar la herramienta o el objeto es también un indicador de planificación. Un trabajo reciente sobre planificación en otro tipo de tareas es consistente con esta conclusión y fue realizado por Chen et al. (2010). Dichos investigadores utilizaron con niños de 18 y 21 meses dos tipos de tareas: una precisa (armar una torre de bloques) y una imprecisa (introducir bloques en un contenedor), con el propósito de evaluar su habilidad para planificar acciones futuras. Parten de considerar que la construcción de una torre es una actividad típica de los niños alrededor de 18 a 24 meses de edad que refleja su habilidad para formar una meta y perseguirla mediante la ejecución repetida de acciones secuenciales. Mediciones kinemáticas del desempeño de estos

³ Un agarre radial implica sujetar el mango de la herramienta apoyado sobre el dedo índice y con el pulgar hacia arriba (Claxton et al., 2009)

niños muestran la manera como se aproximan a un objeto y realizan acciones con variados niveles de dificultad. Así, por ejemplo, al usar tareas de dos pasos que involucran movimientos secuenciales, los caminadores se comprometían en movimientos planeados más allá de la información perceptual, e incorporaron la meta final de la secuencia total en esa planificación. Mostraron además que el movimiento de agarre de un objeto es más lento cuando se trata de una tarea precisa (colocar un bloque pequeño encima de otro para armar una torre), que en una tarea imprecisa (lanzar bloques en un contenedor). Esto indica que tareas cognitivamente más complejas toman un tiempo más prolongado de preparación, lo que se relaciona con un nivel mayor de planificación.

Cox y Smitsman (2006) aportan también al conocimiento que se tiene sobre planificación de la acción en el uso de herramientas en niños caminadores. Investigan en niños de 2 y 3 años el uso de la mano al agarrar y utilizar una herramienta para desplazar un objeto hacia una localización específica. Para esto se valen de la tarea del palo, presentada a los niños en dos condiciones: un palo o vara y un palo con un gancho en uno de sus extremos (como un bastón), colocados a su alcance en diferentes orientaciones. Estos autores encontraron diferencias asociadas con la edad en el patrón de uso de la mano. Aunque ambos grupos de edad mostraron preferencia por el uso de la mano derecha, este hecho se observó con mayor frecuencia en los niños de menor edad.

Estos resultados revelan que la manera como los niños combinan información sobre la meta y sobre la herramienta, influye en la escogencia de la mano a usar en diferentes momentos de la tarea. Todo parece indicar que las demandas de la tarea futura ejercen una influencia sobre la fase de agarre del objeto, exigiendo al niño ajustes o adaptaciones durante el desempeño en la tarea. Cox y Smitsman (2006) explican este hecho al considerar la planificación como un proceso dinámico y multicausal en el que diferentes factores (internos y externos) involucrados en una tarea se combinan imponiendo límites a la conducta.

Respecto a la emergencia de la planificación, en un trabajo más reciente, Guevara y Puche-Navarro (2014) realizan un estudio microgenético para explorar la emergencia de la planificación en niños de 38 meses de edad.

Utilizan una SRP que propone al niño un juego en formato digital (en computador) que le exige establecer de manera ordenada una secuencia de relaciones de correspondencia entre elementos (personajes-objeto, entre dos objetos). Estas autoras identifican patrones de variabilidad presentes en las trayectorias de desempeños de los niños para dar cuenta de la emergencia de procesos de auto-organización en el uso de la planificación, en la medida que revelan sistematicidad en las secuencias de acciones y la capacidad de los niños para prever en un estado futuro las consecuencias de sus acciones, lo cual parece establecerse por encima de la centración en elementos aislados del problema (Guevara & Puche-Navarro, 2014).

Las capacidades cognitivas espaciales involucradas en la realización de tareas manipulativas por parte de niños caminadores fueron evaluadas por Örnkloo y von Hofsten (2007), al estudiar cómo niños de 14, 18, 22 y 26 meses de edad desarrollan su habilidad para insertar bloques a través de orificios. La tarea utilizada requería insertar siete bloques de formas diversas (cilindro, cuadrado, triángulo equilátero, rectángulo, triángulo isósceles, triángulo con lados desiguales, elipsoide) por orificios con la misma forma de los objetos. En un primer momento los bloques fueron presentados a los niños verticalmente (de pie), y en un segundo momento en posición horizontal (acostados), de manera que el niño debía hacer una rotación del bloque para lograr introducirlo en la caja. Se hicieron evidentes ciertas diferencias en el desempeño de los niños de acuerdo con la edad. Los niños de 14 y 18 meses realizaron acciones dirigidas a colocar el bloque sobre el orificio y tratar de presionarlo utilizando la fuerza. Parecían no comprender la relación espacial entre el bloque y el orificio, mientras que los niños a partir de los 22 meses resuelven el problema de manera consistente, realizando pre-ajustes apropiados antes que la mano llegara con el bloque hasta el orificio. De acuerdo con Örnkloo y von Hofsten (2007), estos pre-ajustes requieren que el niño imagine, de alguna manera, el estado meta (final) de la acción antes de llevarla a cabo, es decir, que haga una rotación mental de los objetos. Para estos autores, los resultados sugieren que los niños pequeños resuelven problemas a través de la rotación mental, no por la manipulación física de los objetos. Esta capacidad para imaginar objetos en diferentes posiciones y en diferentes orientaciones les capacita para

planear acciones sobre los objetos de manera más eficiente, establecer relaciones entre objetos y planear acciones que involucran más de un objeto (Örnkloo & von Hofsten, 2007).

Los estudios revisados permiten también establecer nexos entre el razonamiento espacial y el desarrollo locomotor. Berger, Adolph y Kavookjian (2010) muestran que, en general, los niños caminadores son capaces de coordinar múltiples relaciones espaciales que involucran su cuerpo y dos medios en el logro de una meta. Utilizan una tarea que le propone al niño cruzar un precipicio con la ayuda de un puente y un pasamano cuya ubicación cambia de acuerdo con ciertas condiciones experimentales. De manera concreta los niños fueron capaces de: 1. Coordinar relaciones espaciales entre: el puente y pasamanos, el puente y su cuerpo, el pasamanos y su cuerpo. 2. Monitorear cambios en las relaciones espaciales de dos medios debido a variaciones en la localización del puente. 3. Actualizar sus evaluaciones de las relaciones espaciales existentes. Sus desempeños estuvieron caracterizados por ajustes permanentes de sus acciones a las demandas cambiantes de la tarea y a la información que el medio les ofrecía. Lo que para estas autoras se constituye en un indicador de niveles de autorregulación en el proceso de resolución del problema.

En cuanto a la presencia de habilidades visoespaciales en niños caminadores, algunos de estos estudios documentan la dificultad que manifiestan niños de 2 y 3 años en la realización de tareas que implican el desplazamiento sobre una rampa de un objeto (una bola o un carro) oculto a la vista del niño por una pantalla (Keen et al., 2008; Kloos & Keen, 2005; Shutts, Keen & Spelke, 2006), a través de experimentos en los cuales manipulan algunas variables relevantes en la tarea, tales como incrementar la visibilidad de la pantalla, usar señales auditivas o visuales que ofrezcan pistas al niño de la localización del objeto, utilizar una pantalla transparente, simplificar o reducir la participación de algunos de sus componentes, entre otras.

Siguiendo estos criterios, Kloos y Keen (2005) utilizan con niños de 24 y 30 meses, dos tareas: una tarea de búsqueda simple que no requería de los niños un conocimiento sobre la solidez de los objetos y una tarea

de predicción que no les exigía una búsqueda. Encontraron que en ambas edades los niños fueron capaces de conducir una búsqueda simple y pudieron predecir dónde se detendría la bola cuando la barrera era completamente visible. Sin embargo, no mostraron este conocimiento predictivo cuando la barrera estaba parcialmente oculta por la pantalla.

En otro estudio, Shutts, Keen y Spelke (2006), en lugar de una bola, usan un carro en cuya antena se encuentra atado un banderín que permanece visible ante el niño mientras el carro se desplaza sobre la rampa. Bajo estas condiciones, se observa que el rendimiento de los niños estuvo por encima del azar cuando podían ver parte del objeto que estaban buscando. Sin embargo, los niños todavía cometen errores de búsqueda en más de un tercio de los ensayos. Shutts, Keen y Spelke (2006) concluyen que la búsqueda manual de los niños pequeños de un objeto oculto se ve afectada por las relaciones de proximidad y los límites de los objetos. Cuando la señal visual utilizada, en este caso el banderín, estaba más cerca del cuerpo oculto del carro, el desempeño de los niños mejoró ostensiblemente.

En la misma línea, Keen et al. (2008) utilizan señales auditivas (choque de la bola contra la pared) y visuales (incremento de la visibilidad de la pared), para ayudar a mejorar el desempeño de niños de 2, 2½ y 3 años. Estos investigadores muestran que simples mecanismos motivacionales y atencionales no explican el bajo desempeño en tareas de búsqueda de objetos en niños de 2 y 2,5 años. Concluyen que el uso de señales (visuales y auditivas) para mejorar el razonamiento espacial de los niños sobre la tarea no parece ser tenido en cuenta en la planificación de búsqueda que la mayoría de los niños de esta edad hacen. La naturaleza compleja de la tarea sugiere que los caminadores jóvenes pueden fracasar porque no atienden a los aspectos relevantes del problema.

A partir de estas investigaciones se reconoce que aunque se ha avanzado en la comprensión de la naturaleza de la tarea y en las demandas cognitivas que exige a los niños, sin embargo solo se ha llegado a aproximaciones que hasta ahora intentan explicar este fenómeno, que pueden ser asumidas como nuevas hipótesis para poner a prueba.

El grupo de investigaciones revisadas incluye trabajos empíricos sobre razonamiento inductivo en niños pequeños, a través de los cuales se confirma que a los 15 meses de edad estos pueden inferir propiedades comunes entre objetos, basados en algún tipo de similitud existente entre ellos, lo que les permite establecer si dos objetos pertenecen a una misma clase (Graham & Diesendruck, 2010; Rodríguez, 2009). Graham y Diesendruck (2010), mediante una tarea de inducción, presentaron a niños de 15 meses de edad un objeto de prueba que poseía una propiedad sonora no obvia, por ejemplo, un prisma triangular que al sacudirlo o apretarlo producía un ruido (vibración, chillido, timbre). A continuación mostraban al niño tres objetos de prueba que variaban en forma, color o textura, pero que compartían solo una de estas propiedades con el objeto con el cual se hizo la demostración y se le animaba a utilizarlo. Graham y Diesendruck (2010) demostraron que los niños de esta edad privilegian la forma sobre otras propiedades perceptivas de los objetos. Su tendencia fue generalizar una propiedad no obvia a otros objetos que eran similares en la forma, mucho más que cuando los objetos eran similares en color o textura. Estos hallazgos sugieren que para estos niños la forma es un indicador confiable de la categoría a la que pertenece un objeto.

Desde una perspectiva teórica y metodológica distinta, Rodríguez (2009) da cuenta de las capacidades cognitivas de infantes entre 9 y 15 meses de edad, en la resolución de un problema que involucra el uso de la generalización inductiva. A partir de una demostración sobre los usos funcionales de un camión (cargar objetos y trasladarlos hasta un lugar-meta o destino), los niños debían identificar los usos funcionales de un nuevo objeto que les era presentado (una carreta). Los resultados muestran presencia temprana de generalización inductiva en los niños, alta variabilidad en los desempeños y reorganizaciones evidentes antes de la emergencia de una acción novedosa. La generalización inductiva sigue trayectorias distintas, caracterizadas por diferentes estados: exploratorio (búsqueda de información sobre la naturaleza del objeto), transicional (identificación de las propiedades y uso de los objetos) y resolutorio (construcción de procedimientos dirigidos a la solución de la tarea) (Rodríguez, 2009).

Son muy conocidos los trabajos realizados por autores como Gopnik et al. (2001) y Sobel y Kirkham (2006) sobre razonamiento causal en niños, en los que utilizan un aparato denominado ‘detector de *blickets*’ que se ilumina y hace sonar música cuando algunos objetos, pero no otros, son colocados sobre él. A los niños se les dice que los *blickets* hacen encender la ‘máquina’ y se les pide que identifiquen entre un conjunto de bloques de diferentes formas y colores, cuáles son *blickets*. Se trata en realidad de un artificio mediante el cual un investigador oculto acciona un interruptor cuando un objeto particular es colocado sobre el ‘detector’, haciendo parecer al objeto como la causa que produce que la luz y la música se enciendan. Valiéndose de este aparato, Sobel y Kirkham (2006) lograron mostrar que los niños a los 24 meses de edad hacen inferencias de nuevas relaciones causales a partir de información de patrones de probabilidad dependiente e independiente, tal como lo hacen niños de edad preescolar.

Bonawitz et al. (2010) utilizan con niños de 24 meses de edad otro aparato en el que un bloque, cuando hace contacto con una base, enciende un avión de juguete al que se encuentra conectado por medio de un cable. Al igual que en los trabajos mencionados de Gopnik et al. (2001) se crea ante los niños la evidencia de una relación causal entre el bloque y la base, dado que aparentemente el contacto entre estos dos elementos es lo que activa el juguete. Sin embargo, pese a que se ha probado que en esta edad los niños son bastante sensibles a establecer relaciones predictivas entre eventos, en este estudio se observan limitaciones en su capacidad para apoyarse en estas relaciones y hacer intervenciones exitosas en su entorno. Esto podría estar indicando verdaderas restricciones en las representaciones causales de los niños de esta edad (Bonawitz et al., 2010).

Otro grupo de investigaciones revela la presencia de precursores de un pensamiento teleofuncional en niños de 2 y 3 años, cuando resuelven problemas que implican el uso de herramientas (Casler & Kelemen, 2005, 2007; Casler, Terziyan & Greene, 2009), aunque estudios previos ubican su emergencia alrededor de los 5 años de edad (Defeyter & German, 2003).

En estos estudios se utilizan situaciones experimentales en las cuales se presentan al niño artefactos o herramientas, nuevos y conocidos. Luego de demostrar brevemente la función de una de ellas, el experimentador solicita al niño que escoja una herramienta para mostrar a una tercera persona que no había estado presente, cómo realizar esta función u otra distinta. Los resultados de estas investigaciones indican que niños de 2 años, a pesar de no tener aún una conceptualización funcional de los objetos, dan cuenta de una forma básica de esta comprensión (Casler & Kelemen, 2005), así como de una creciente conciencia normativa acerca de que hay formas ‘correctas’ de utilizar los objetos (Casler, Terziyan & Greene, 2009), lo cual afectará la manera como se enfrentarán de manera subsecuente a tareas que impliquen el uso de herramientas.

En general, estos estudios revelan importantes esfuerzos por describir, comprender y conceptualizar el desarrollo cognitivo frente a situaciones de resolución de problemas. Ofrecen aportes que resultan valiosos en dos sentidos: amplían el conocimiento que se tiene sobre las competencias cognitivas de los niños caminadores y abren caminos hacia nuevas y complementarias líneas de investigación.

Tipología de problemas

Una clasificación de los problemas prototípicos utilizados en las investigaciones revisadas nos ha permitido establecer la siguiente tipología: Problemas Medios-Fines, Problemas Medios-Medios-Fines, Tareas de acción directa sobre el objeto, Tareas de inducción, Tareas de búsqueda de un objeto en movimiento detrás de una pantalla, Problemas de descubrimiento de mecanismo centrado en una relación causal entre objeto-máquina y Situaciones de Resolución de problemas (SRP) (Tabla 3).

Tabla 3. Tipología de Problemas utilizados en estudios con niños caminadores

Tipo de problema	Características	Exigencias cognitivas
Problemas Medios-Fines	Se estructuran a partir del establecimiento de un medio para lograr un fin: un objeto, inicialmente la meta, sirve como un medio para actuar sobre otro objeto-meta.	Coordinar el ajuste entre el medio y la parte relevante del cuerpo cuya capacidad logra ampliar
Cox & Smitsman, 2006 Claxton, McCarty & Keen, 2009	Plantean un obstáculo en la consecución de una meta por incapacidad o limitación del cuerpo (p.e. un objeto fuera del alcance), lo que hace necesario el uso de un medio que permite extender los límites del cuerpo.	Monitorear relaciones espaciales y funcionales entre el sujeto, la meta y el medio Establecer relación medios-fin a partir de la comprensión de vínculos causales entre objetos. Planificación de acciones
Problemas Medios-Fines	La meta está tan alejada que requiere múltiples medios para alcanzarla. Los medios (dos o más) se pueden implementar de forma secuencial, p.e. ensamblar un palo corto en uno más largo y utilizarlo para recuperar un juguete lejano, o en paralelo, p.e. cruzar un abismo con la ayuda de un puente y un pasamano, con relaciones espaciales cambiantes debido a variaciones en la proximidad puente-pasamanos según el ancho del puente.	Reconocer un objeto como un primer medio (p.e. el puente como un medio para cruzar el abismo) Reconocer un segundo objeto como otro medio (p.e. el pasamano como un medio para mantener el equilibrio sobre el puente estrecho) Coordinar de manera simultánea múltiples relaciones espaciales cambiantes para alcanzar la meta.
Tareas de acción directa sobre el objeto	El niño actúa de manera directa sobre el objeto meta, sin la intervención de medio alguno. El logro de la meta implica agarrar un objeto de manera precisa y, con movimientos muy finos, colocarlo en una disposición y/o ubicación determinada, p.e. construir torre de bloques, insertar bloques en orificios según tamaño y forma	Destrezas motoras Ubicar e insertar la pieza según el tamaño y la forma en el agujero correspondiente Comprender relaciones espaciales p.e. entre bloque y orificio o entre dos bloques al ser colocado uno encima de otro Estructurar acciones secuenciales para el logro de la meta

Continúa...

Tipo de problema	Características	Exigencias cognitivas
<p>Tareas de inducción</p> <p>Casler & Kelemen, 2005, 2007 Casler, Terziyan & Greene, 2009 Graham & Diesendruck, 2010</p>	<p>Se parte del establecimiento de relaciones entre dos objetos según propiedades o características comunes (pero no obvias) que determinan su pertenencia a una misma categoría.</p> <p>La solución del problema se basa en las propiedades perceptuales visibles de los objetos, a partir de las cuales el niño extrae inferencias inductivas</p>	<p>Extraer inferencias inductivas a partir de propiedades compartidas de objetos basadas en algún tipo de similitud (perceptiva, funcional) entre estos objetos</p> <p>Hacer generalizaciones de propiedades no obvias de un objeto a otro</p> <p>Categorizar objetos</p>
<p>Tareas de búsqueda de un objeto en movimiento detrás de una pantalla</p> <p>Kloos & Keen, 2005 Keen et al., 2008 Shutts, Keen & Spelke, 2006</p>	<p>Indicar el punto de llegada de un objeto en movimiento que está oculto tras una pantalla.</p> <p>Se trata de hacer un juicio predictivo sobre el lugar o punto donde el objeto se detendrá en virtud de ciertos indicios que se le ofrecen: p. e, un banderín atado al carro, una barrera interpuesta, señales auditivas y visuales.</p>	<p>Saber que el objeto que se desplaza todavía existe cuando está fuera de vista detrás de la pantalla.</p> <p>Planear y ejecutar una búsqueda para recuperar el objeto.</p> <p>Saber que la barrera bloqueará el objeto y usar ese conocimiento para predecir la localización del objeto</p> <p>Vincular espacialmente la parte visible de la barrera con la puerta correcta</p>
<p>Problemas de descubrimiento de mecanismos centrado en una relación causal objeto-máquina</p> <p>Sobel & Kirkham, 2006 Bonawitz et al., 2010</p>	<p>Descubrir las propiedades causales de ciertos objetos al activar un juguete</p>	<p>Categorizar un conjunto de objetos atendiendo a propiedades causales</p> <p>Descubrir que el contacto de los objetos hace funcionar la máquina</p> <p>Hacer inferencias causales derivadas de los datos/evidencia</p>
<p>Situaciones de Resolución de problemas (SRP)</p> <p>Guevara & Puche-Navarro, 2014 Rodríguez, 2009</p>	<p>Establecimiento de relaciones (funcionales, de correspondencia, analógicas, causales, etc.) entre objetos en distintos escenarios configurados.</p>	<p>Establecer relación inductiva entre usos funcionales de dos objetos</p> <p>Establecer relación de correspondencia mediante secuencia ordenada entre pares de objetos</p> <p>Planificación</p> <p>Generalización inductiva</p>

Lo que en esencia caracteriza a los *problemas medios-fines* es la existencia de un obstáculo (distancia) entre el sujeto y el objeto-meta que exige el uso de un medio (otro objeto) para acceder a él. En los *problemas medios-medios-fines* el obstáculo se amplía. La distancia suele ser mayor entre el sujeto y el objeto-meta, de tal manera que requiere la construcción y/o utilización de múltiples herramientas o medios (dos o más) para alcanzarlo. Por el contrario, en las *tareas de acción directa sobre el objeto* no hay un obstáculo entre el sujeto y el objeto-meta. La solución de este tipo de problema requiere la intervención directa del niño sobre el objeto con movimientos finos y precisos (agarrarlo, desplazarlo de una ubicación a otra, insertarlo en un orificio, apilar uno sobre otro, acoplar una parte en otra, etc). Sin embargo, a pesar de esta diferencia, estos tres tipos de problema exigen tanto cierto nivel de habilidad motora como planificación (estructuración de secuencias de acciones, anticipación). Reúnen una condición descrita por Keen (2011) “implican hallar una solución motora a un problema cognitivo” (p.4). Se resuelven en acciones acopladas de mínimo dos pasos: agarrar el objeto y hacer con el objeto.

Los problemas o *tareas de inducción* proponen el establecimiento de relaciones (perceptiva, funcional) entre dos o más objetos para determinar su pertenencia a una clase o categoría (Graham & Diesendruck, 2010; Rodríguez, 2009). Se trata de inferir la existencia de algún tipo de propiedad no obvia compartida entre dichos objetos, a partir de la observación de similitudes perceptivas (en forma, color, tamaño, textura, función). De esta manera la solución del problema reposa en las operaciones mentales que el sujeto debe realizar en función de propiedades salientes y relevantes del objeto (Casler & Kelemen, 2005, 2007; Casler, Terziyan & Greene, 2009; Graham & Diesendruck, 2010).

En las *tareas de búsqueda de un objeto en movimiento detrás de una pantalla*, el niño debe emitir un juicio predictivo acerca del sitio (puerta) por donde saldrá un objeto (carro o bola) que se desplaza por una rampa, oculto tras una pantalla, teniendo en cuenta algunos indicios presentes (señales visuales y auditivas como un banderín atado al carro o el sonido al chocar el objeto contra la pantalla) (Keen et al., 2008; Kloos & Keen, 2005; Shutts, Keen & Spelke, 2006). Se exige que el niño construya una representación del recorrido que hace el objeto. Tanto las tareas de inducción como de predicción comparten una característica: no hay un actuar del niño sobre el objeto. El tipo de respuesta es verbal (indicar, predecir).

Los *problemas de descubrimiento de mecanismos*, particularmente centrados en una relación causal objeto-máquina, en cambio, requieren del niño respuestas de tipo verbal (indicar, predecir) en pruebas de observación y respuestas manipulativas en pruebas de intervención (Bonawitz et al., 2010; Sobel & Kirkham, 2006). En este tipo de problemas los niños infieren una relación causal (no obvia) entre ciertos objetos y una ‘máquina’ al hacerla funcionar (encender luces y música, hacer girar un avión de juguete). Descubren que la presencia de determinados objetos (bloques) está correlacionada con la activación de la máquina y usan esa información para hacer inferencias causales derivadas de la evidencia (Bonawitz et al., 2010; Sobel & Kirkham, 2006).

Este balance detallado de aspectos metodológicos contemplados en las investigaciones revisadas, servirá como plataforma para lograr el segundo propósito planteado en este artículo: presentar una opción metodológica propia para el estudio del desarrollo cognitivo en niños pequeños, centrada en el uso de Situaciones de Resolución de Problemas (SRP) con un abordaje microgenético. Una caracterización *in extenso* de esta aproximación se hará en el apartado siguiente.

El panorama de los estudios revisados arroja un corpus empírico robusto sobre las capacidades cognitivas de los niños caminadores, da cuenta de un trabajo metodológico riguroso y continuo, con resultados consistentes que muestran la presencia o la ausencia de la habilidad para resolver problemas. Vale anotar que la orientación metodológica tradicional seguida en la mayoría de estas investigaciones conduce a resultados que privilegian, en términos generales, las diferencias en el desempeño de los niños en relación con la edad, el porcentaje de estrategias utilizadas, aciertos y errores en el proceso de resolución del problema, las conductas exitosas del niño y la influencia de factores asociados como la instrucción y la experiencia previa en la resolución del problema.

Esos estudios, aunque en general muestran un niño que participa de su propio desarrollo, dicen muy poco acerca de cómo ocurre ese desarrollo. Describen más bien cuándo el niño accede o adquiere la habilidad para resolver problemas. Son estudios que abordan la naturaleza de los procesos implicados en la solución de problemas, con un marcado interés por señalar la edad en la cual emerge una particular competencia. De

esta manera se muestra cuándo el niño posee la conducta de resolución de problema y a qué edad no la posee, se comparan grupos de diferentes edades y se destaca un progreso o mejora en dichas capacidades siempre en función de la edad. Son estudios más comparativos que sobre el desarrollo en sentido estricto.

Una propuesta: Las Situaciones de Resolución de Problemas (SRP) a partir de una versión del método microgenético

Desde hace ya más de una década, Puche-Navarro y colegas en diversas investigaciones (Cerchiaro & Puche-Navarro, 2012; Guevara & Puche-Navarro, 2009, 2014; Orozco & Cerchiaro, 2012; Ossa, 2011, 2013; Ossa & Puche-Navarro, 2010; Puche-Navarro, 2003a, 2003b, 2005; Puche-Navarro, Combariza & Ossa, 2012; Sánchez, Cerchiaro & Guevara, 2013; Sánchez, Guevara & Cerchiaro, 2013) han venido utilizando una opción metodológica basada en Situaciones de Resolución de Problemas (SRP) con una versión propia del método microgenético. Se definen como espacios abiertos ideados para propiciar el ‘despliegue de la mente’ (Puche-Navarro, 2005), en tanto que hacen posible la captura de procesos de comprensión por parte del sujeto en la resolución de un problema (Puche-Navarro, 2012). El punto esencial de este abordaje microgenético es que permite seguir y registrar los desplazamientos de la mente, manifestados en acciones concretas, procedimientos y estrategias observables cuando el niño se ve enfrentado a un problema que debe resolver.

Las SRP en combinación con el método microgenético integran los enfoques experimental y situado. Con el diseño de situaciones experimentales ancladas al contexto (Thornton, 1998), y en entornos cotidianos del niño como su casa, la guardería o escuela a la que asiste, se cumple el criterio de validez ecológica pues se sitúan en contextos familiares para el niño. Son situaciones estandarizadas que proponen un problema cuya meta es claramente comprendida por el niño y le exigen ‘actuar sobre el objeto’. Concebidas como situaciones abiertas, ofrecen más de un camino para la solución. En otras palabras, permiten al niño seguir más de una alternativa y encontrar más de una solución frente al problema.

El método microgenético implica el uso de aplicaciones intensivas (mínimo tres ensayos por sesión), en intervalos relativamente cortos (ocho o

quince días) a lo largo de un periodo determinado (de 2 a 6 meses). De esta manera se obtienen registros (mediciones) continuos de la conducta de solución de problema, lo que permite mostrar cómo y cuándo ocurre el cambio, o lo que es lo mismo, cómo se desarrolla esta competencia en niños pequeños (para una ampliación ver Puche-Navarro & Ossa, 2006).

Las SRP son diseñadas en formatos diversos (tableros, maquetas, dispositivos, digitales o juegos de computador) y para ajustarse a las mediciones consecutivas que requiere el método microgenético, se re-crea la misma situación en más de una versión. Se introducen cambios en algunas de las características perceptuales (forma, color, personajes, escenario o configuración, etc.) guardando la estructura de la tarea y manteniendo el procedimiento de presentación. Trabajar con más de una versión de la situación, propio del grupo C&DR, evita la posible saturación del sujeto ante la presentación repetida de las situaciones en diferentes intentos a lo largo de un amplio número de observaciones. Además, el uso de dos versiones ligeramente diferentes de una misma situación permite aumentar el número de comparaciones de los desempeños: entre intentos, entre versiones, intrasujeto e intersujetos.

Presentadas siempre bajo formas lúdicas o humorísticas, las situaciones se construyen a partir de una narrativa desde la cual se propone un problema, cuya estructura medio-fin operacionaliza los constructos implicados en el proceso de investigación (Puche-Navarro & Ossa, 2006). Las consignas invitan a los niños a resolver el problema por sus propios medios, es decir, a buscar una solución apoyado en la observación, la exploración y la experimentación. En esta medida las SRP con este abordaje microgenético permiten elicitar y observar las acciones que derivan de esos ejercicios mentales que el niño realiza cuando se enfrenta al problema.

Las SRP se ubican en la perspectiva o punto de vista del niño. Esto es, parten de sus intereses, nociones, destrezas, límites en su conducta, etc., lo que sin duda ofrece una mirada distinta del proceso de resolución de un problema. De allí que su soporte fundamental sea el análisis de tarea que muestra de manera muy clara las exigencias cognitivas que el problema le plantea al niño (Orozco-Hormaza, 2000), indicando las

relaciones involucradas que debe descubrir y las operaciones cognitivas implicadas y, en consecuencia, lo que debe hacer para resolverlo de manera completa.

Un ejemplo concreto permitirá ilustrar lo que hasta aquí se ha planteado acerca de las SRP⁴ en combinación con un abordaje microgenético. Se presenta a continuación la metodología utilizada en una investigación realizada con un grupo de niños caminadores entre 15 y 26 meses de edad, para estudiar la emergencia de la solución de problemas a partir de la caracterización de trayectorias de emergencia. La figura 1 presenta el dispositivo diseñado como SRP que fue utilizado en una aproximación microgenética en este estudio.

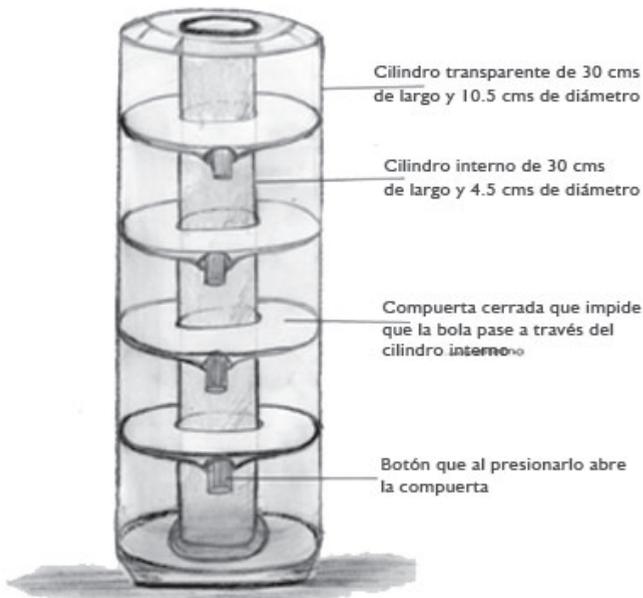


Figura 1. Dispositivo utilizado como SRP en estudio con niños entre 15 y 26 meses de edad

⁴ Para una ampliación sobre las SRP con un abordaje microgenético ver Puche-Navarro (2003a, 2012) y Puche-Navarro & Ossa (2006).

Situación experimental

El dispositivo denominado ‘Sistema de Compuertas’ está constituido por dos cilindros concéntricos, uno exterior de mayor radio y otro interior de menor radio. Su estructura se basa en un sistema de cuatro compuertas equidistantes que atraviesan el cilindro interno y que funcionan sobre la caída de los objetos.

Una bola pequeña puede ser introducida en el cilindro de menor diámetro, en su caída es detenida por un entrepaño movable que cumple doble función: como obstáculo impide que la bola caiga libremente y como compuerta permite que pase. En la parte exterior del dispositivo, al nivel de cada compuerta hay un botón que al presionarlo abre la compuerta y deja pasar la bola al siguiente nivel. Es claro que un botón abre una y solo una de las compuertas para permitir la caída de la bola. Presionar los botones en un orden secuencial de arriba hacia abajo es lo que permite la caída de la bola a lo largo del tubo y, consecuentemente, su salida del dispositivo. Para resolver el problema el niño debe descubrir el mecanismo que opera en cada nivel para la caída de la bola a través del cilindro y establecer relaciones inferenciales que le permitan activar ese mecanismo de compuertas.

Escala de medición y comprensión

Como ya se ha dicho, se estima que la conformación del dispositivo propicia acciones que revelan la manera como el niño descubre el mecanismo básico que lo hace funcionar, por lo tanto seguir la secuencia de acciones realizadas en tiempo real permite rastrear el funcionamiento inferencial del niño frente al problema. De manera más precisa, y siguiendo esa lógica, se puede seguir el paso de un tipo de funcionamiento cognitivo al otro. Se toman como unidades de análisis los desempeños de los niños a lo largo de las aplicaciones, es decir, las acciones (procedimientos) realizadas sobre el dispositivo en procura de resolver el problema en cada uno de los tres ensayos.

En cada ensayo o intento esos desempeños son puntuados según una escala ordinal de medición, construida a partir tanto de los criterios arrojados por el análisis de tarea como de las acciones observadas en la mayoría de

los niños (sin importar la edad), y realizadas en repetidas ocasiones por cada niño en los tres intentos. La escala se estructura con unos criterios generales que definen modalidades jerarquizadas de aproximación al problema y a su resolución, en virtud del tipo de relación que el niño logra establecer entre los elementos componentes del dispositivo, lo que en esencia le lleva a comprender su mecanismo de funcionamiento. Cada criterio especifica lo que presupone en términos de comprensión para el niño y ofrece una descripción del conjunto de acciones sistemáticas y ordenadas que ejemplifican cada nivel de comprensión, indicando el tipo de funcionamiento inferencial que subyace (Tabla 4).

Tabla 4. Escala de medición abreviada de SRP “Sistema de Compuertas”

Criterios generales	Operacionalización	Funcionamientos inferenciales	Puntaje
1. Primeras acciones de comprensión de la tarea	A partir de las propiedades funcionales del dispositivo, comprende la tarea como introducir y sacar la bola con la mano por la parte de arriba	Inferencias inductivas a partir de propiedades funcionales visualmente perceptibles en el dispositivo como su capacidad para contener	1
	Coordina agarre bimanual y ajustes posturales entre su cuerpo y el dispositivo, como condición que acerca al logro de la meta		
2. Acercamiento a los elementos del dispositivo de manera segmentada	Re-descubrimiento y uso de las propiedades gravitacionales como medio para alcanzar el fin que es sacar la bola	Inferencias inductivas a partir del fenómeno de caída de objetos (todos los objetos caen)	2
	Descubre el papel obstaculizador de la compuerta	Inferencias inductivas a partir del reconocimiento del papel obstaculizador de la compuerta	
3. Establecimiento de relaciones parciales entre los componentes del dispositivo	Establece relación segmentada entre los botones y las compuertas como medio para liberar la bola	Inferencias Inductivas a partir de la relación entre los botones y las compuertas	3
		Inferencias inductivas a partir de la función de la compuerta de dejar pasar	
		Inferencias inductivas y funcionales a partir del papel que cumple el botón en la apertura de la compuerta	

Continúa...

Crterios generales	Operacionalización	Funcionamientos inferenciales	Puntaje
4. Aproximación global a las relaciones que operacionalizan el funcionamiento del dispositivo	Descubre la relación entre la bola, el tubo y la caída de la bola		
	Descubre el botón como agente causal del desplazamiento de la bola dentro del tubo		
	Comprende el papel que cumple el botón sobre la compuerta para la caída de la bola y se acerca al resultado a partir de tanteos sucesivos que le permiten el logro de (al menos dos) submetas.	Inferencias relacionales a partir del reconocimiento de la función del botón en el desplazamiento de la bola dentro del tubo	4
	Descubre la relación bola-tubo-compuerta como funcionamiento del dispositivo y la necesidad de cambiar de botón objetivo	Inferencias relacionales a partir de la relación antecedente-consecuente	
	Hay logro de dos y hasta tres submetas		
5. Establecimiento de relación causal entre acciones (intervención) y resultados	Comprende las consecuencias de sus acciones sobre el dispositivo y usa ese conocimiento para planificar sus acciones. Hay mayor continuidad en las acciones en busca del objetivo	Inferencias integradoras a partir de relaciones múltiples y globales entre componentes del dispositivo	5

El abordaje microgenético y la comprensión de los niveles de funcionamiento inferencial

El conjunto de acciones en sus sucesivos intentos arroja un conjunto diverso y variado. El niño exhibe comportamientos que lo llevan a acciones exploratorias, en otras ocasiones intencionales, entremezcladas con acciones resolutorias, a partir de las cuales se pueden inferir niveles de comprensión del problema.

El niño puede realizar acciones aisladas sobre elementos salientes del dispositivo sin establecer relación entre ellos como partes de un todo.

Estas acciones responden a *affordances* funcionales del dispositivo, p.e: meter la mano dentro del cilindro por arriba, con o sin ajustes posturales como inclinar el dispositivo hacia su cuerpo para sacar la bola. Igualmente, puede presentar conductas en las que vincula dos elementos o partes componentes del dispositivo (p.e. bola-cilindro, bola-compuerta), lo que lleva al niño a realizar acciones como agitar, sacudir o voltear el dispositivo para provocar la salida de la bola. Incluso, se pueden observar acciones que revelan la forma en que utiliza inferencias inductivas al aplicar su experiencia de la ‘caída de los objetos’.

Otros niños desde el comienzo dan muestras de una comprensión de la tarea en la que logran establecer nexos entre más de dos elementos componentes del dispositivo (p.e, botón-compuerta-cilindro) y alcanzan una resolución parcial del problema. Sus acciones van desde tocar, halar, golpear los botones, hasta presionarlos de manera aleatoria, sin conseguir sacar la bola. Aunque logran submetas, como desplazar la bola de un nivel a otro, no resuelven el problema. Este nivel de funcionamiento se apoya en inferencias inductivas y funcionales ligadas a la manipulación directa del dispositivo (p.e. sacudir, tocar botones) y su relación con el movimiento de la bola dentro del cilindro.

La cuestión es que para comprender el mecanismo de funcionamiento del dispositivo el niño debe establecer relaciones causales entre sus componentes. Esto exige que sus acciones sean coordinadas y eficientes e implica comprender las consecuencias de sus acciones sobre el dispositivo y usar ese conocimiento para planificar sus acciones. Este nivel de desempeño muestra esbozos de planificación y de generalización. El tipo de funcionamiento inferencial que subyace es relacional e integrador, en la medida que se aproxima a una comprensión de las múltiples relaciones que constituyen el mecanismo sobre el que opera el dispositivo y hace uso de ese conocimiento para resolver el problema.

Bondades del dispositivo ‘Sistema de Compuertas’

Consideremos ahora las ventajas comparativas que ofrece nuestro dispositivo en relación con los problemas antes descritos (Tabla 3), a partir de tres aspectos fundamentales: la respuesta que elicitaba en los niños, su valor heurístico y las posibilidades de seguimiento y análisis que ofrece.

La bondad más destacada de esta situación radica en que a pesar de su estructura compleja, el problema que plantea es fácilmente comprendido por el niño. La meta es transparente; puede decirse que el niño sabe lo que tiene que hacer, aun cuando no sepa exactamente cómo hacerlo. De allí que su respuesta siempre sea automotivada, buscando por su propia cuenta resolver el problema. En esta medida las situaciones utilizadas se constituyen en ‘tareas apropiadas’ (Basilio & Rodríguez, 2011) para niños desde el final del primer año hasta los tres años de edad, en tanto que logran comprender rápidamente cuál es la meta a alcanzar, pero al mismo tiempo se ven enfrentados a ciertos obstáculos que les exigen acciones organizadas.

Como bien se ha dicho, el funcionamiento del dispositivo opera sobre un mecanismo que el niño debe descubrir para resolver el problema, sin embargo no existe una única vía para llegar a esa comprensión y por lo tanto a la solución. Ese recurso heurístico al que acude el niño se pone de manifiesto en los ‘atajos’⁵ que toma en el camino a la solución del problema y lo llevan más rápido a la meta. Por ejemplo, cuando el niño presiona el primer botón, la bola cae al segundo nivel, entonces agarra el dispositivo con ambas manos, lo voltea (giro de 180°), de manera que la bola queda en el penúltimo nivel, presiona el último botón y saca la bola.

La estructura del dispositivo y la metodología microgenética permiten seguir ‘on-line’ la manera como el niño construye la comprensión (representación) del problema, por esta razón resulta un instrumento poderoso y flexible para dar cuenta de la conducta de resolución de problemas. Dado que desde nuestra propuesta metodológica el interés no está centrado en las conductas exitosas del niño, ni en cuantificar sus aciertos y errores en el proceso de resolución del problema, lo que aquí se privilegia son las acciones (motoras y mentales) que el niño realiza en la búsqueda de la solución al problema, de manera que pueda reconstruirse el itinerario mental seguido por este, con los ‘ires y venires’ propios de la naturaleza variable del funcionamiento cognitivo. En este sentido nuestro dispositivo y nuestra metodología se ajustan más apropiadamente a lo que

⁵ Muy en consonancia con la idea de describir el itinerario mental que sigue el niño, utilizamos esta expresión para indicar las acciones decididamente intencionales que éste realiza para acortar el camino de llegada a la meta.

Thelen se refiere como la métrica del niño (Smith & Thelen, 2003). La idea no es tener un modelo con el cual evaluar las conductas del niño sino detallar en sí mismo, paso a paso, las acciones que realiza para comprender y resolver el problema, acciones que dan cuenta de funcionamientos mentales de diferente naturaleza y niveles de complejidad. Un microanálisis de estos desempeños permitiría develar las dinámicas implicadas en el funcionamiento cognitivo del niño al enfrentarse al problema, aspecto de particular interés en los estudios recientes sobre desarrollo.

Consideraciones finales

Con nuestra propuesta metodológica es posible el registro de los cambios que se operan en el tiempo, en el nivel micro durante la resolución de una tarea, lo cual permite análisis multivariantes en las comparaciones intrasujeto e intersujeto que pueden hacerse (p.e. en cada intento, entre intentos, en cada tarea, entre tareas, según la secuencia y/o versión utilizada) y a lo largo de múltiples observaciones (intraobservación, interobservación).

Las situaciones de resolución utilizadas y trabajadas responden a todo lo que el niño puede hacer y pensar en términos cognitivos. Algo así como ‘hacer hablar la mente sin evaluarla’. Los dispositivos le apuestan a poner en funcionamiento todas las combinaciones mentales del niño sin que medie la consigna y mucha verbalización. Abordar al niño desde su punto de vista, descubrir y explorar sus propios funcionamientos, sin tener la lente del modelo final para describirlo son algunas de las evidencias y resultados que se pueden lograr por esta vía. Mucho de ello ya lo habían mostrado los estudios de Inhelder y Karmiloff-Smith (1974) hace muchos años, aunque no menos cierto es todo el camino que aún el psicólogo debe recorrer para descubrir ese ingenio del niño.

Lo que hay en perspectiva es un campo de trabajo prometedor que ofrece múltiples posibilidades para describir y comprender el cambio a partir del registro de trayectorias de desarrollo y la identificación de patrones de variabilidad como manifestaciones o indicadores de un desarrollo dinámico y variable.

Referencias

- Basilio, M., & Rodríguez, C. (2011). Usos, gestos y vocalizaciones privadas: de la interacción social a la autorregulación. *Infancia y Aprendizaje*, *34* (2), 181-194
- Bassok, M., & Novick, L. (2012). Problem solving. En K. J. Holyoak & R.G. Morrison (Eds). *Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. New York: Oxford University Press.
- Berger, S.E., Adolph, K.E & Kavookjian, A.E. (2010). Bridging the Gap: Solving Spatial Means–Ends Relations in a Locomotor Task. *Child Development*, *81* (5), 1367–1375. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01478.x
- Bonawitz, E.B., Ferranti, D., Saxe, R., Gopnik, A., Meltzoff, A.N., Woodward, J. & Schulz, L.E. (2010). Just do it? Investigating the gap between prediction and action in toddlers' causal inferences. *Cognition*, *115*, 104–117. doi: 10.1016/j.cognition.2009.12.001
- Casler, K. & Kelemen, D. (2005). Young children's rapid learning about artifacts. *Developmental Science*, *8*, 472–480.
- Casler, K. & Kelemen, D. (2007). Reasoning about artifacts at 24 months: The developing teleo-functional stance. *Cognition*, *103*, 120-130. doi:10.1016/j.cognition.2006.02.006
- Casler, K., Terziyan, T. & Greene, K. (2009). Toddlers view artifact function normatively. *Cognitive Development*, *24*(3), 240-247
- Cerchiaro, E. & Puche-Navarro, R. (2012). *Inferential functioning in toddlers in a problem solving task*. Poster at 42nd Annual Meeting of the Jean Piaget Society, Toronto, Canadá.
- Chen, Y., Keen, R., Rosander, K., & von Hofsten, C. (2010). Movement planning reflects skill level and age changes in toddlers. *Child Development*, *81* (6), 1846–1858. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01514.x
- Claxton, L.L., McCarty, M.E & Keen, R. (2009). Self-directed action affects planning in tool-use tasks with toddlers. *Infant Behavior & Development*, *32*(2), 230–233. doi: 10.1016/j.infbeh.2008.12.004
- Cox, R.F. & Smitsman, A.W. (2006). Action planning in young children's tool use. *Developmental Science*, *9* (6), 628–641.
- Defeyter, M.A & German, T.P. (2003). Acquiring an understanding of design: evidence from children's insight problem solving. *Cognition*, *89* (2), 133-155
- DeLoache, J., Miller, K. & Pierroutsakos, S. (1998). Reasoning and problem solving. In: W. Damon, D. Khun & R. Siegler (Eds.), *Handbook of Child Psychology. Cognition, Perception and language* (5th ed., vol. II). (pp. 801-850). New York: Wiley & Sons.

- Garton, A. (2004). *Exploring cognitive development: the child as problem solver*. Oxford, Blackwell.
- Guevara, M., & Puche-Navarro, R. (2009). ¿Se desarrolla y cambia la psicología del desarrollo hacia los sistemas dinámicos no lineales? *Avances en Psicología Latinoamericana*, 27 (2), 327-342.
- Guevara, M., & Puche-Navarro, R. (2014). Aspectos dinámicos de la planificación cognitiva en niños pequeños. Manuscrito sometido a publicación.
- Gopnik, A., & Schulz, L. (2004). Mechanisms of theory formation in young children. *Trends in Cognitive Sciences*, 8 (8), 371-377
- Gopnik, A., Sobel, D. M., Schulz, L. & Glymour, C. (2001). Causal learning mechanisms in very young children: Two-, three- and four-years old infer causal relations from patterns of variation and covariation. *Developmental Psychology*, 37 (5), 620-629.
- Graham, S. & Diesendruck, G. (2010). Fifteen-month-old infants attend to shape over other perceptual properties in an induction task. *Cognitive Development*, 25, 111-123
- Karmiloff-Smith, A., & Inhelder, B. (1974). If you want to get ahead, get a theory. *Cognition*, 3, 195-212.
- Keen, R. (2011). The development of problem solving in young children: A critical cognitive skill. *Annual Review of Psychology*, 62, 1-21. doi: 10.1146/annurev.psych.031809.130730
- Keen, R., Berthier, N., Sylvia, M.R., Butler, S., Prunty, P.K. & Baker, R. (2008). Toddlers' use of cues in a search task. *Infant and Child Development*, 17, 249-267.
- Klahr, D. (2000). *Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Processes*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press
- Kloos, H. & Keen, R. (2005). An exploration of toddlers' problems in a search task. *Infancy*, 7, 7-34. doi: 10.1207/s15327078in0701_3
- López, S. (2007). Procesos de cambio cognitivo en la resolución de problemas en niños de un año de edad. Tesis Doctoral no Publicada. Universitat Rovira i Virgili: Tarragona, España.
- Mayer, R.E. (1998). Cognitive, metacognitive and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, 26, 49-63. doi:10.1023/A:1003088013286
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Nokes, T. J., Schunn, C.D. & Chi, M. T. H. (2010). Problem solving and human expertise. In: P. Peterson, E. Baker and B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education*. Volume 5, (pp. 265-272). Oxford: Elsevier.
- Örnkloo, H. & von Hofsten, C. (2007). Fitting objects into holes: on the development of spatial cognition skills. *Developmental Psychology*, 43, 404-416. doi:10.1037/0012-1649.43.2.404
- Orozco-Hormaza, M. (2000). El análisis de tareas: cómo utilizarlo en la enseñanza de la matemática en primaria. *EMA*, 5(2), 139-151.
- Orozco, M. & Cerchiaro, E. (2012). El desarrollo de la inferencia analógica en niños que viven en sectores urbanos pobres. *Psicología: Reflexão e Crítica*, 25 (1), 156-164.
- Ossa, J.C. (2011). Funcionamiento cognitivo: un inextricable juego de pérdidas y ganancias. *Acta Colombiana de Psicología*, 14 (2), 45-55.
- Ossa, J.C. (2013). Matrices de transición y patrones de variabilidad cognitiva. *Universitas Psychologica*, 12(2), 559-570.
- Ossa, J.C. & Puche-Navarro, R. (2010). Modelos bayesianos y funcionamientos inferenciales complejos. *Acta Colombiana de Psicología*, 13 (2), 119-128.
- Provasi, J., Dubon, C.D., Bloch, H. (2001). Do 9- and 12-month-olds learn means-ends relation by observing? *Infant Behavior & Development*, 24, 195-213.
- Puche-Navarro, R. (2003a). La actividad mental del niño: una propuesta de estudio. En B.C. Orozco Hormaza. *El niño: científico, lector y escritor y matemático* (pp. 17-40). Cali: Artes Gráficas del Valle.
- Puche-Navarro, R. (2003b). Procesos de desarrollo, de cambio y variabilidad. En R. Puche-Navarro. *El niño que piensa y vuelve a pensar* (pp.17-49). Cali: Artes Gráficas del Valle.
- Puche-Navarro, R. (2005). Los comienzos de la experimentación y la racionalidad mejorante en el niño. En R. Puche-Navarro, *Formación de herramientas científicas en el niño pequeño* (pp.13-44) Cali: Universidad del Valle.
- Puche-Navarro, R. (2012). De los artefactos al humor visual: dos rutas para acceder al pensamiento científico. En: B.C. Orozco, *El niño lector, escritor y científico*, 17-40. Bogotá: California Edit.
- Puche-Navarro, R., Combariza, E. & Ossa, J.C. (2012). La naturaleza no lineal de los funcionamientos inferenciales: un estudio empírico con base en el humor gráfico. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 30(1) 27-38.
- Puche Navarro, R. & Ossa, J.C. (2006). ¿Qué hay de nuevo en el método microgenético?. Más allá de las estrategias y más acá del funcionamiento cognitivo del sujeto. *Suma Psicológica*, 13(2), 117-139.

- Rodríguez, L. (2009). Emergencia de la generalización inductiva en infantes. Tesis doctoral no publicada. Universidad del Valle: Cali, Colombia.
- Sánchez, H., Cerchiaro, E. & Guevara, M. (2013). Cambio y variabilidad: Un marco de referencia en los estudios en el primer año de vida. *Acta Colombiana de Psicología*, 16 (1), 101-113.
- Sánchez, H., Guevara, M. & Cerchiaro, E. (2013). Desarrollo y/o cambio de la noción de objeto permanente y causalidad operatoria: evidencia empírica en el primer año de vida. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 31 (1), 291-309.
- Shutts, K., Örnkloo, H., von Hofsten, C., Keen, R. & Spelke, E. (2009). Young children's representations of spatial and functional relations between objects. *Child Development*, 80 (6), 1612–1627. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01357.x
- Shutts, K., Keen, R. & Spelke, E. (2006). Object boundaries influence toddlers' performance in a search task. *Developmental Science*, 9 (1), 97–107.
- Siegler, R. S., & Svetina, M. (2006). What leads children to adopt new strategies? A microgenetic/cross sectional study of class inclusion. *Child Development*, 77, 997-1015.
- Smith, L. & Thelen, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 343-348.
- Sobel, D. M. & Kirkham, N. Z. (2006). Blickets and babies: The development of causal reasoning in toddlers and infants. *Developmental Psychology*, 42, 1103–1115.
- Thornton, S. (1998). *La resolución infantil de problemas*. Madrid: Morata.
- Von Hofsten, C. (2007). Action in development. *Developmental Science*, 10 (1), 54–60. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00564.x
- Wason, P. C. (1968). Reasoning about a rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 273–281. doi:10.1080/14640746808400161